

*République Algérienne Démocratique et Populaire*

*وزارة التعليم العالي والبحث العلمي*

*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*



**Faculté : sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre**

**Département : Sciences Agronomiques**

**Spécialité : Gestion Qualitative des Productions Agricoles**

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

*Enquête sur les nématodes à kystes Globodera de la pomme  
de terre et état d'infestation de quelques parcelles dans les  
wilayas d'Ain Defla et de Blida.*

*Présenté par*

*M<sup>elle</sup> TRACHI Yamina*

*M<sup>elle</sup> SOUNA Sabria*

*Soutenu le: ...Juin.2016, Devant le jury:*

**Président : Mr. MOKABLI A.**

**Professeur UDBKM**

**Promotrice: Melle. TIRCHI N.**

**MCB UDBKM**

**Examineur : Mr. KARAHACANE T.**

**MCB UDBKM**

**Examinatrice : Melle. ABIDI L.**

**MAA UDBKM**

*Année universitaire : 2015/2016*

## Remerciements

*Avant tout, nous remercions du plus profond de notre cœur, Dieu le tout puissant de nous avoir illuminé et ouvert les portes du savoir, et nous avoir donné le courage, la force, la volonté et les moyens afin de pouvoir accomplir ce travail.*

*Nous avons l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre encadreur **M<sup>lle</sup> TIRCHI Nadia** pour avoir accepté de diriger ce travail de recherche, pour ses orientations, ses conseils judicieux, ainsi que, ses qualités humaines. Son encadrement était des plus exemplaires. Et ses encouragements afin que nous puissions mener à bien ce travail, nous lui exprimons nos profonds respects.*

*Nos vifs remerciements vont également particulièrement à **Mr. MOKABLI A.** pour son aide, orientations et d'avoir bien voulu présider le jury et juger ce travail.*

*Nous tenons très sincèrement à remercier **Mr. KARAHACANE T.** d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre travail.*

*Nos remerciements les plus chaleureux et fraternels à **M<sup>lle</sup> ABIDI L.** d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous remercions l'ensemble du personnel du laboratoire Nématologie de l'Université du Khemis Miliana et particulièrement **Wahiba.***

*Nos profonds remerciements vont à l'ensemble du personnel de la DSA de Blida.*

*Nous remercions tout le personnel de la subdivision de Cheffa, particulièrement **Mr. Dib R.**, **Melle. Nassira**, **Mme. Amina** et **Mme. Yassmin**, au personnel de la subdivision d'El-Afroun **Mr. Rachid** et **Melle. Safia** ainsi que celui de la subdivision de Larbaa.*

*Nos profonds remerciements vont également à l'ensemble du personnel de la DSA d'Ain Defla, surtout **Mme. Nadia** et **Mme. Assma.***

*Nos vifs remerciements s'adressent au corps professoral et administratif de la Faculté des Sciences Agronomique et à tous ceux qui nous ont aidés à la réalisation de ce modeste mémoire.*

*Nous adressons nos remerciements les plus chaleureux à toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin par le fruit de leur connaissance pendant toute la durée de notre parcours éducatif.*

*Grand **MERCI** à tous*



# Dédicaces

*Pour mon ange dans la vie ... à la signification de l'amour et de la compassion et de dévouement ... qui a toujours m'encouragé durant mes études  
La plus chère au monde ma mère*

*A celui qui m'a enseigné tendresse sans attendre... à porter son nom fièrement ... qui m'a toujours soutenu, et a été toujours présent pour moi*

*Mon très cher père*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que Dieu vous préserve et vous procure santé et longue vie.*

*A mes très chers frères : Mohammed, Amine et Nasser.*

*A mes très chères sœurs : Fatima, Souad, Naima, Naçira, Farida et Iman*

*A mes oncles Ahmed et Ali*

*A tous les membres de ma famille (SOUNA et GOUMRANI) petits et grands.*

*A mon chère binôme Yamina qui m'accompagné tout au long de cette période pour la réalisation de ce travail, et sa famille.*

*Pour mes très chères amies : Fatima, Sabrina, Hafidha, Cherifa, Hamida H , Hamida M , Mazouri , Sara , Lila, Hanane. Ahlem, Malika . Samiha, Faiza, Salima, Sihame Fadhila, Khadidja...*

*Sans oublier a tous mes camarades Camarades de la promotion 2015 /2016.*

*Sabria*

# Dédicace

*A celle qui m'a donné la vie, la tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, celle qui a toujours été chaleureuse et présente avec beaucoup d'amour dans tous les moments les plus importants de ma vie, c'est ma mère*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que Dieu la préserve et procure santé et longue vie.*

*A la mémoire de mon père, le vide que vous avez laissé est immense, aucun mot ne pourra exprimer mon actuel sentiment.*

*A ma très chère sœur : Ghania*

*A mes très chères sœurs, Fatma, Soada, Zohra, Fatiha, ces maris, Larbi, Rabah, Mohamed et Abde El kader et leurs adorables enfants sans exception*

*A tous les membres de ma famille (Trachi et Semman) petits et grands.*

*A Mon binôme sabria, qui m'accompagné tout au long de cette période pour la réalisation de ce travail, et partagé avec moi les moments heureux et mauvaise, et sa famille*

*Pour mes très chères amis, Fatima, Faiza, Hamida M, Chrifa, Hamida H, Hanane, Ghania, Hafidha, Salima, Yamina, Sara et Sihame*

*A tous mes camarades de la promotion 2015/2016.*

*Yamina*

# *Sommaire*

# Sommaire

## Liste des figures

## Liste des tableaux

## Liste des abréviations

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Données bibliographiques</b>	
I.1. Généralités sur la pomme de terre.....	3
I.1.1. Importance économique de la culture de pomme de terre.....	3
I.1.1.1. Production mondiale .....	3
I.1.1.2. Production de la pomme de terre en Algérie.....	4
I.1.1.3. Production de pomme de terre dans la wilaya d'Ain Defla.....	5
I.1.1.4. Production de pomme de terre dans la wilaya de Blida.....	5
I.1.2. Description botanique et classification.....	6
I.1.3. Morphologie externe et interne des tubercules.....	7
I.1.4. Le cycle de vie et mode de reproduction .....	9
I.1.5. Les maladies et les ennemies de la pomme de terre .....	10
I.2. Généralités sur les nématodes à kystes <i>Globodera</i> .....	17
I.2.1. Position systématique et principales espèces de <i>Globodera</i> .....	17
I.2.1.1. Position systématique.....	17
I.2.1.2. Principales espèces de genre <i>Globodera</i> .....	17
I.2.3. Distribution géographique dans le monde et en Algérie.....	18
I.2.3.1. Dans le monde .....	18
I.2.3.2. En Algérie .....	18
I.2.4. Morphologie de nématodes à kyste.....	19
I.2.4.1. Les mâles.....	19
I.2.4.2. Les femelles.....	19
I.2.4.3. Les kystes.....	19
I.2.5. Le cycle de développement des nématodes à kyste et leur voie de pénétration dans les racines.....	20
I.2.6. Plantes hôtes.....	21

I.2.7. Les symptômes .....	22
I.2.8. Les Dégâts .....	23
I.2.9. Les facteurs favorables au développement de nématodes à kystes <i>Globodera</i> .....	24
I.2.9.1. Facteurs abiotiques.....	24
I.2.9.1.1. Les facteurs édaphiques .....	24
I.2.9.1.2. Facteurs climatiques.....	25
I.2.9.2. Les Facteurs biotiques.....	25
I.2.10. Moyens de déplacement et de dissémination.....	26
I.2.11. Méthodes de lutte contre les nématodes à kystes <i>Globodera</i> sp. ....	26
I.2.11.1. Lutte préventive.....	27
I.2.11.2. Lutte curative.....	27
I.2.11.2.1. Lutte culturale.....	27
I.2.11.2.2. Lutte physique.....	28
I.2.11.2.3. Lutte chimique.....	22
I.2.11.2.4. Lutte biologique.....	29
I.2.11. 3. Lutte intégrée.....	30

## **Chapitre II : Matériel et méthodes**

II.1. Objectif de l'étude.....	31
II.2. Présentation des régions d'études .....	31
II.2.1. Présentation de la région d'étude (wilaya d'Ain Defla).....	31
II.2.1.1. Situation géographique.....	31
II.2.1.2. Limites géographiques de la wilaya.....	31
II.2.1.3 Caractéristiques pédologiques.....	32
II.2.1.4. Caractéristiques climatiques.....	32
II.2.2. Présentation de la région d'étude (wilaya de Blida).....	32
II.2.2.1.Situation géographique.....	32
II.2.2.2. Limites géographiques de la wilaya.....	33
II.2.2.3.Caractéristiques pédologiques.....	33
II.2.2.4. Caractéristiques climatiques .....	34
II.3. Enquête sur les nématodes à kystes <i>Globodera</i> dans la région d'Ain Defla et de Blida..	34
II.3.1. Problématique.....	34
II.3.2. La méthodologie.....	34
II.3.2.1. Phase pré enquête.....	34

II.3.2.2.Enquête auprès des agriculteurs.....	35
II.3.2.2.1.Choix de l'échantillon.....	35
II.3.2.2.2. Elaboration du questionnaire.....	35
II.3.2.2.3. Déroulement de l'enquête sur le terrain.....	35
II.4. Etat d'infestation de quelques parcelles par les nématodes à kystes <i>Globodera</i> de la pomme de terre dans les wilayas d'Ain Defla et de Blida.....	35
II.4.1.Choix des parcelles.....	35
II.4.2. Analyse nématologique.....	36
II.4.2.1. Echantillonnage du sol .....	37
II.4.2.2. Séchage.....	38
II.4.2.3. Le pesage.....	38
II.4.2.4.Extraction.....	39
II.4.2.4.1.Description de l'appareil de Fenwick.....	39
II.4.2.4.2. Méthode d'extraction.....	40
II.4.2.5. Prélèvement des kystes.....	40
II.4.2.6. Dénombrement des kystes.....	41
II.4.2.7. Dénombrement des œufs et des juvéniles et estimation des degrés d'infestation.....	41
II.5. Analyse statistique des résultats.....	42

### **Chapitre III : Résultats et discussion**

III.1.Résultats.....	43
III.1.1.. Enquête sur les nématodes à kystes <i>Globoderade</i> la pomme de terre dans les wilayas d'Ain Defla et de Blida.....	43
III.1.1.1. Statut des exploitations enquêtées.....	43
III.1.1.2. Niveau de formation agricole des agriculteurs enquêtés.....	43
III.1.1.3. Type de culture et destination.....	44
III.1.1.3.1. Type de culture .....	44
III.1.1.3.2. Destination .....	44
III.1.1.4. Présentation des exploitations enquêtées.....	45
III.1.1.5. Caractéristiques du site et mode de conduite de la culture.....	46
III.1.1.5.1. Les variétés cultivées.....	46
III.1.1.5.2. Type de rotation.....	46
III.1.1.5.3. Système de culture.....	48

III.1.1.5.4. Environnement de la parcelle.....	48
III.1.1.5.5. Texture du sol.....	49
III.1.1.5.6. Mécanisation.....	50
III.1.1.5.7. Pratiques culturales (Irrigation, plantes associées, pratique de la jachère, Labour) .....	50
III.1.1.6. Connaissance de ces nématodes à kystes <i>Globoderasp.</i> par les agriculteurs.....	52
III.1.1.7. Analyses nématologiques.....	52
III.1.1.8. Méthodes de luttés utilisées contre les nématodes enquêtés.....	53
III.1.1.8.1. Désinfection de sol avant culture et en cours de culture.....	53
III.1.1.8.2. Plantes nématocides.....	54
III.1.1.8.3. Amendements.....	54
III.1.1.8.4. Pesticides utilisés au cours de la culture.....	55
III.1.2. Etat d'infestation de quelques parcelles par les nématodes à kystes <i>Globodera</i> dans les wilayas d'Ain Defla et Blida.....	57
III.1.2.1. Fréquence de l'infestation.....	57
III.1.2.2. Importance de l'infestation .....	58
III.1.2.2.1. Au niveau de la wilaya d'Ain Defla.....	58
III.1.2.2.2. Au niveau de la wilaya de Blida.....	61
III.1.2.3. Analyse de la variance.....	63
III.1.2.3.1. Variabilité de l'infestation en fonction des wilayas étudiées.....	63
III.1.2.3.2. Variabilité de l'infestation en fonction des communes dans la même wilaya.....	63
III.1.2.3.3. Variabilité de l'infestation en fonction des parcelles.....	64
III.1.2.4. Classification hiérarchique des communes prospectées dans les deux wilayas en fonction de leur degré d'infestation.....	66
III.2. Discussion.....	67
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>73</b>
<b>Référence bibliographique</b>	
<b>Annexe</b>	
<b>Résumé</b>	

## ❖ Liste des figures

Figure	Titre	Page
Fig.1	Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre.	7
Fig.2	<p>A. Structure externe du tubercule de pomme de terre. présentant le bourgeon terminal (bg t), les yeux (oe), les lenticelles (len) et le stolon (st).</p> <p>B. Disposition des yeux à la surface du tubercule : les chiffres de 1 à 8 représentent les yeux.</p>	8
Fig.3	Structure interne du tubercule de pomme de terre mature en coupe longitudinale : périderme (pér), anneau vasculaire (an.vasc), cortex (cort), zone périmédullaire (z.péri), moelle (m).	8
Fig.4	Les femelles de <i>Globodera rostochiensis</i> et <i>Globodera pallida</i> .	18
Fig.5	Kyste de <i>Globodera</i> sp.	20
Fig.6	Cycle de développement des nématodes à kystes de genre <i>Globodera</i> de pomme de terre.	21
Fig.7	Symptômes de <i>Globodera</i> sp. (A) sur plants et tubercules, (B) en plein champ de pomme de terre.	22
Fig.8	Les dégâts de <i>Globodera</i> sp. (A) sur tubercules, (B) Sur les racines de pomme de terre.	23
Fig.9	Situation géographique de la région d'Ain Defla.	31
Fig.10	Situation géographique de la région de Blida.	33
Fig.11	Localisation des stations d'études (la région d'Ain Defla).	36
Fig.12	Localisation des stations d'études (la région de Blida).	36
Fig.13	Prélèvement des échantillons (Original).	37
Fig.14	Séchage du sol (Original).	38

Fig.15	Pesage de sol (Original).	38
Fig.16	L'appareil de Fenwick (Original).	49
Fig.17	Extraction de nématodes à kystes à l'aide de l'appareil de Fenwick (Original).	40
Fig.18	Récupération de l'extrait à l'aide d'une pissette (Original).	40
Fig.19	Récupération des kystes sous une loupe binoculaire (Original).	41
Fig.20	Différence entre les kystes pleins (A) et les kystes vides (B) original.	41
Fig.21	Kyste de <i>Globodera</i> écrasé (original).	42
Fig.22	Statut des exploitations agricoles enquêtées.	43
Fig.23	Niveau de formation des agriculteurs enquêtés.	44
Fig.24	Destination des pommes de terre cultivées dans les exploitations enquêtées.	44
Fig.25	Variétés cultivées dans les parcelles enquêtées dans les deux wilayas	46
Fig.26	Système de culture utilisé dans les exploitations enquêtées.	48
Fig.27	Environnement des parcelles enquêtées.	49
Fig.28	Présence ou absence d'une bordure autour des parcelles enquêtées.	49
Fig.29	Utilisation des machines agricoles dans les exploitations enquêtées.	50
Fig.30	Pratique de la jachère dans les parcelles enquêtées	51
Fig.31	Type de Labour	51
Fig.32	Connaissances des agriculteurs sur les nématodes à kystes <i>Globodera</i> sp.	52
Fig.33	Importance des analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées.	53
Fig.34	Désinfection de sol avant culture	54
Fig.35	La fertilisation utilisée selon les agriculteurs enquêtés.	54
Fig.36	Fréquence de l'infestation dans les deux wilaya	58
Fig. 37	Importance de l'infestation évaluée en nombre de kystes en fonction des	59

	parcelles dans la région d'Ain Defla	
Fig.38	Importance de l'infestation évaluée en nombre de kystes en fonction des communes dans la région d'Ain Defla	59
Fig .39	Degré d'infestation évaluée en nombre d'œufs et de juvéniles en fonction des parcelles dans la région d'Ain Defla	60
Fig. 40	Degré d'infestation moyen en fonction des communes dans la région d'Ain Defla	61
Fig. 41	Importance de l'infestation évaluée en nombre de kystes et en nombre d'œufs et juvéniles en fonction des parcelles dans la région de Blida.	62
Fig. 42	Importance de l'infestation en fonction des communes dans la wilaya de Blida.	62
Fig. 43	classification hiérarchique des communes prospectées en fonction de leur degré d'infestation.	67

## ❖ Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
<b>1</b>	Les principaux pays producteurs de pomme de terre dans le monde en 2012.	3
<b>2</b>	La production de la pomme de terre en Algérie.	4
<b>3</b>	La production de la pomme de terre dans la wilaya d'Ain Defla.	5
<b>4</b>	Production de pomme de terre dans la wilaya de Blida.	6
<b>5</b>	Les principales maladies et les principaux ravageurs de la pomme de terre.	11
<b>6</b>	Situation et superficies des exploitations enquêtées dans la wilaya d'Ain Defla	45
<b>7</b>	Situation et superficies des exploitations enquêtées dans la wilaya de Blida	45
<b>8</b>	Type de rotation	47
<b>9</b>	Les traitements phytosanitaires au niveau de la wilaya d'Ain Defla	56
<b>10</b>	Les traitements phytosanitaires au niveau de la wilaya de Blida	56
<b>11</b>	Fréquence de l'infestation dans les différentes communes prospectées.	57
<b>12</b>	Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% de l'effet de changement de la commune sur le nombre de kystes (pleins, vides et totaux) et les degrés d'infestation dans les deux wilayas	63
<b>13</b>	Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% de l'effet du site de prélèvement (parcelle) sur le nombre de kystes pleins dans les différentes communes des deux wilayas prospectées.	64
<b>14</b>	Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% de l'effet du site de prélèvement (parcelle) sur le nombre de kystes vides dans les différentes communes des deux wilayas prospectées.	65
<b>15</b>	Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% de l'effet du site de prélèvement (parcelle) sur le nombre d'œufs et juvéniles dans les différentes communes des deux wilayas prospectées.	66

## ❖ Liste des abréviations

**ACIA** : Agence Canadienne d'Inspection des Aliments

**DSA** : Direction des services agricoles.

**EAC** : Exploitation Agricole collective

**EAI** : Exploitation Agricole individuel

**ET** : Ecart type

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

**FNPT** : Fédération nationale des producteurs de plants de pommes de terre

**G1** : *Globodera*

**Gr** : Grossissement

**INPV** : Institut National de la Protection des Végétaux.

**INRA** : Institut National de la Recherche Agronomique

**J2** : Juvéniles

**L2** : Larve

**M** : Moyenne.

**NKPT** : Nématodes à kyste de pomme de terre

**NPK** : Azote, Phosphate, Potassium

**NKP** : nombre de kystes pleins

**NKV** : nombre de kystes vides

**NTK** : nombre totale de kystes

**OEPP** : Organisation Européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes

**PT** : pomme de terre

**P** : Probabilité

**P** : Parcelle

**Fig**: Figure.

*Introduction*

*Générale*

Les besoins alimentaires en l'Algérie sont assurés grâce à une production locale complétée par l'importation de quantités complémentaires de produits agricoles tels : sel céréales, les légumes secs, les tubercules et les huiles...

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est une plante herbacée tubéreuse originaire d'Amérique latine. Dans la pratique agricole, le cycle de production de la pomme de terre est principalement végétatif, les tubercules produits constituent à la fois un organe de reproduction asexuée et la partie alimentaire de la plante (Delaplace, 2007).

Selon Alloy (2009), la pomme de terre occupe une place très importante dans l'alimentation humaine. La consommation de pomme de terre dépasse les 35 kg par personne et par an, primeurs comprises, auxquelles s'ajoutent en moyenne plus de 25 kg sous forme de produits transformés (chips, frites, poudres et flocons destinés à la préparation de purées ou de potage). Elle est aussi utilisée par voies Biotechnologiques dans la production des vaccins contre le diabète et l'hépatite (Arakawa et *al.*, 1999).

La pomme de terre est une culture stratégique de part sa position dans le monde où elle occupe la quatrième place après les cultures de blé, de riz et de maïs. Sa production mondiale s'élevait à 340 millions de tonnes en 2010 sur près de 18,4 millions d'hectares (ACIA, 2011). Elle augmenterait au rythme annuel de 4,5 % (FAO, 2008). Elle est cultivée aussi bien dans les régions tempérées que dans les régions tropicales (Rolot, 2005). En Algérie sa culture se classe en tête des cultures maraichères, tant sur le plan superficiel que par le niveau de production (Badaoui et *al.*, 2011). Cependant, dans notre pays la production de pomme de terre ne satisfait pas les besoins du consommateur, ce qui fait de l'Algérie un pays dépendant de l'étranger surtout en matière de semence. Ces semences importées ne présentent pas souvent les qualités requises et leur génotype n'est pas toujours conforme à nos conditions édaphoclimatiques (Chauvin et *al.*, 2008).

Avec la croissance démographique, on remarque une augmentation des déficits alimentaires. Par ailleurs, la production agricole est menacée de temps à autre par les facteurs climatiques (pluviosité insuffisante, les maladies d'une manière générale et les bioagresseurs...). Du fait que la pomme de terre est largement cultivée dans une gamme de conditions climatiques (des régions tempérées que dans les régions tropicales) (Rolot, 2005), elle est exposée à différents organismes nuisibles et aux maladies, telles que celles provoquées par les

insectes, les champignons, les mauvaises herbes et les virus ainsi que les nématodes. Parmi ces derniers on peut citer les nématodes à kyste *Globodera rostochiensis* et *G. pallida* qui sont à l'origine de nombreux dégâts, ces ennemis invisibles sont des parasites appelés anguillules des racines. Les nématodes du genre *Globodera* sont des organismes de quarantaine (INRA, 2012), dont la présence dans les parcelles constitue une vraie menace et occasionne des dégâts immenses sur le rendement en qualité et quantité (Kamoumia et Ghachi, 2010). Ils représentent l'un des principaux groupes d'organismes vivant dans le sol aux abords des racines des plantes (Sawyer, 1972).

Dans le but de contribuer à la protection de cette culture dans la région d'Ain Defla et Blida, la connaissance de la répartition des nématodes, dans quelques parcelles dans les deux wilayas est nécessaire pour établir une stratégie de lutte. Cette répartition peut être influencée par plusieurs facteurs liés à la plante hôte, aux pratiques culturales et au type du sol (Rousselle et al., 1996). Pour cela, nous avons réalisé une enquête sur ces parasites afin de cerner tous les facteurs qui pourraient favoriser le développement et la multiplication de ces parasites dans ces deux régions et donc contribuer à établir un programme de lutte approprié.

Notre travail comporte trois chapitres. Dans le premier, nous présenterons quelques données bibliographiques sur la culture de pomme de terre, les nématodes à kystes du genre *Globodera* et les méthodes de lutte appliquées contre ces parasites. Dans le deuxième, nous présenterons le matériel et méthodes utilisées pour la réalisation de cette étude et dans la troisième seront présentés les résultats obtenus et leur discussion et nous terminerons avec une conclusion générale.

# *Chapitre I*

## *Données bibliographiques*

## I.1. Généralités sur la pomme de terre

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est la première culture maraichère par ordre d'importance, Originaires d'Amérique latine. Elle est une plante alimentaire d'une très grande valeur économique, sa production est cultivée partout dans le monde (Nedjar, 2000).

### I.1.1. Importance économique de la culture de pomme de terre

#### I.1.1.1. Production mondiale

La pomme de terre joue un rôle clé dans le système alimentaire mondial. C'est la principale denrée alimentaire non céréalière du monde et la production mondiale a atteint le chiffre record de 368 millions de tonnes en 2012 (FAO STAT, 2014). Plus de 150 pays cultivent la pomme de terre sur une superficie de 19 millions d'hectares en 2010 (FAO STAT, 2012).

Le secteur de la pomme de terre est en pleine évolution. Ainsi jusqu'au début des années 90, la plupart de la production était cultivée et consommée essentiellement, en Europe, en Amérique du nord et dans les pays de l'Ex-union soviétique. Depuis, la production et la demande ont enregistré une forte croissance en Asie, en Afrique et en Amérique Latine, où la production est passée de moins de 30 millions de tonnes au début des années 60, à plus de 165 millions de tonnes entre 2005 et 2006 (FAO STAT, 2007). En 2013, pour la première fois, la production de la pomme de terre du monde en Développement a dépassé celle du monde développé. La Chine est devenue le premier producteur mondial de pommes de terre (23% de la production mondiale), viennent ensuite l'Inde, la Russie, l'Ukraine, les Etats Unies, l'Allemagne et la Pologne (FAO STAT, 2014), la production de pomme de terre de ces pays pour l'année 2012 est présente dans le tableau 1

**Tableau 01** : Les principaux pays producteurs de pomme de terre dans le monde en 2012 (FAO, 2014).

Rang	Pays	Production (t)
1	Chine Continentale	87260000
2	Inde	41483000
3	Fédération de la Russie	29532530
4	Ukraine	23250200
5	Etats Unis de l'Amérique	20990738
6	Allemagne	10665600
7	Pologne	9091900
8	Bangladesh	8205470
9	Pays-Bas	6765618
10	France	6340807

11	Iran	5400000
12	Turquie	4795122
13	Canada	4590296
14	Algérie	4219476

(FAO, 2014).

### I.1.1.2. Production de la pomme de terre en Algérie

La pomme de terre est l'un des produits les plus importants pour l'alimentation de la population algérienne : elle occupe la deuxième place après le blé.

La pomme de terre est surtout cultivée sur la côte méditerranéenne, qui jouit d'un climat tempéré propice à sa culture tout au long de l'année. On en trouve aussi à 500 mètres, sur les montagnes et les vallées entre la côte et les monts Atlas ainsi que sur les hauts plateaux (FAO, 2008). La consommation annuelle, qui était de 35 kg/par habitant en 1990, est passée à 57 kg en 2005. L'Algérie occupe la deuxième place, après l'Égypte, dans la production de la pomme de terre en Afrique pour l'année 2010, selon un rapport de la FAO.

La production en Algérie est en évolution, dans la campagne agricole 2011/2012, on a noté des niveaux hauts de production : 42 161 667 quintaux. El Oued est classée première ville production de pomme de terre au niveau national avec un taux de 27% de la production nationale (DSA d'Ain Defla, 2012).

Les données relatives à la production de pomme de terre en Algérie pour la période 2006-2015 sont présentées dans le tableau 02.

**Tableau 02:** La production de la pomme de terre en Algérie

Années	Production en quintaux
2006-2007	15 068590
2007-2008	21 710580
2008-2009	26 360570
2009-2010	32 947283
2010-2011	38 621 936
2011-2012	42 194 758
2012-2013	49 280 280
2013-2014	46 735 155
2014-2015	45 000 000

Source : (DSA d'AinDefla, 2016).

### I.1.1.3. Production de pomme de terre dans la wilaya d'Ain Defla

La wilaya d'Ain Defla est connue par sa production abondante de pomme de terre, selon les données statistiques des services agricoles de la wilaya, elle couvre plus de 25% des besoins du marché national, c'est la deuxième zone productrice au niveau national après EL Oued. La pomme de terre est cultivée selon deux types ; la saison et l'arrière saison. Les rendements les plus élevés sont ceux de la saison, ils oscillent entre 210 à 315qx/ha (305 qx/ha en 2011-2012), pour les type de pomme de terre (DSA d'Ain Defla, 2010).

Les données relatives à la production de pomme de terre de consommation et de semences dans la wilaya d'Ain Defla pour la période 2006-2015 sont présentées dans le tableau 03.

**Tableau 03** : La production de la pomme de terre dans la wilaya d'Ain Defla

Années	Pomme de terre de consommation	Pomme de terre De semences	Production totale
	Production(T)	Production(T)	
2006-2007	271 787	21 000	292 787
2007-2008	398 750	33 000	431 750
2008-2009	402 733	61 000	463 733
2009-2010	410 000	72 000	482 000
2010-2011	558 000	72 000	630 000
2011-2012	400 000	120 000	520 000
2012-2013	481 800	249 830	731 630
2013-2014	476 289	252 737	729 026
2014-2015	3157688	3039350	6197 039

Source : (DSA d'Ain Defla, 2016).

### I.1.1.4. Production de pomme de terre dans la wilaya de Blida

La wilaya de Blida est connue par une surexploitation des arboricultures fruitières que la production des cultures maraîchage. Selon les données statistiques des services agricoles de la wilaya, les agrumes représentent 55% de la superficie arboricole soit 17 338 ha et la superficie productive de 14 799 ha. Concernant la pomme de terre, elle est cultivée selon deux type ; la saison (production de pomme de terre de multiplication et de consommation) et l'arrière-saison (production de pomme de terre de consommation seulement). Les rendements les plus élevés sont ceux de la saison. La pomme de terre, toute tranche confondue a occupé 909 ha durant la campagne agricole 2014-2015. Les rendements obtenus ont été bons et ils sont évalués à plus de 474 qx/ha (DSA de Blida, 2016).

Les données relatives à la production de pomme de terre de consommation et de semences dans la wilaya de Blida pour la période 2009-2015 sont présentées dans le tableau 04.

**Tableau 04 : La production de pomme de terre dans la wilaya de Blida**

Années	Pomme de terre de consommation	Pomme de terre de semences	Production total
	Production(T)	Production(T)	
2009-2010	358310	90360	448670
2010-2011	385738	20000	405738
2011-2012	391494	22900	414394
2012-2013	371250	394150	765400
2013-2014	427770	14520	442290
2014-2015	492800	19550	512350

Source : (DSA de Blida, 2016).

### I.1.2. Description botanique

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est une plante vivace dicotylédone tubéreuse, herbacée, cultivée pour ses tubercules riches en amidon et possédant des qualités nutritives (Rousselle et *al.*, 1996). Elle appartient à la famille des Solanacées, qui sont des plantes à fleurs, et partage le genre *Solanum* avec au moins 2 000 autres espèces, entre autres la tomate, l'aubergine, le tabac, le piment, et le pétunia (Hawkes, 1990).

- **Classification de pomme de terre**

D'après Rousselle et *al.* (1996), la pomme de terre appartient à :

**Règne** : Plantae

**Sous-règne** : Tracheoblonta

**Division** : Magnoliophyta

**Classe** : Magnoliopsida

**Sou- classe** : Asteridae

**Ordre** : Solanales

**Famille** : Solanaceae

**Sous famille** : Solanoideae

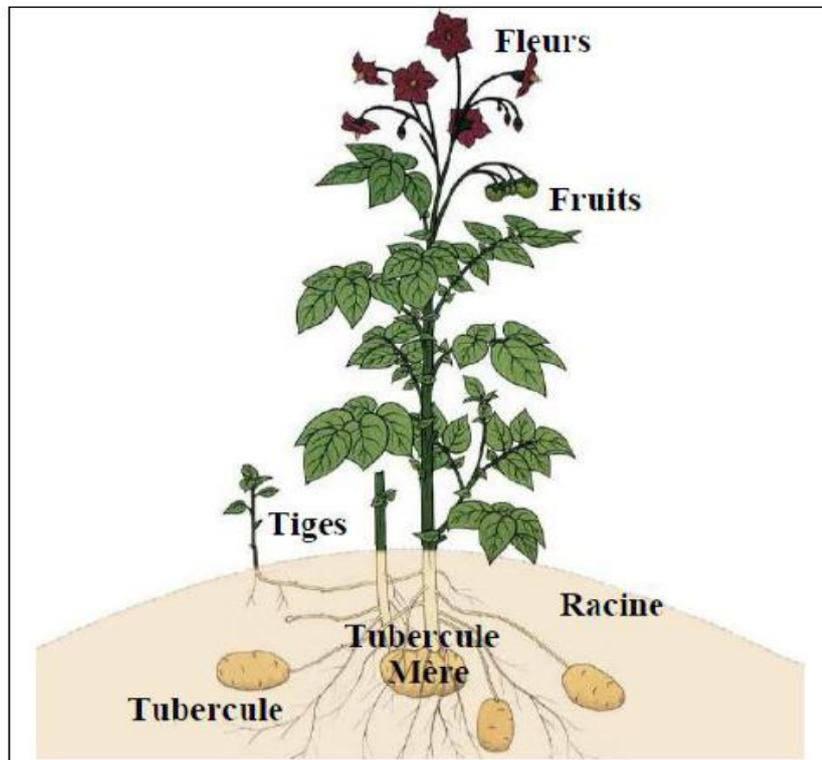
**Genre** : *Solanum*

**Espèce :** *Solanum tuberosum*

**Section :** *Petota*

**Série :** *Tuberosa*

**Espèce :** *Solanum tuberosum* L.

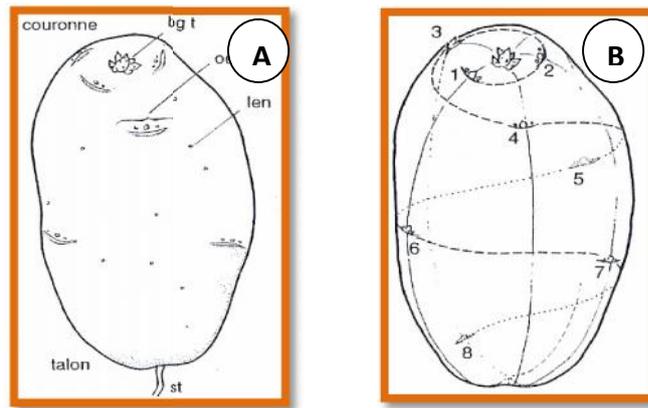


**Figure 01 :** Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre (Oswaldo, 2010).

### 1.1.3. Morphologie externe et interne des tubercules

#### ➤ Structure externe

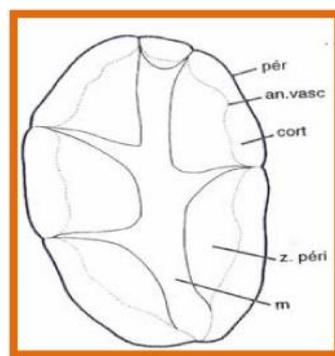
A l'extrémité apicale du tubercule, ou couronne, se trouve le bourgeon terminal (bg t ou apical) tandis qu'à l'opposé, du côté proximal (talon), se trouve le point d'attache du stolon (st), l'ombilic (Fig. 2A). Les yeux (oe), disposés régulièrement sur le tubercule suivant une phyllotaxie spiralée (Fig. 2B), correspondent à l'emplacement des bourgeons axillaires. Des lenticelles (len) parcourent la surface du tubercule et jouent un rôle essentiel dans la respiration du tubercule (Rousselle et *al.*, 1996).



**Figure 02.** **A.** Structure externe du tubercule de pomme de terre présentant le bourgeon terminal (bg t), les yeux (oe), les lenticelles (len) et le stolon (st). **B.** Disposition des yeux à la surface du tubercule : les chiffres de 1 à 8 représentent les yeux (Rousselle et *al.*, 1996).

### ➤ Structure interne

Sur la coupe longitudinale d'un tubercule arrivé à maturité (Fig. 03), on observe de l'extérieur vers l'intérieur tout d'abord: Le péricarde (pér), connu plus communément sous le nom de la peau, le cortex (cort) ou parenchyme corticale, l'anneau vasculaire (an.vasc) composé des phloèmes externes, xylème et de parenchyme vasculaire. On peut également remarquer la zone pérимédullaire (z.péri) présente les plus gros grains d'amidon (Bernhards, 1998) ou parenchyme pérимédullaire contenant le phloème interne et enfin, la moelle (m) ou parenchyme médullaire (Rousselle et *al.*, 1996).



**Figure 03.** Structure interne du tubercule de pomme de terre mature en coupe longitudinale (Rousselle et *al.*, 1996).

péricarde (pér), anneau vasculaire (an.vasc), cortex (cort), zone pérимédullaire (z.péri), moelle (m).

#### I.1.4. Le cycle de vie et mode de reproduction

La pomme de terre peut se reproduire de deux manières, la reproduction sexuée qui est généralement utilisée pour la production de semences et le cycle végétatif, qui est la méthode la plus utilisée dans la production de pomme de terre.

##### ➤ Cycle sexué

Le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de 1-3 cm de diamètre, de couleur vert brun violacé jaunissant à la maturité. Il contient généralement plusieurs dizaines de graines et peut contenir jusqu'à 200 graine (Rousselle et *al.*, 1996).

La pomme de terre est très peu produite par graine dans la pratique agricole, en même temps la graine est l'outil de création variétale (Soltner, 2005). La germination est épigée et les cotylédons sont portés au dessus du sol, par le développement de l'hypo cotyle. En conditions favorables; quand la jeune plante à seulement quelque centimètres de hauteur, les stolons commencent à se développer d'abord au niveau de cotylédons puis aux aisselles situées au-dessus, et s'enfoncent dans le sol pour donner des tubercules (Bernhards, 1998).

##### ➤ Cycle végétatif

La durée de cycle végétatif de la pomme de terre est très variable, à titre indicatif, elle est de 90 à 150 jours. Elle dépend de l'état physiologique des tubercules qui sont plantés, de l'ensemble des facteurs agro climatique et des variétés utilisées (Rousselle et *al.*, 1996).

##### • Repos végétatif

Après la récolte, la plupart des variétés de pommes de terre traversent une période où le tubercule ne germe pas, quelles que soient les conditions de température, d'éclairage et d'humidité. Il s'agit de la période de dormance (Chaumeton et *al.*, 2006).

##### • Germination

Au cours du stockage, une évolution interne du tubercule conduit d'abord à un seul germe qui se développe lentement et dans ce cas c'est toujours le germe issu du bourgeon terminal qui inhibe les autres bourgeons : ce phénomène est la dominance apicale. Puis un petit nombre de germes à croissance rapide se développent. Ensuite un nombre de plus en plus élevé de germes

démarrent, traduisant une perte progressive de la dominance apicale. Ils s'allongent lentement, se ramifient, deviennent filiformes et finalement tubérisent (Bernhards, 1998).

- **Levée**

Formation des premières tiges aériennes avec apparition des premières feuilles, en même temps les racines commencent leur élongation et leur ramification (Grison, 1983).

- **Tubérisation**

Le tubercule est la justification économique de la culture de pomme de terre puisqu'il constitue la partie alimentaire de la plante et en même temps, son organe de propagation le plus fréquent. Ce phénomène commence d'abord par un arrêt d'élongation des stolons après une période de croissance. La tubérisation est réalisée dès que le diamètre des ébauches est le double de celui des stolons qui les portent. Outre les processus de multiplication cellulaire, le grossissement des ébauches de tubercules s'effectue par accumulation dans les tissus des substances de réserve synthétisées par le feuillage. Ce grossissement ralentit puis s'arrête au cours de la sénescence du feuillage (Bernhards, 1998).

### **I.1.5. Les maladies et les ennemies de la pomme de terre**

La culture de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) est sujette à de nombreux pathogènes et ravageurs, notamment des insectes, des acariens, des champignons, des protistes fongiformes, des bactéries, des virus et des nématodes (Bradshaw, 2007).

Tableau 05 : Les principales maladies et les principaux ravageurs de la pomme de terre (Serail, 2003).

<b>Ravageurs</b>			
<b>Ravageurs souterrains</b>	<b>Symptômes courants</b>	<b>Moyens de lutte</b>	
Taupin ( <i>Agricotesobscurus</i> , <i>A sputator</i> , <i>A .sordidus</i> )	-Seules les larves sont nuisibles -Perforation des tubercules.	-Eviter la mise en culture d'anciennes prairies -Bonnes rotations -Retourner et travailler superficiellement les sols pour destruction mécanique et dessèchement des larves	
Nématodes Doré, kyste, à galle	Végétation chétive, différents symptômes sur racines, petits tubercules	-Rotation longue (5 ans minimum)	
<b>Ravageurs aériens</b>	<b>Symptomes courants</b>	<b>Moyens de lutte</b>	

<p>Doryphore (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>)</p>	<p>Larves et adultes rongent les folioles ; transmission de virus et phytoplasmes</p>	<p><i>Bacillus thurengensis</i> souche tenebrionis (PC Novodor 1). Spinosad</p>	
<p>Pucerons (<i>Aphis nasturtii</i>, <i>Aulocorthum Solani</i>, <i>Macrosiphum euphorbiae</i>)</p>	<p>Pas de dégât direct sur le rendement; transmission de virus et phytoplasmes</p>	<p>-Produits homologués à base de pyrèthrine et huile de colza  -Favoriser les auxiliaires naturels</p>	
<p><b>Maladies</b></p>			
<p><b>Maladies</b>  <b>Tubercules et tiges</b></p>	<p><b>Symptômes courants</b></p>	<p><b>Moyens de lutte</b></p>	
<p>Gale commune (<i>Streptomyces scabies</i>,ssp, <i>Acidiscabies</i>).</p>	<p>Tâches croutes subéreuses, brunes s'enfonçants plus au moins dans la chair.  Début infestation par petits points bruns.</p>	<p>-Variétés tolérantes  -Sols légers ,sableus, aérés, neutres à très alcalins, Sols séchants  -pH= 5,8  -Rotations</p>	

<p>Gale argentée (<i>Helminthorium Solani</i>)</p>	<p>Tâches claires aspect argenté et fines ponctuations noires apparaissant en cours de conservation. T° optimal 20-25 avec l'humidité de 85à100. Variétés précoces à peau fine plus sensibles.</p>	<p>-2à3 semaines maxima entre le défanage et la récolte. -Conservation des plants au frigo entre 5 et 9 °C. -Défanage à maturité.</p>	
<p>Gale poudreuse <i>Spongospora subterranea</i></p>	<p>Pustules claires à brun foncé en forme de verrue, éclatement de la peau.</p>	<p>-Rotations longues -Plants sains -Variétés résistantes</p>	
<p>Jambe noire (<i>Erwinia</i> sp.)</p>	<p>Au champ : fonte Sur tige : Dessèchement et brunissement Sur tubercule : taches creuses rougeâtre à brun foncé, pourriture molle, forte odeur en conservation</p>	<p>-Plants sains -Récolte en conditions sèche -séchage des tubercules et ventilation en conservation</p>	

<p>Mildiou (<i>Phytophthora infestans</i>)</p>	<p>Tâches brunes au niveau de l'épiderme En interne zones marbées de couleur rouille à texture fibreuse ou graneleuse Aspet de pourriyure sèche pouvant évolue</p>	<p>Rotation longue,produits cupriques en culture. Eviter l'excès d'himidité tri à la récolte.</p>	
<p>Rhizoctone (<i>Rhizoctonia solani</i>)</p>	<p>Sclérote noirs et bouchon liégeux (dry-core ) à la surfaces des tubercules.En végétation. Fonte de plantes en débute de culture, enrroulement du feuillage.</p>	<p>Rotation longue,plantation tardées si conditions humides.</p>	
<p>Fusariose (<i>Fusarium roseum</i>, <i>Fusarium solani</i>)</p>	<p>Tâche brun pâle mal définies au niveau des blesseures . évaluation en cavités avec pustules rosâtres ou blanc -bleuâtres, mycélium central interne</p>	<p>Rotation, évitr les blesseures, trier à la récoltes</p>	

	<p>et rides concentriques en surface.</p>		
<p>Pourriture grise (<i>Botrytis cinerea</i>)</p>	<p>Feuilles :Taches brunes à la pointe, duvet gris foncé face interieure Tubercules :dépressi-ons cannellées en surface, pourriture brune et molle</p>	<p>Eviter les excés d’humidité Densité pour bonne aération Conditins de conservation</p>	
<p>Mildiou (<i>Phytophthora infestans</i>)</p>	<p>Tâches brunes au niveau de l’epiderme En interne zones marbées de couleur rouille à texture fibreuse ou graneleuse Aspet de pourriyure sèche pouvant évoluer Tubercules : tâches violacées brunâtres à l’exterieur, zones marbrées brunes à l’interieurs.</p>	<p>-Rotation longue,produits cupriques en culture. -Eviter l’excés d’himidité tri à la récolte.</p>	

<p>Alternariose <i>(Altrnaria solani)</i></p>	<p>Sur feuilles tâches nécrotiques brun noir avec anneaux concentrique sur les plus grosses Sur tubercules taches brines sèches et affaissées</p>	<p>-Variétés tolérantes -Plants sains -Effet secondaire du cuivre autorisé sur mildiou</p>	
<p>Virus</p>	<p>Nombreux virus transmis par nématodes, champignons du sol et pucerons</p>		

## I.2. Généralités sur les nématodes à kystes *Globodera* sp.

Le nématode doré (*Globodera rostochiensis*) et le nématode à kyste pâle (*Globodera pallida*) sont des vers ronds microscopiques, invertébrés et hétérotrophes qui peuvent causer des dommages considérables aux racines des plantes, essentiellement de la famille des Solanacées. Ces organismes sont des endoparasites sédentaires qui établissent une relation très étroite avec leur plante hôte (Sobczak et Golinowski 2011; Blanchard, 2006).

### I.2.1. Position systématique et principales espèces de *Globodera*.

#### I.2.1.1. Position systématique

La classification que nous avons retenue est celle de Stone (1977) et Reddy (1983)

**Embranchement** : Nematelminthes

**Classe** : Secernentea

**Sous classe** : Nematoda

**Ordre** : Tylenchida

**Super famille** : Heteroderidea

**Famille** : Heteroderidae

**Sous famille** : Heteroderinae

**Genre** : *Globodera*

**Espèce** : *Globodera rostochiensis*, *Globodera pallida*

#### I.2.1.2. Principales espèces de genre *Globodera*

Il existe deux espèces de nématodes à kystes: *Globodera rostochiensis* (Ro) et *Globodera pallida* (Pa).

#### *Globodera rostochiensis*

Nom: *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923); (Behrens, 1975)

Synonyme : *Heterodera rostochiensis* Wollenweber

Noms communs: Nématode doré de la pomme de terre (français)

Yellow potato cyst nematode, golden potato cyst nematode, golden nematode (anglais)

Kartoffelnematode (allemand)

Nemátodo dorado (español)

***Globodera pallida***

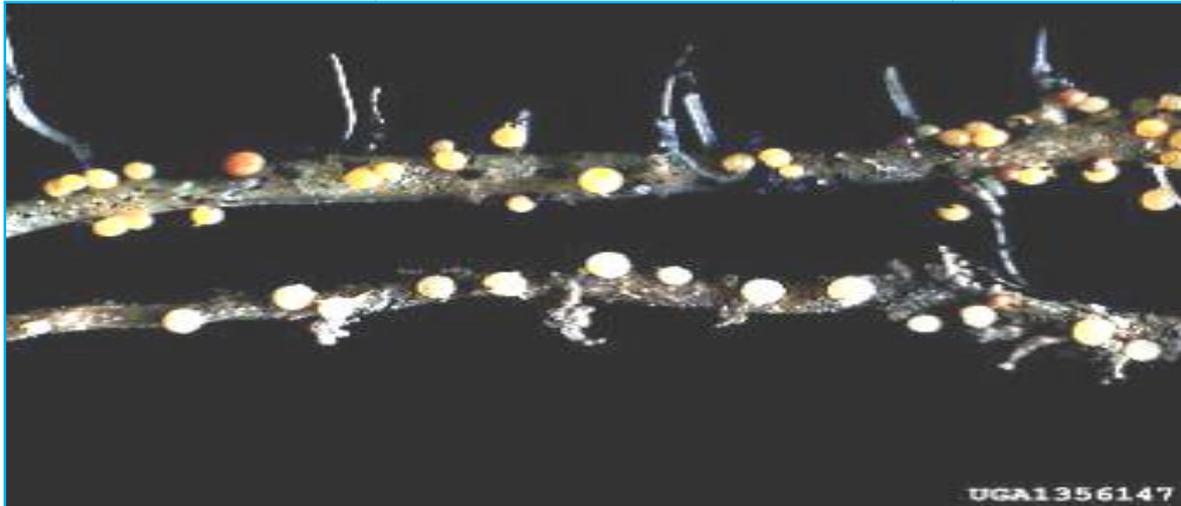
Nom: *Globodera pallida* (Stone, 1973) (Berhrens, 1975)

Synonymes : *Heterodera pallida* Stone

*Heterodera rostochiensis* Wollenweber

Nom communs: withe potato cyst nematode, pale potato cyst nematode (anglais),

Nématode blanc de la pomme de terre (français).



**Figure 04:** Les femelles de *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida* : les femelles de *G. pallida* changent directement du blanc au marron alors que les femelles de *G. rostochiensis* passent de jaune au doré avant qu'elles changent le marron ([http://www.bugwood.org/.](http://www.bugwood.org/))

### **I.2.3. Distribution géographique dans le monde et en Algérie**

#### **I.2.3.1. Dans le monde**

Les NKPT sont retrouvés dans plus de 58 pays (Brodie, 1999). En Amérique du Nord, l'occurrence des NKPT est relativement limitée, cependant, les conditions climatiques et de sols seraient propices à leur établissement (Brodie, 1999). La distribution des NKPT est relativement étendue au Mexique. En effet, le nématode doré se retrouve dans neuf états (Brodie, 1999). Aux États-Unis, le nématode à kystes pâles est retrouvé dans l'Idaho et le nématode doré dans l'état de New York (ACIA, 2011). Au Canada, le nématode à kystes pâles est retrouvé à Terre-Neuve et le nématode doré en Colombie-Britannique, à Terre-Neuve et au Québec (ACIA, 2011). En effet, la présence du nématode doré a été rapportée au Québec en 2006. Des analyses ont confirmé sa présence dans un champ de pommes de terre de consommation, dans la région de la Montérégie, à Saint-Aimable (Sun et al., 2007; Yu et al., 2010).

La distribution actuelle couvre les zones tempérées jusqu'au niveau de la mer et dans les tropiques à des altitudes plus élevées. Dans ces zones, la distribution est liée à celle de la pomme de terre.

### **I.2.3.2. En Algérie**

Ce nématode a été découvert pour la première fois en 1953 suite à l'introduction des semences de pomme de terre d'origine britannique à la fin de la Deuxième Guerre Mondiale. Une année après, il a été signalé dans le littoral algérois. En 1961, les surfaces contaminées se sont étendues très rapidement touchant 33 communes aux environs d'Alger. Après, il a été disséminé dans plusieurs wilayas du pays dont les plus importantes sont Ain Defla, Tipaza, Chlef, Mascara et Sétif (I.N.P.V, 2009).

### **I.2.4. Morphologie de nématodes à kyste**

#### **I.2.4.1. Les mâles**

Les mâles sont mobiles, filiformes et atteignent 1mm de long. (Schneider et Mugniery, 1971).

#### **I.2.4.2. Les femelles**

Les femelles se sont renflées considérablement, et sont devenues piriformes, puis à peu près sphérique. Elles font éclater l'écorce de la radicelle, le cou et la tête restant seuls plongés dans les tissus. Elles sont alors visibles à l'œil nu, sous forme de petites boules blanches fixées en chapelets aux racines (Schneider et Mugniery, 1971).

#### **I.2.4.3. Les kystes**

Les femelles se transforment, après fécondation, en sacs sphériques, résistants, de couleur brun-rouge, remplis d'œufs et appelés kystes. Ces kystes sont d'abord fixés aux tissus des racines, puis libérés dans le sol. Ils mesurent 0.3 à 0.9mm de diamètre (Fig. 05), et peuvent contenir cinquante à mille œufs, renfermant chacun une petite larve repliée sur elle-même, qui peut rester à l'état de vie ralentie pendant de nombreuses années (Schneider et Mugniery, 1971).

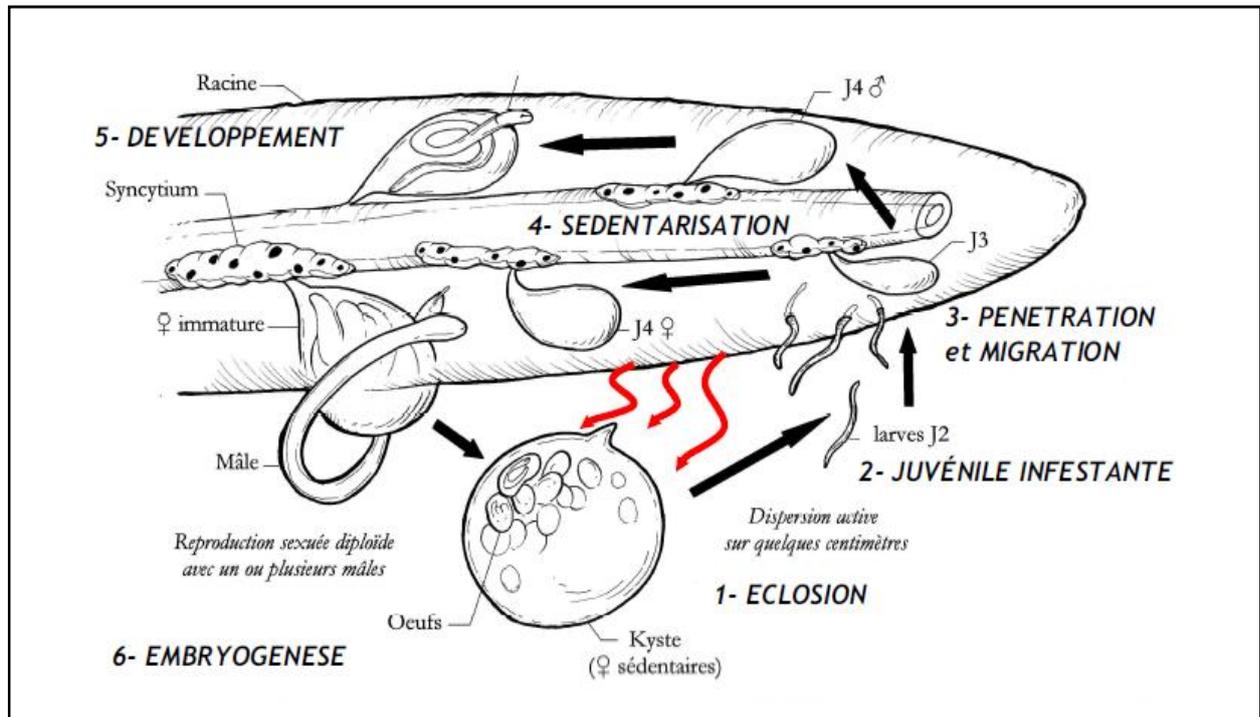


**Figure 05 :** Kyste de *Globodera* sp. (FNPT et al., 2012).

### **I.2.5. Le cycle de développement des nématodes à kyste et leur voie de pénétration dans les racines**

Les nématodes à kyste sont des endoparasites sédentaires qui passent par 4 stades juvéniles et un stade adulte. Le cycle de développement est illustré sur la figure 6 (ACIA, 2011). Le premier stade juvénile (J1) des nématodes à kyste se déroule à l'intérieur de l'œuf où le nématode mue pour donner un deuxième stade juvénile (J2) avant l'éclosion (Raski, 1950). Les exsudats racinaires stimulent l'éclosion des œufs dans le sol (Brodie, 1999). Les œufs éclosent sous forme de juvéniles infectieux de stade deux (J2). Le nématode doré a un stylet qui lui sert à percer les parois cellulaires. Ce stylet permet aussi au nématode d'injecter les sécrétions produites par ses glandes œsophagiennes, ainsi que d'aspirer le contenu cytoplasmique et les nutriments de la cellule de l'hôte (Williamson et Kumar, 2006). Après l'éclosion, les nématodes juvéniles entrent dans la racine de l'hôte et migrent dans le système vasculaire (Williamson et Kumar, 2006). Des modifications sont induites dans les cellules des racines pour former le syncytium. Il est la seule source de nutriments pour le nématode tout au long de sa durée de vie et il est formé par plus de 200 cellules fusionnées (Gheysen et Mitchum 2008). L'expansion du syncytium est assurée par la digestion des parois de nombreuses cellules adjacentes. Une fois le développement du syncytium complété, le nématode commencera à s'alimenter et deviendra sessile (Williamson et Kumar, 2006). Les J2 subiront deux mues successives, donnant des juvéniles J3 puis J4, avant de se transformer lors d'une dernière mue en adultes sexués, le mâle redeviendra mobile et migrera dans le sol pour aller féconder les femelles (ACIA, 2011) et les femelles restent en place et grossissent jusqu'à l'éclatement de l'épiderme de la racine et la libération d'un kyste. Les œufs se développent dans le corps de la femelle. Une fois leur

développement complété, la femelle meurt. Son corps durcira pour former une enveloppe protectrice les œufs. Un kyste peut contenir de 200 à 1000 œufs et rester viable dans le sol pour plus de 20 ans (ACIA, 2011). Lorsque les conditions sont favorables, le cycle recommence (Fuller *et al.*, 2008).



**Figure 06:** Cycle de développement des nématodes à kystes de pomme de terre de genre *Globodera* (Chauvin *et al.*, 2008).

### I.2.6. Plantes hôtes

Les différentes espèces de nématodes à kyste sont relativement spécifiques à l'hôte. Les espèces du genre *Globodera* ont une gamme d'hôte limitée à quelques espèces de la famille des Solanacées (Mugniery *et al.*, 1996).

Les NKPT sont des endoparasites sédentaires du système racinaire. Ils passent une grande partie de leur cycle de vie dans les racines de la plante hôte (Bélaïr, 2005). De nombreuses cultures différentes sont attaquées par des nématodes à kystes du genre *Globodera*, bien que généralement chaque espèce de nématode est spécifique à un hôte. Les plantes hôtes appartiennent toutes à la famille des Solanacées (Blanchard, 2006), et incluent notamment, la pomme de terre (*Solanum tuberosum*), la tomate (*Solanum lycopersicum*) et l'aubergine (*Solanum melongena*) (Bélaïr, 2005). Au total, 90 espèces du genre *Solanum* sont reconnues comme étant des hôtes de ces ravageurs, ainsi que quelques plantes spontanées telles que la

Morelle douce-amère (*Solanum dulcamara*) et la Jusquiame (*Hyoscyamusniger*) (Blancard, 2009).

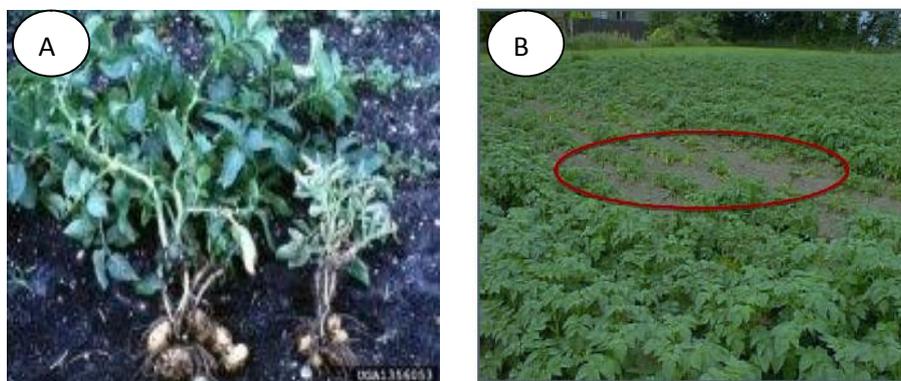
### I.2.7. Les symptômes

Les symptômes induits par l'attaque de nématode à kyste *Globodera* sp. ne sont pas spécifiques (EPPO/OEPP, 2004). On observe souvent des zones de croissance réduites dans un champ, parfois accompagnées de la décoloration, le jaunissement, le flétrissement, le ralentissement de croissance et la réduction de taille des tubercules en sont quelques exemples (Buisson et al., 2011; EPPO, 2009).

D'après Buisson et al. (2011), au niveau du champ, la présence de ces nématodes se caractérise par :

- Généralement une croissance retardée (nanisme), ou des foyers de végétation faible.
- Les zones infestées sont habituellement de forme ovale.
- Les plantes au centre de la zone sont les plus petites.
- Plus on s'éloigne du centre, plus les plantes sont développées.
- La fermeture du couvert végétal survient tardivement ou ne survient pas du tout.

*G. pallida* et *G. rostochiensis* qui sont surtout dommageables dans les régions à climat tempéré attaquent les racines de la pomme de terre et provoquent le même type de symptômes. Ils colonisent les racines et induisent une réduction du système racinaire, limitant ainsi l'absorption de l'eau et des minéraux. Ces symptômes sont similaires à ceux induits en cas de stress hydrique, de carence minérale ou d'excès de désherbant sur la culture de pomme de terre (Mugniery, 1996) (Fig. 07).



**Figure 07:** Symptômes de *Globodera* sp. (A) sur plants et tubercules (PADIL, 2010), (B) en plein champ de pomme de terre (Mugniery, 1996).

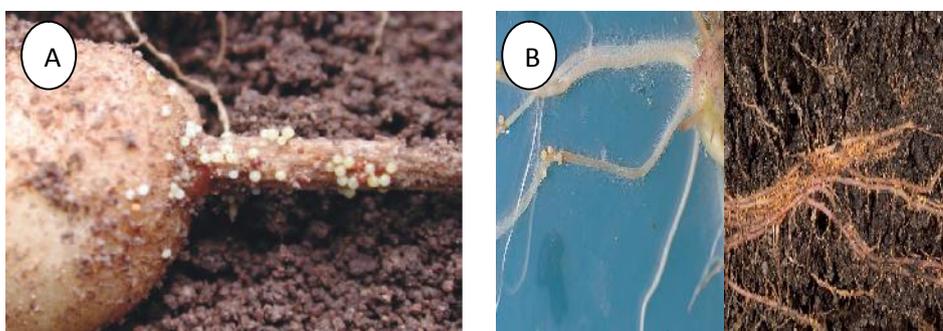
### I.2.8. Les Dégâts

Les nématodes phytophages sont des parasites obligatoires occasionnant des dégâts considérables sur les grandes cultures à travers le monde, représentant un coût d'environ 100milliards d'euros (Sasser et *al.*, 1987; Haq et *al.*, 2004). En effet, pratiquement aucune culture n'échappe à l'attaque d'au moins une espèce de nématodes, même s'il existe des différences quantitatives importantes suivant les espèces. Les coûts engendrés par les attaques de nématodes sont imputables aux :

- baisses de rendement (taille et poids des tubercules),
- problèmes de qualité des plantes (aspect) qui les rendent impropres à la commercialisation,
- augmentations d'irrigation pour pallier les perturbations subies par le système racinaire des plantes parasitées,
- interdictions d'exportation du fait du statut de quarantaine de certaines espèces,
- traitements nématicides très coûteux.

De plus, les dommages mécaniques causés par les NKPT créent des sites d'entrée pour d'autres organismes, comme les champignons et les bactéries (Turner et Evans, 1998; Whitehead, 1997). Ainsi, il en résulte des plants plus petits et dont la sénescence arrive plus tôt (Whitehead, 1997; Trudgill et *al.*, 1975). S'ajoutent à cela les problèmes environnementaux liés à la toxicité des produits nématicides actuellement sur le marché. Ainsi, les conséquences économiques et environnementales liées aux problèmes que posent les attaques de nématodes en matière de protection des plantes, sont à l'origine d'efforts importants pour mettre au point des méthodes de lutte durables et plus respectueuses de l'environnement. L'accent est particulièrement mis sur les nématodes qui causent le plus de dégâts, notamment les nématodes à kystes et à galles.

La figure 8 montre les symptômes de nématodes *Globodera* sp. sur les tubercules et racines de la pomme de terre.



**Figure 08** : Les dégâts de *Globodera* sp: (A) sur tubercules (Duvauchelle, 2013), (B) Sur les racines de pomme de terre (FNPT et *al.*, 2012).

## **I.2.9. Les facteurs favorables au développement de nématodes à kystes *Globodera***

### **I.2.9.1. Facteurs abiotiques**

#### **I.2.9.1.1. Les facteurs édaphiques**

Comme les nématodes sont des animaux édaphiques, les principaux facteurs influençant les conditions de sol agissent directement ou indirectement sur leur nocivité. Les facteurs les plus importants sont :

- **La texture du sol**

L'activité et les mouvements d'un nématode dans le sol pour atteindre son hôte sont fonction de la porosité du sol, de la taille des particules du sol et de l'épaisseur de la pellicule d'eau en présence (Jatala, 1987), c'est-à-dire les attaques sont plus sévères dans les sols légers et poreux. Or, après leur éclosion, les larves qui tendent à se diriger vers les racines, ne peuvent se mouvoir que dans un film d'eau, lequel est retenu par capillarité dans les pores du sol les plus petits, et sur le pourtour des pores les plus grands. Plus les pores de grande tailles seront rares, ou au contraire plus les pores de petite taille seront nombreux, plus les larves auront des difficultés à cheminer vers les racines (Schneider et Mugniery, 1971).

- **L'aération du sol (L'oxygène)**

L'aération du sol est aussi un facteur à considérer, car l'éclosion des larves, et leur migration vers les racines, sont d'autant plus rapides, que la quantité d'oxygène disponible dans le sol est plus élevée (Schneider et Mugniery, 1971).

Une mauvaise aération du sol diminue la durée de survie des nématodes et la densité de la population. Ceci est particulièrement vrai pour la survie des nématodes dans le cas de sols irrigués parce que l'apport d'oxygène est réduit considérablement pendant les périodes d'irrigation (Jatala, 1987).

- **Les propriétés chimiques du sol**

La salinité, le pH, les engrais et les pesticides agissent sur l'éclosion et l'activité des nématodes.

Les produits chimiques influencent les parasites soit par l'intermédiaire des plantes ou d'autres organismes soit directement. Par exemple, les composés azotés ajoutés au sol ou leurs produits de dégradation, ont une influence sur les microorganismes entraînant une diminution des populations de *Partylenchus pnetrans*. De même, l'application de nitrate de sodium (NaNO<sub>3</sub>)

et de nitrate d'ammoniaque (NHNO) réduit l'éclosion, la pénétration et le développement des nématodes à kystes (Jatala, 1987).

### I.2.9.1.2. Facteurs climatiques

Le climat joue un rôle important dans l'évolution des ces parasites (Schneider et Mugniery, 1971).

- **La température**

La température a un effet considérable sur le développement des *Globodera*. Les basses températures stimulent l'éclosion et le développement des larves, alors que les hautes températures les inhibent. En effet, les températures au-dessous de zéro, en l'occurrence, s'avèrent nuisibles pour les nématodes. Les larves ne peuvent éclore que si la température du sol dépasse 7°C. (Schneider et Mugniery, 1971). *G. rostochiensis* éclot mieux dans les températures 15 et 20°C alors que pour *G. pallida*, la température optimale pour l'éclosion est quelque peu basse, entre 10 et 20°C (Salazar et Ritter, 1993).

- **L'humidité**

La fluctuation d'humidité au sol provenant des précipitations ou d'irrigation est le principal facteur influençant la dynamique des populations de nématodes (Sawyer, 1972). Un excès d'humidité entraîne un manque d'oxygène et une augmentation des toxines de microorganismes anaérobies. Un manque d'humidité dans le sol et un dessèchement entraînent l'inactivité et éventuellement la mort, sauf en cas d'adaptation spéciale pour la survie comme dans le cas de *Globodera* et *Nacobbus*. Les kystes de *Globodera* supportent la dessiccation et les œufs qu'ils contiennent peuvent survivre 20 ans et plus (Jatala, 1987).

### I.2.9.2. Les Facteurs biotiques

- **La plante hôte**

Les nématodes à kyste du genre *Globodera* sont des parasites telluriques responsables de dégâts considérables à l'échelle de la planète sur une gamme d'hôte quasiment restreinte aux *Solanacées* (Blanchard, 2006). Outre la pomme de terre, la tomate peut également être attaquée, bien qu'à un degré moindre. Cette spécificité est essentiellement due aux exsudats radiculaires des *Solanacées* qui entraînent une éclosion massive et rapide des larves infectantes situées dans les kyste, éclosion loin forte avec *Globodera pallida* que chez *Globodera rostochiensis* (Rousselle et al., 1996).

D'autres facteurs qui influencent la croissance de la plante ont aussi un effet sur les nématodes. De plus, la résistance de la plante et les mauvaises herbes qui entretiennent les populations de nématodes sont en relation directe avec l'augmentation des populations de nématodes et la gravité des dégâts (Jatala, 1987).

- **La Matière organique**

L'incorporation de matières végétales décomposées dans le sol en grande quantité peut diminuer les populations de nématodes. Ces matières organiques décomposées stimulent les populations de champignons, de bactéries et d'autres micro-organismes existant dans le sol qui sont des antagonistes aux nématodes (Badra et al., 1979 ; Muller et Gooch, 1982 ; Rhoades et Forbes, 1986 ; Rodriguez-Kabana et Morgan-Jones, 1984).

#### **I.2.10. Moyens de déplacement et de dissémination**

Les nématodes ne peuvent se déplacer que sur de courtes distances (EPPO/OEPP, 2004). La propagation se fait de manière passive et active.

- La dispersion active : les juvéniles infestant se déplacent dans le sol même si leur petite taille (~ 500 Mm) ne leur permet pas de migrer au delà d'un mètre. Ils ne peuvent donc pas se disperser facilement de champ en champ.
- La dispersion passive : les kystes, forme de survie des nématodes à kyste contenant les œufs, peuvent facilement être transportés par les activités humaines (le matériel agricole, les chaussures, ou encore l'eau d'irrigation). Le vent peut également propager les kystes, très légers, à plus longue distance. Enfin, des transports occasionnels mais sur de très longues distances peuvent se faire au cours des importations/exportations de plantes ou de tubercules contaminés (EPPO/OEPP, 2004).

#### **I.2.11. Méthodes de lutte contre les nématodes à kystes *Globodera* sp.**

Les nématodes à kyste de la pomme de terre constituent une grande menace pour le commerce international (Burns, 2009). Il faut donc prendre toutes les précautions nécessaires pour empêcher l'introduction et la propagation de ces phytovoleurs.

Il y a plusieurs méthodes pour lutter contre les nématodes phytoparasites. Selon la nature de la méthode employée, elles peuvent être regroupées en quatre catégories principales : les pratiques culturales, les méthodes physiques, la lutte biologique et la lutte chimique.

### **I.2.11.1. Lutte préventive**

Elle consiste en différentes pratiques : contrôle des végétaux aux frontières pour éviter l'introduction de nouvelles populations sur un territoire, nettoyage des machines agricoles pour éviter les contaminations inter parcelles et la rotation des cultures pour éviter la multiplication du pathogène. Cependant, les capacités de survie des nématodes dans le sol sont supérieures à dix années et rendent cette méthode difficilement applicable. Il est admis qu'un minimum de sept ans est nécessaire entre deux cultures de pomme de terre (Mugniery et Phillips 1989).

On peut aussi lutter préventivement contre ces parasites en Utilisant du matériel de reproduction sain (plants, bulbes à fleurs), en contrôlant régulièrement la présence de symptômes sur les plantes-hôtes et en cas de doutes, faire procéder à une analyse en laboratoire. L'utilisation de variétés résistantes c'est l'alternative la plus intéressante et la moins onéreuse (Chauvin et *al.*, 2008).

### **I.2.11.2. Lutte curative**

#### **I.2.11.2. 1. Lutte culturale**

L'objectif de cette méthode est d'abaisser le niveau de population au dessous du seuil de nuisibilité par utilisation de plantes nématicides ou de plantes pièges (Scholte, 2000).

Elle consiste en la modification les pratiques culturales pour éviter la multiplication du nématode :

- L'emploi de la jachère qui permet de réduire la population des nématodes de moitié voire plus (Mugniery, 1975). Les champs nus, sans plantes adventices, et labourés et exposés au soleil, privent les nématodes de leur alimentation, et sont, donc, un bon moyen de réduire la population des nématodes. L'irrigation pendant les périodes sèche peut aussi aider à réduire les populations de nématodes, sous réserve que les mauvaises herbes soient contrôlées efficacement (Overman, 1964; Rhoades, 1982; Johnson et Fassuliotis, 1984).

-La rotation des cultures, 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 (Baldwin, 2006).

-Récolte précoce des pommes de terre avant maturité des nématodes, par exemple (Rousselle et *al.*, 1996).

-éviter les semis ou plantations d'espèces sensibles dans des terrains contaminés et le repiquage des plants déjà atteints. Pour obtenir une destruction complète, il est nécessaire de ne pas cultiver

de pommes de terre sur un sol contaminé pendant une période d'au moins cinq ans. Ces méthodes ne sont pas forcément les plus adaptées ou les plus faciles à mettre en place (Blanchard, 2006).

#### I.2.11.2.2. Lutte physique

Il existe deux moyens de lutte physique :

- **La solarisation** (augmentation de la température du sol, en surface, par bâchage), Cette technique de lutte estivale après récolte, consiste à bâcher la parcelle sous un film plastique pour capturer les radiations solaires et chauffer le sol en profondeur pour détruire les kystes. Ce processus désinfecte le sol des nématodes et des autres phytopathogènes (Guet, 2003). Cependant, cette solarisation change la microflore, qui peut engendrer des effets négatifs. Une autre méthode thermique pour désinfecter le sol est la vaporisation. Elle consiste à introduire de la vapeur d'eau dans le sol sous les bâches en plastique pour augmenter la température à un niveau létal pour les organismes nuisibles vivants dans le sol (Braga et al., 2001).
- **L'inondation** (les nématodes meurent par asphyxie), l'inondation tard à l'automne augmente la formation de glace dans le sol et diminue la survie des nématodes lors de nos hivers rigoureux (Dufour et al., 2003). Ce sont deux moyens très peu utilisés pour des raisons pratiques (manque d'ensoleillement, utilisation des parcelles difficile après inondation, coût).

#### I.2.11.2.3. Lutte chimique

Il existe trois types de traitements chimiques :

- les fumigants : qui ont des propriétés nématocides, Ils détruisent les nématodes dans le sol donc, utilisables avant ou après la culture de pomme de terre (Franco, 1987).
- Les carbamates : désorientent les juvéniles infectants qui ne peuvent pénétrer dans les racines.-Les organophosphorés : ont une double action et doivent donc être utilisés à la plantation (Rousselle et al., 1996).

Les organophosphorés et les carbamates sont très efficaces, induisant 80 à 90% de mortalité. Cependant, en Europe, leur utilisation est limitée ou interdite du fait de leur toxicité pour l'environnement et pour l'utilisateur (Blanchard, 2006).

#### I.2.11.2.4. Lutte biologique

La lutte biologique contre les nématodes phytoparasites emploie des organismes vivants antagonistes aux nématodes comme des champignons ou des bactéries (Stirling, 1991 ; Davies et Spiegel, 2011). Différents types des champignons sont utilisés en lutte contre les nématodes phytoparasites ont été décrits tels que : Les champignons prédateurs comme *Arthrobotrys irregularis*, Les champignons ovicides comme *Paecilomyces lilacinus* (Jatala *et al.*, 1979 ; Cayrol *et al.*, 1992 ; Kiewnick et Sikora 2006) ou *Verticillium chlamydosporium*, qui attaquent les embryons dans les œufs de nématodes (Godoy *et al.*, 1983 ; Kerry *et al.*, 1984 ; Rodriguez-Kabana *et al.*, 1984 ; Kerry et Deleu, 1991).

Ils existent aussi des bactéries antagonistes des nématodes, par exemple, *Pasteuria* sp. Une bactérie à endospores. *Pasteuria* sp. sont des agents pathogènes de plusieurs genres de nématodes phytoparasites (Brown *et al.*, 1985 ; Bird et Brisbane, 1988; Gowen et Ahmed, 1990 ; Gowen et Tzortzakakis, 1994).

Des nombreuses plantes, par exemple les tagetes, le ricin, la perdrix, le pois, les asperges et le sésame, possèdent des propriétés nematicides. Les tagetes sont les plantes le plus étudiées pour leur propriétés nematicides (McSorley, 1999 ; Ploeg, 1999; 2002). Ces plantes peuvent être cultivées pour protéger les cultures sensibles aux nématodes phytoparasites, en culture intercalaire ou en rotation en tant qu'autre culture. Ces plantes peuvent aussi être utilisées comme un engrais vert qui va être enfoui avant la culture sensible. De même, les extraits de ces plantes peuvent être appliqués dans le sol ou en traitant les plantules par ces extraits (Duval, 1993).

#### I.2.11. 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, physiques et biologiques, de manière raisonnable, efficace, durable et économique, avec la préservation de l'environnement.

La lutte intégrée contre les nématodes consiste principalement à établir des rotations culturales avec, lorsqu'ils existent, l'introduction de cultivars résistants. Cette technique est applicable de ce fait essentiellement à des parasites oligophages. Des résultats très prometteurs ont été apportés par les travaux de (Mugniery ,1982) sur le nématode de la pomme de terre, *Globodera rostochiensis*.

Les cultures-pièges de pomme de terre (récolte de la plante-hôte de variété hâtive avant que le parasite n'ait terminé son cycle) conduisent à une diminution annuelle du ravageur de 80 %. Ainsi deux années de culture-piège combinées à un traitement nématocide conduit à une réduction moyenne de 98.5 % de la population.

*Chapitre II*  
*Matériel et Méthodes*

## II.1. Objectif de l'étude

- Evaluer le degré d'infestation de quelques parcelles cultivées en pomme de terre dans les wilayas d'Ain Defla et de Blida par les nématodes à kystes *Globodera* sp. Etude comparative de la répartition géographique de ce ravageur dans les deux wilayas.
- Enquête sur ces nématodes auprès des agriculteurs des deux wilayas.

## II.2. Présentation des régions d'études

### II.2.1. Présentation de la région d'étude (wilaya d'Ain Defla)

#### II.2.1.1. Situation géographique

La wilaya d'Ain Defla est située à 145 km au sud- Ouest d'Algérie et s'étend sur une superficie de 4260 km<sup>2</sup>, (D. S. A D'Ain Defla ,2011).

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 comprend 14 daïras qui regroupent de 36 communes.

#### II.2.1.2. Limites géographiques de la wilaya

La wilaya d'Ain Defla est limitée par 05 wilayas. Au nord, elle est limitée par Tipaza, à l'Est par la wilaya de Blida, à l'Ouest par Chlef et au Sud par Tissemsilt (Fig 09).



Figure 09: Situation géographique de la région d'Ain Defla (DSA, 2016)

### **II.2.1.3 Caractéristiques pédologiques**

L'étude géologique effectuée par Boulaine en 1957 révèle que les sols de la wilaya sont meubles, fertiles et de texture variable avec prédominance d'éléments fins (80%) dont plus de (45%) d'argile, (DSA d'Ain-Defla, 2011). Cette particularité leur confère une plasticité excessive, qui les rend difficiles à travailler. La perméabilité est faible et on note une battance importante d'où une mauvaise stabilité structurale. Les meilleurs sols sont répartis de part et d'autre de l'Oued Chélif sur toute la vallée du Chélif avec une superficie globale d'environ 65000 ha.

On distingue une mosaïque de texture à savoir :

- Sols limono-argileux.
- Sols argilo-limoneux.
- Sols sablo- limoneux
- Sols calci-magnésiques.
- Sols fer-sialitiques.

### **II.2.1.4. 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 est court. L'automne est très bref. Une série d'étages climatiques qui va du subaride au fond de la vallée au subhumide sur les reliefs. Cette situation est liée à l'orographie : plus l'altitude est élevée plus l'étage est humide. De même pour l'enneigement qui touche les reliefs de plus de 600 m d'altitude.

Un écart de température de 20°C entre les températures du mois de janvier et celle d'août. L'été s'étend sur 5 à 6 mois environ avec des masses d'air chaud à partir du mois de mai. La pluviométrie reste variable et atteint 500 à 600 mm/an.

## **II.2.2. Présentation de la région d'étude (wilaya de Blida)**

### **II.2.2.1. Situation géographique**

Blida est l'une des wilayas les plus anciennes d'Algérie, son chef lieu est connu sous l'appellation: **Ville des roses.**

La Wilaya de Blida est située au Nord de l'Algérie dans la région centre, à 40 Km d'Alger et s'étend sur une superficie totale de 148200 ha. Une grande partie de la plaine

sublittorale de la Mitidja, 53%. Le piémont (entre 200 et 600 m d'altitude) 23% ; ainsi que les montagnes de l'Atlas Blidéen (qui culminent à 1600m) 24%.

C'est la plaine de la Mitidja et les contreforts de l'Atlas Blidéen qui font de la Wilaya une zone à haut potentiel agricole, et qui constitue la principale activité économique (pour une contribution à hauteur de 80%).

La wilaya de Blida regroupe 10 daïras, 25 communes et 08 subdivisions agricoles (D. S. A de Blida, 2016).

### II.2.2.2. Limites géographiques de la wilaya

La wilaya de Blida est limitée au nord par les wilayas d'Alger et Tipaza, à l'ouest par la Wilaya de Ain Defla, au sud par la wilaya de Médéa à l'est par les wilayas de Bouira et de Boumerdes (Fig.10).



Figure 10: Situation géographique de la région de Blida (DSA, 2016).

### II.2.2.3. Caractéristiques pédologiques

Au niveau de la plaine de la Mitidja, les sols sont caractérisés en majorité de type peu évolué, dépôts alluviaux récents et profonds, de texture hétérogène, de grossière à fine.

Certaines zones sont caractérisées par des sols calcimagnésiques à teneur en fer lourds, de texture limono-argileuse à argilo-limoneuse, peu profonds à profonds sur encroûtement calcaire et potentiellement fertiles.

En général, le taux de matière organique sont faibles.

#### **II.2.2.4. Caractéristiques climatiques**

Le climat est méditerranéen avec une influence continentale (surtout en été, vent sud : sirocco). C'est un climat de latitude moyenne tempérée humide, avec des hivers pluvieux et moyennement doux, et des étés chauds et secs.

La température est modérée dans l'ensemble, les moyennes varient de 12,5°C (en Janvier) et 25,5°C (en Août). Des pics de chaleur de +37°C sont enregistrés en été (Juillet-Août).

La pluviométrie est généralement plus importante dans l'Atlas que dans la plaine. Elle est irrégulière et comprise entre 600 et 900mm/an ; on enregistre fréquemment de très fortes averses qui causent l'érosion des sols et des dégâts aux végétaux. Les précipitations atteignent leur apogée en Décembre, Janvier et Février, mois qui donnent environ 30 à 40 % des précipitations annuelles.

### **II.3. Enquête sur les nématodes à kystes *Globodera* dans la région d'AinDefla et de Blida**

#### **II.3.1. Problématique**

Les nématodes à kyste du genre *Globodera* sont des endoparasites sédentaires qui sont responsables de la formation de sites nourriciers complexes (syncytium) dans les racines des plantes infectées (Sobczak et Golinowski, 2011). Ils causent des dégâts considérables à l'échelle de la planète sur une gamme d'hôtes quasiment restreinte aux Solanacées y compris la pomme de terre. Ils sont classés comme parasites de quarantaine dans plusieurs pays. Pour avoir des informations sur ces parasites, nous avons établi un questionnaire ayant pour objectif d'avoir une idée plus précise sur ce problème dans les régions de Blida et d'Ain Defla : connaissance de ces nématodes et leur importance économique par les agriculteurs, Effet du mode de conduite de la culture de la pomme sur le développement et la désamination de ces parasites et le rôle assuré par les services agricoles, l'institut de protection de végétaux et les agriculteurs dans la lutte.

#### **II.3.2. La méthodologie**

Pour rassembler le maximum d'informations et connaître la réalité sur le terrain concernant les nématodes à kystes *Globodera*, dans les régions d'étude nous avons réalisé une enquête...

##### **II.3.2.1. Phase pré enquête**

Notre étude bibliographique nous a donné une idée globale sur les régions d'étude et permis de situer notre travail et élaborer le questionnaire orienté aux agriculteurs.

### **II.3.2.2. Enquête auprès des agriculteurs**

#### **II.3.2.2.1. Choix de l'échantillon**

Le choix des échantillons enquêtés se fait de façon à assurer la représentativité de l'enquête en fonction de l'accessibilité aux exploitations agricoles (enquête sur 27 exploitations agricoles dans la région d'Ain Defla et 12 exploitations agricoles dans la région de Blida) :

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

#### **II.3.2.2.2. Elaboration du questionnaire**

L'enquête consiste à utiliser un questionnaire qui s'oriente aux agriculteurs et aux responsables des différentes exploitations agricoles. Il comporte quatre sections principales :

- Localisation de l'exploitation (des wilayas, des communes, ...)
- Type de l'exploitation
- Caractéristiques du site et mode de conduite de la culture
- Connaissance des agriculteurs sur les nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre
- Méthodes de lutte utilisées contre ces parasites.

#### **II.3.2.2.3. Déroulement de l'enquête sur le terrain**

Des difficultés sont parfois rencontrées par l'enquêteur pendant notre étude dans la région d'Ain Defla. Les réponses des agriculteurs étaient incomplètes. D'autres agriculteurs ont refusé de répondre à notre questionnaire. Par contre dans la région de Blida la majorité des agriculteurs ont bien reçu le questionnaire et ont répondu à toutes les questions (ils sont des Ingénieur agronome ou des agriculteurs qualifiés)

### **II.4. Etat d'infestation de quelques parcelles par les nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre dans les wilayas d'Ain Defla et de Blida.**

#### **II.4.1. Choix des parcelles**

Les sites d'étude sont situés dans neuf communes de la wilaya D'Ain Defla, à savoir, Rouina (Sidi Hamou), Mekhatria, Ain Defla (Znadra), Ain Bouyahia, EL Amra, EL Attaf,

Zeddine, Djendel, Bir Ould khelifa(Fig. 11) et quatre communes situées à Blida de Blida telque : Meftah, Ain Romana, El Afroun et Mouzaia(Fig . 12). Ces communes sont connues par leur production de pommes de terre.

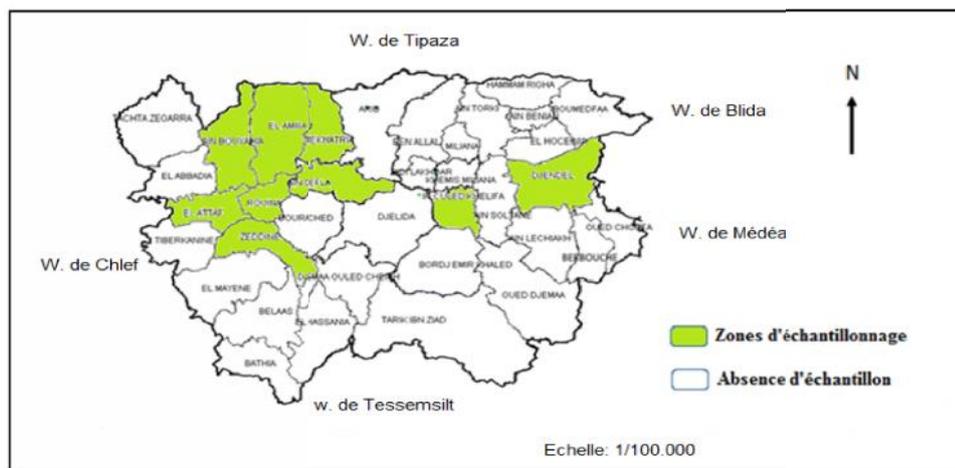


Figure 11 : Localisation des stations d'études (la région D'Ain Defla) (DSA, 2016).

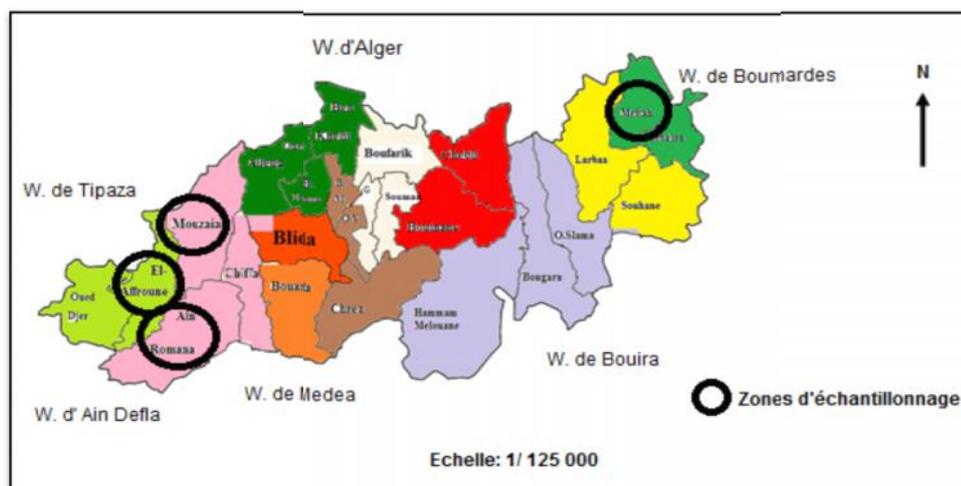


Figure 12 : Localisation des stations d'études (la région de Blida) (DSA, 2016).

#### II.4.2. Analyse nématologique

L'analyse nématologique est nécessaire pour évaluer l'état d'infestation de quelques parcelles cultivées en pomme de terre appartenant à différentes régions par les nématodes à kystes du genre *Globodera* sp. Cette technique permet une estimation quantitative des

populations de nématodes présents dans le sol, ainsi que leur identification. L'analyse nématologique passe par trois phases successives et complémentaires (Merny et Luc, 1969) :

- l'échantillonnage du sol.
- L'extraction.
- La récupération et le comptage des kystes.

#### **II.4.2.1. Echantillonnage du sol**

L'échantillonnage est effectué dans des parcelles cultivées en pomme de terre. Les échantillons sont prélevés dans 27 parcelles situées dans 09 communes de la wilaya d'Ain Defla et 12 parcelles situées dans 04 communes de la wilaya de Blida : Le premier échantillonnage est réalisé dans la wilaya d'Ain Defla au mois de Décembre 2015 (pendant la culture d'arrière saison), le deuxième échantillonnage est réalisé dans la wilaya de Blida du mois d'Avril 2016 (pendant la culture de saison), au moment où la plante est en phase de maturation (approche de la récolte).

Selon Merny et Luc (1969), la technique utilisée est celle de l'échantillon global qui consiste à prélever des échantillons élémentaires dans plusieurs points de la parcelle qui vont être réunis en un seul échantillon global. Nous avons prélevé 20 échantillons élémentaires d'environ 100g selon les deux diagonales de la parcelle qu'on a mélangé en un échantillon global d'environ 2 kg représentatif de la parcelle (pour palier à l'hétérogénéité de la distribution des nématodes). Les prélèvements sont effectués à l'aide d'une binette dans la couche du sol de 15 à 30 cm (Fig. 13).

Les échantillons sont mis dans sacs en plastique juste après le prélèvement. On note la date d'échantillonnage, la wilaya (commune, ville ou village proche), toutes les informations nécessaires (la variété cultivée, type d'irrigation, précédent cultural, méthodes de lutte utilisées ...etc.).



**Figure 13** : Prélèvement des échantillons (Original).

#### II.4.2.2. Séchage

Le sol est étalé sur un journal dans un endroit bien aéré pour permettre son séchage qui dure de 2 à 3 jours (Fig.14) (le séchage est une étape importante qui assure la flottaison des kystes).



**Figure 14:** Séchage du sol (Original).

#### II.4.2.3. Le pesage

Le sol préalablement séché est pesé à l'aide d'une balance de précision. Quatre sous échantillons pesant 250 d chacun sont constitués à partir de l'échantillon global de chaque parcelle. Ils vont constituer des répétitions pour l'analyse (Fig. 15).



**Figure 15 :** pesage de sol (Original).

#### II.4.2.4. Extraction

Dans le but de séparer les kystes de *Globodera* des autres matériaux, nous avons utilisé la méthode classique décrite par Fenwick en (1940) et modifiée par Oostinbrink en 1960 (Nakachien et jacquemont, 1971), qui est basée essentiellement sur le principe de flottaison des kystes.

Les kystes secs, quelque soit leur contenu, ont une densité inférieure à 1 mm. 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 (Nakachien et jacquemont, 1971).

##### II. 4.2.4.1. Description de l'appareil de Fenwick

L'appareil de Fenwick (Fig. 16) est un grand récipient métallique de forme conique plus large à la base qu'à la surface. L'appareil est muni d'un demi-cylindre qui porte une gouttière périphérique inclinée vers le bas avec un orifice conçu pour l'évacuation et l'écoulement de l'eau et des matériaux légers. Il est constitué d'un orifice à sa base qui se trouve au sens contraire de la gouttière pour vider l'appareil après la récupération de la matière organique accompagnée des kystes.

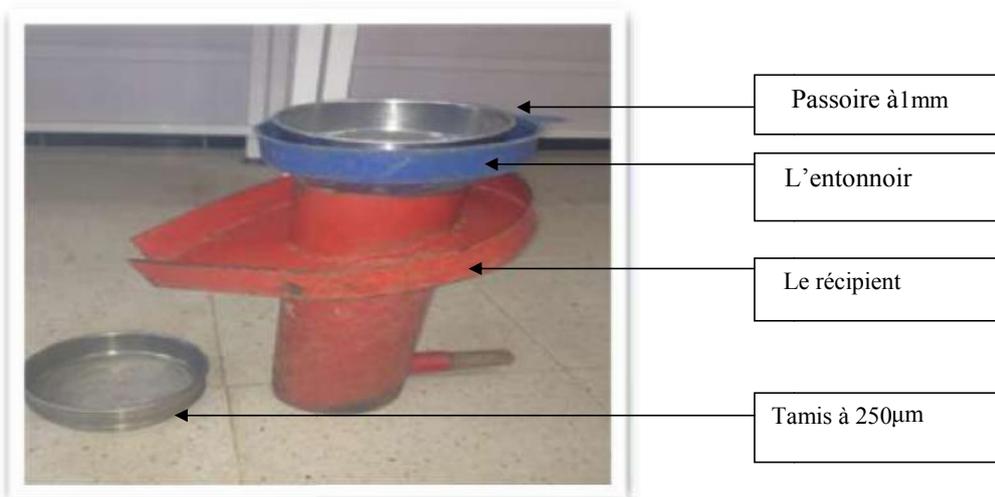


Figure 16 : L'appareil de Fenwick (Original)

Mis en forme : Centré

#### II.4.2.4.2. Méthode d'extraction

A partir des sous échantillons de 250 g sont constitués, chaque petit échantillon est mis dans un tamis de 1mm de maille, à l'aide d'un courant d'eau, le sol est entraîné dans l'appareil à travers le tamis. Les gros éléments (débris végétaux, petite pierre) restent dans la passoire, les kystes et les particules fines (débris organiques) entraînés dans le récipient où ils flottent et débordent à travers la gouttière de l'appareil dans un tamis de 250 microns (Fig. 17). 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 (Fig. 18).



Figure 17 : Extraction de nématodes à kystes à l'aide de l'appareil de Fenwick (Original).



Figure 18 : Récupération de l'extrait à l'aide d'une pissette (Original).

#### II.4.2.5. Prélèvement des kystes

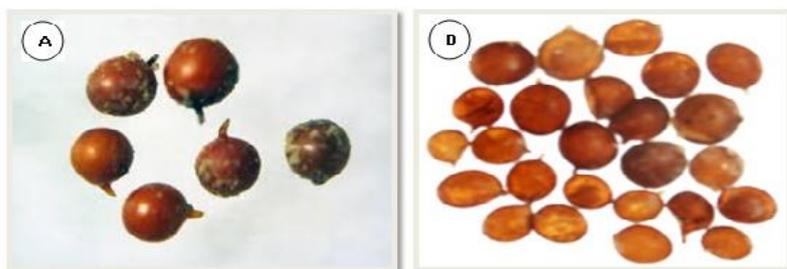
L'examen des extraits (mélange des kystes et matière organique) se fait sous une loupe binoculaire  $\times 2$  et le prélèvement des kystes se fait à l'aide d'un pinceau fin humidifié (fig.19). Les kystes sont mis dans une autre boîte de Pétri portant du papier filtre et une étiquette où sont mentionnées les informations nécessaires (la région, numéro de parcelle et répétition).



**Figure 19 :** Récupération des kystes sous une loupe binoculaire (Original).

#### II.4.2.6. Dénombrement des kystes

Le dénombrement des kystes se fait sous une loupe binoculaire. À l'aide d'un pinceau très fin, on sépare les kystes pleins (Fig. 20A) et les kystes vides (Fig.20B), puis on les dénombre. Les kystes pleins sont reconnus grâce à leur couleur marron foncée ou parfois claire (jaune) et leur aspect turgescents, alors que les kystes vides sont identifiés par leur couleur claire (jaune) qui, par transparence, au contact d'une goutte d'eau, apparaissent dépourvus des œufs et/ou des juvéniles.



**Figure 20:** Différence entre les kystes pleins (A) et les kystes vides (B) (original).

#### II.4.2.7. Dénombrement des œufs et des juvéniles et estimation des degrés d'infestation

Sous une loupe binoculaire on dépose le kyste sur lame portant une goutte d'eau et on procède à son écrasement à l'aide d'un scalpel (Fig. 21). On le vide de son contenu et on dénombre tous les œufs + les juvéniles libérés. Les degrés d'infestation sont estimés par les nombres d'œufs + juvéniles contenus dans un gramme du sol. On déclare que la parcelle a atteint le seuil de nuisibilité si la densité est de 10 œufs et juvéniles par gramme du sol.



**Figure 21:** Kyste de *Globodera* écrasé (original).

### II.5. Analyse statistique des résultats

L'analyse statistique des résultats a été effectuée à l'aide du logiciel STATISTICA (version 6.1). L'analyse de la variance ANOVA a été appliquée pour tester la signification de la variance des moyennes pour les variables étudiées (Nombre de kystes pleins, vides et totaux et le degré d'infestation) en fonction de la région. De même, pour classer les différentes régions en fonction des variables liés au degré d'infestation (Nombre de kystes pleins par 200 du sol et nombre d'œufs et juvéniles par g du sol), nous avons établi une classification hiérarchique ascendante par la méthode de saut minimum.

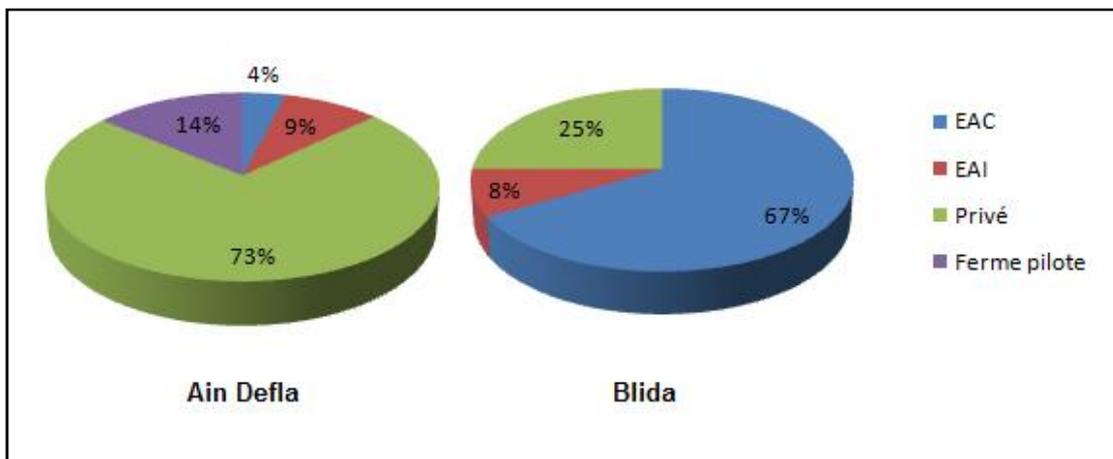
*Chapitre III*  
*Résultats et discussion*

### III.1.Résultats

#### III.1.1.Enquête sur les nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre dans les wilayas d'Ain Defla et de Blida

##### III.1.1.1.Statut des exploitations enquêtées

Dans la wilaya d'Ain Defla, les exploitations enquêtées sont regroupées en quatre groupes selon leur statut. En effet, (73%) des exploitations sont des privés et 14% des exploitations sont des fermes pilotes. Les autres exploitations sont soit des exploitations individuelles (9%) ou collectives (4%). Par contre, dans la wilaya de Blida la plupart des agriculteurs sont des exploitations collectives avec (67%) ou des fermes pilotes (25%). Les autres exploitations sont des exploitations privées 8% (Fig. 22).



**Figure 22:** Statut des exploitations agricoles enquêtées.

##### III.1.1.2. Niveau de formation agricole des agriculteurs enquêtés

D'après les résultats illustrés par la figure 23, on note que parmi les agriculteurs enquêtés à Ain Defla, un grand pourcentage (86%) n'a acquis aucune formation agricole. Cependant, peu d'agriculteurs (14%) sont soit des ingénieurs agronomes ou des agriculteurs qualifiés. Par contre, à Blida, on remarque qu'un grand pourcentage (75%) des agriculteurs est formé. Ils sont des techniciens (33%), des ingénieurs agronomes (25%) ou des agriculteurs qualifiés (17%).

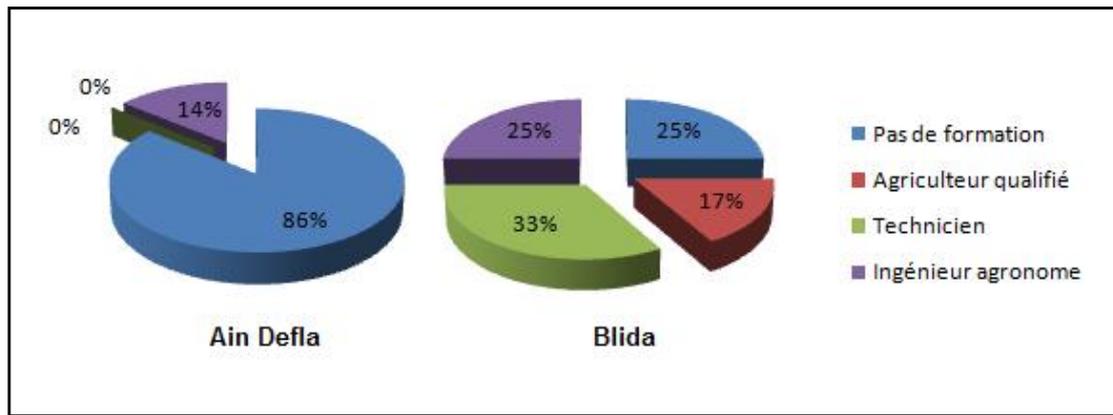


Figure 23: Niveau de formation des agriculteurs enquêtés.

### III.1.1.3. Type de culture et destination

#### III.1.1.3.1. Type de culture

A Ain Defla, la culture de pomme de terre est pratiquée deux fois durant une campagne agricole (saison et arrière saison), notre enquête a été effectuée pendant la culture d'arrière saison. Par contre, à Blida, d'après les informations recueillies auprès de la DSA, la culture d'arrière est peu pratiquée. C'est pour cela, que notre enquête a été effectuée pendant la culture de saison.

#### III.1.1.3.2. Destination

Dans la wilaya d'Ain Defla, la majorité des agriculteurs enquêtés (95%) cultivent la pomme de terre de consommation, à l'exception d'un agriculteur qui a déclaré qu'il cultive la pomme de terre pour la consommation et il sélectionne une partie de la production pour l'utiliser comme semence. Par contre dans la wilaya de Blida, la plus part des agriculteurs enquêtés (67%) font la multiplication de semences et le reste (33%) cultivent la pomme de terre de consommation (Fig. 24).

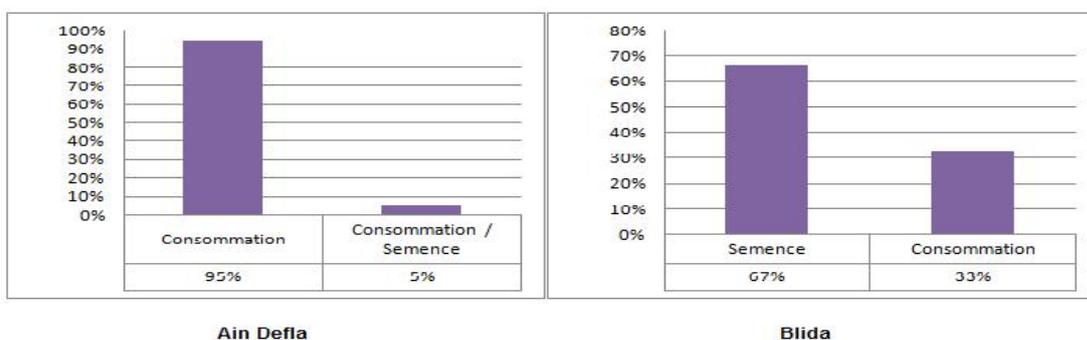


Figure 24: Destination des pommes de terre cultivées dans les exploitations enquêtées.

### III.1.1.4. Présentation des exploitations enquêtées

Les tableaux 06 et 07 présentent les situations et les superficies des exploitations étudiées dans les deux wilayas. Les données indiquent que la pomme de terre occupe une place importante dans le système de production dans la majorité des exploitations enquêtées (100%des superficies à El Amra, 91,66% à Ain Bouyahia....); Cependant, quelques données sont manquantes (Rouina, Mekhatria et Ain Defla) car les agriculteurs n'ont pas répondu aux questions relatives aux superficies. Au niveau de la wilaya de Blida, l'importance de la pomme dans les différentes exploitations est moindre (les pourcentages des superficies cultivées en pomme de terre varient de 4,94% à El Affroun et enregistré à 44,44% à Ain Romana).

**Tableau 06: Situation et superficies des exploitations enquêtées dans la wilaya d'Ain Defla**

Les sites d'études	N° d'exploitation enquêtées	Superficie e étudié (ha)	Superficie totale des pommes de terre (ha)	Superficie totale de l'exploitation (ha)	% des superficies cultivées en pomme de terre
<b>Ain Bouyahya</b>	02	11	22	24	91,66
<b>Djendel</b>	03	19	60	600	10
<b>Attaf</b>	03	12.5	20	22	90,90
<b>El Amra</b>	02	7.8	20	20	100
<b>Zeddine</b>	02	5.5	5.5	8.5	64,70
<b>Bir ould Khelifa</b>	01	04	07	12	58,33
<b>Rouina</b>	03	manque d'information	manque d'information	manque d'information	manque d'information
<b>Mekhatria</b>	03	manque d'information	manque d'information	manque d'information	manque d'information
<b>Ain Defla</b>	03	manque d'information	manque d'information	manque d'information	manque d'information

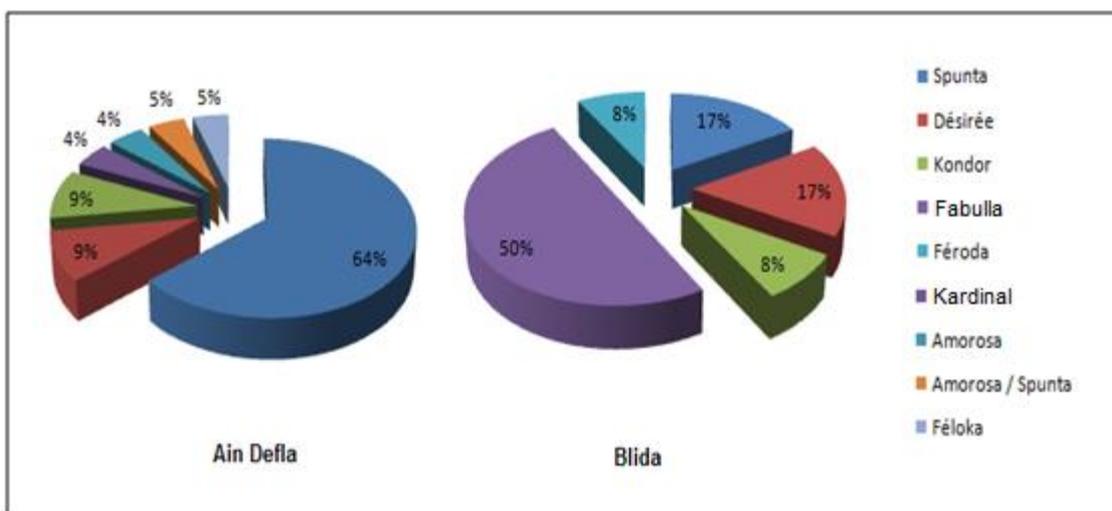
**Tableau 07: Situation et superficies des exploitations enquêtées dans la wilaya de Blida**

Les sites d'études	N° d'exploitation enquêtées	Superficie e étudié (ha)	Superficie totale des pommes de terre (ha)	Superficie totale de l'exploitation (ha)	% des superficies cultivées en pomme de terre
<b>Mouzaia</b>	01	10	40	350	11,42
<b>Meftah</b>	04	17,5	32,6	167	19,59
<b>EL Afroun</b>	03	6,81	17,7	358	4,94
<b>Ain Romana</b>	04	16	160	360	44,44
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>50,31</b>	<b>250</b>	<b>1235</b>	<b>20,24</b>

### III.1.1.5. Caractéristiques du site et mode de conduite de la culture

#### III.1.1.5.1. Les variétés cultivées

La variété la plus cultivée dans la willaya d'Ain Defla est Spunta (dans 64% des parcelles). Elle est cultivée seule ou en association avec d'autres variétés tel que Amorosa 5%. D'autres variétés sont cultivées (Désirée, kondor, Kardinal, Amorosa et Féloka) mais l'importance des superficies qui leur sont consacrées est moindre. Par contre, à Blida c'est la variété Fabulla qui la plus cultivée (dans 50% des parcelles prospectées). Elle est suivie par les variétés Désirée et Spunta (dans 17% des parcelles pour chacune) ainsi que Féroda et Kondor (8% des parcelles pour chacune) (Fig.25).



**Figure 25 :** Variétés cultivées dans les parcelles enquêtées dans les deux wilayas.

#### III.1.1.5.2. Type de rotation

L'analyse des réponses des agriculteurs sur les précédents culturaux des cinq dernières années (Tableau 8) fait ressortir les points suivants : la plus part des agriculteurs de willaya de Ain Defla appliquent la rotation biennale « céréale-pomme de terre ». La monoculture de pomme de terre est pratiquée dans quelques parcelles. Dans d'autres parcelles, la pomme de terre est mise en place après une culture de blé pendant trois années successives. Ces types de rotation ne sont pas adéquates pour gérer ces parasites puisque la pomme de terre revient sur la même parcelle tous les deux ou trois ans ; surtout que dans quelques parcelles l'infestation est importante. L'aspect intéressant c'est l'introduction de la jachère dans la rotation mais celle-ci reste peu pratiquée.

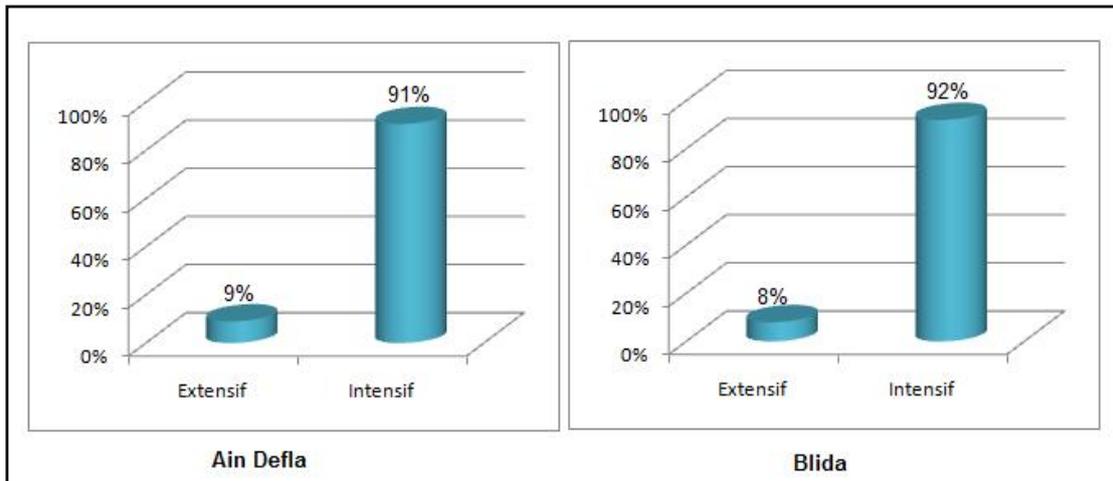
Cependant, les réponses des agriculteurs de la wilaya de Blida concernant le type de rotation appliqué dans leurs parcelles, indiquent que le type de rotation appliqué présente quelques aspects intéressants pour gérer ces nématodes : introduction de cultures non hôtes (céréales, fenouil, pastèque....) et la durée de rotation qui est plus au moins longue puisque la pomme de terre revient sur elle même dans la même parcelle après quatre ou cinq ans. La jachère est aussi pratiquée dans quelques parcelles.

**Tableau 08 : Type de rotation**

N	La wilaya d' Ain Defla	La wilaya de Blida
01	Blé/ PT/ Blé/ PT/ Blé	PT/Blé Tendre/ PT/PT/ Blé Dur
02	Blé/ PT/ Laitue/ PT/ Blé	PT/ Laitue-Navet/ Chaux-fleur/ Poivron/ Tomate
03	Pastèque/ Laitue/ PT	PT/Fenouil/ PT/ Laitue/ PT/ Fenouil
04	La vigne/ Blé Dur/ PT	Laitue/ Laitue/ PT/ Fenouil/ PT
05	Blé tendre/ PT/ Blé Dur/ PT	Pastèque/ PT/ Laitue/ PT/ Laitue
06	Blé / Blé / PT / PT / PT	PT/ Jachère/ Pépinière de vigne/ Blé dure/céréales
07	PT / Blé / PT /Blé /PT	PT/ Jachère/ Pépinière de vigne/ Blé dure/céréales
08	PT / Blé / PT / Blé/ PT	PT/Céréales/ Céréales/ Céréales/ Pastèque/ Céréales
09	Blé/PT/Blé/PT/Blé	PT/Céréales/ Céréales/ Céréales/ Céréales/ Céréales
10	Blé/PT/Blé/PT/Blé	PT/Céréales/ Céréales/ Céréales/ Céréales/ Céréales
11	PT/ Blé/ Blé/ Blé /PT	PT/Céréales/ Céréales/ Céréales/ Céréales/ Céréales
12	Blé/PT/Blé/PT/Blé	PT/Céréales/ Céréales/ Céréales/ Céréales/ Céréales
13	PT/ PT/ PT	
14	Céréale/ PT	
15	PT / PT/ Céréale	
16	Céréale /PT	
17	PT	
18	PT	
19	PT/ PT/ PT/ PT	
20	PT/ PT/ PT/ PT	
21	PT/ PT/ PT/ PT	
22	Céréale/ PT/ Céréale/ PT/ Céréale	

### III.1.1.5.3. Système de culture

Dans la majorité des parcelles enquêtées dans les deux wilayas, le système intensif est le plus utilisé dans les cultures de pomme de terre (91 et 92% à Ain Defla et Blida respectivement) (produits phytosanitaires, mécanisation ...). Peu des agriculteurs pratiquent le système extensif (9 et 8 % à Ain Defla et Blida respectivement) Fig.26.



**Figure.26:** Système de culture utilisé dans les exploitations enquêtées.

### III.1.1.5.4. Environnement de la parcelle

- **Cultures avoisinantes**

L'environnement de la parcelle agricole joue un rôle essentiel dans la dissémination de *Globodera* d'une parcelle à l'autre. Au niveau de la wilaya d'Ain Defla, (77%) des parcelles enquêtées sont entourées par des parcelles cultivées en pomme de terre (même culture). Les autres parcelles sont entourées soit par d'autres cultures comme les maraîchages (14%), soit elles sont situées à proximité des habitations 09% (autres). Cependant, à Blida, 67% des parcelles enquêtées sont entourées par d'autres cultures (agrumes ou autres arbres fruitières....). Quelques parcelles (17 et 16%) sont entourées par des habitations, des usines,.... Et on note que peu de parcelles sont entourées de la même culture (Fig. 27).

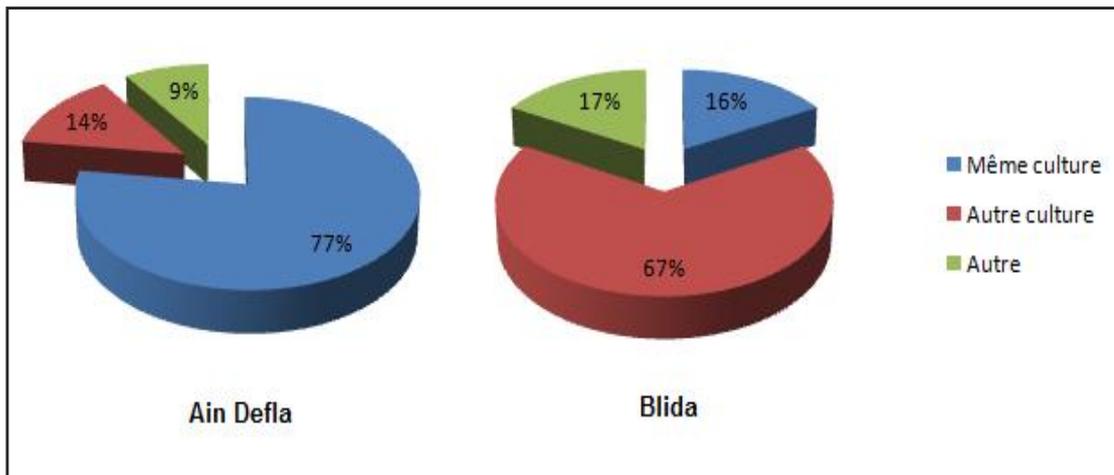


Figure27 : Environnement des parcelles enquêtées.

- **Présence d’une bordure**

La majorité des parcelles enquêtées à Ain Defla et aussi à Blida (82et 83% respectivement) n’ont aucune bordure (Fig. 28).

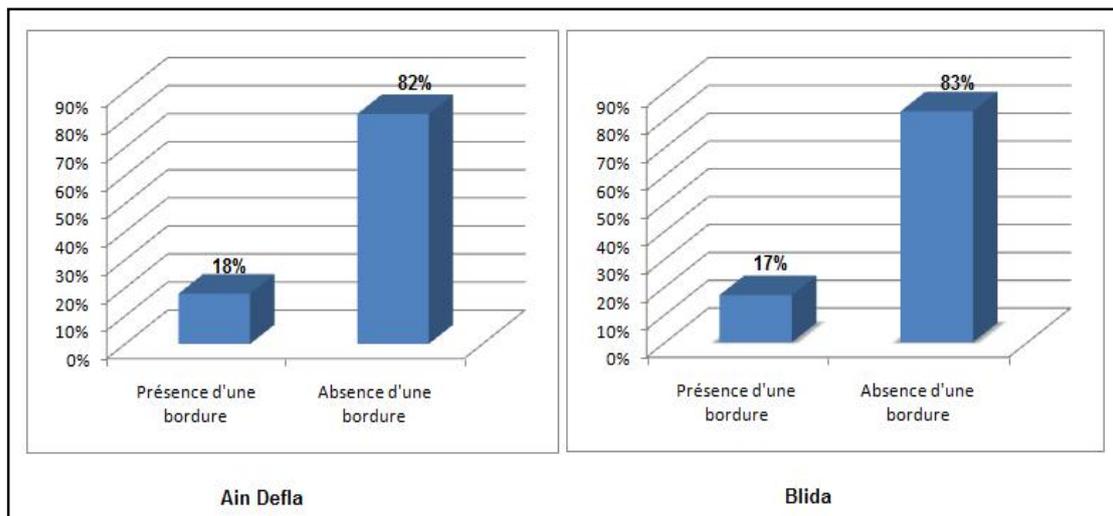


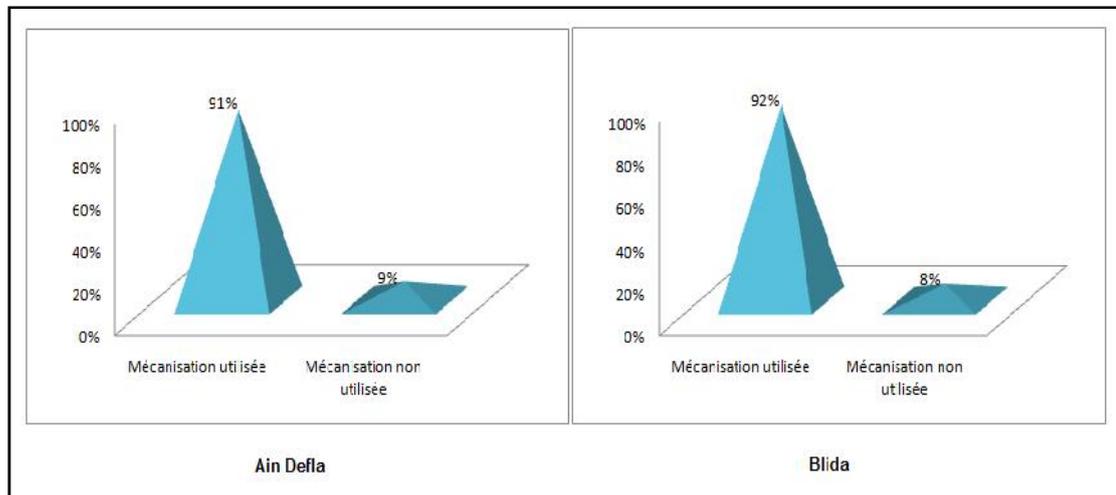
Figure 28 : Présence ou absence d’une bordure autour des parcelles enquêtées.

### III.1.1.5.5.Texture du sol

Dans la région d’Ain Defla, un grand nombre d’agriculteurs ne connaissent pas la texture de leur sol. La plupart des parcelles cultivées se caractérisent par des sols rouges et légers, ils s’appellent selon les agriculteurs « hemri ». Seulement certains ingénieurs connaissent la texture de leurs sols (argileux-limoneux). Quant aux agriculteurs de Blida, ils nous ont informés que leurs sols sont argilo-limoneux ou argileux.

### III.1.1.5.6. Mécanisation

D'après les résultats de l'enquête, dans les deux régions, la plus part des agriculteurs utilisent les machines agricoles dans leur système de production (les tracteurs, pulvérisateurs...) Cependant, ces machines sont rarement nettoyées (Fig. 29).



**Figure 29:** Utilisation des machines agricoles dans les exploitations enquêtées.

### III.1.1.5.7. Pratiques culturales (Irrigation, plantes associées, pratique de la jachère, Labour)

Les pratiques culturales (telles que la rotation, la pratique de la jachère et de labour d'été) ont un rôle important dans la lutte contre les nématodes à kystes *Globodera* sp.

- **Type d'irrigation**

Généralement, l'aspersion est le moyen le plus utilisé pour l'irrigation de pomme de terre dans les parcelles enquêtées pour les deux zones de notre étude.

- **Plantes associées**

Notre enquête a révélé que la pomme de terre n'est pas cultivée en association avec d'autres cultures dans les deux wilayas. Cependant, des adventices sont détectés dans quelques parcelles. Parmi les mauvaises herbes recensées, les plus fréquentes nous avons noté surtout le liseron des champs *Convolvulus arvensis* appelé « Loewy » en dialecte locale.

- **Pratique de la jachère**

Les résultats montrent que dans la wilaya d'Ain Defla 91% des exploitations enquêtées, la jachère n'est pas pratiquée. Par contre, dans la région de Blida (42%) des parcelles enquêtées, les agriculteurs pratiquent la jachère alors que (58%) ne la pratiquent pas (fig. 30).

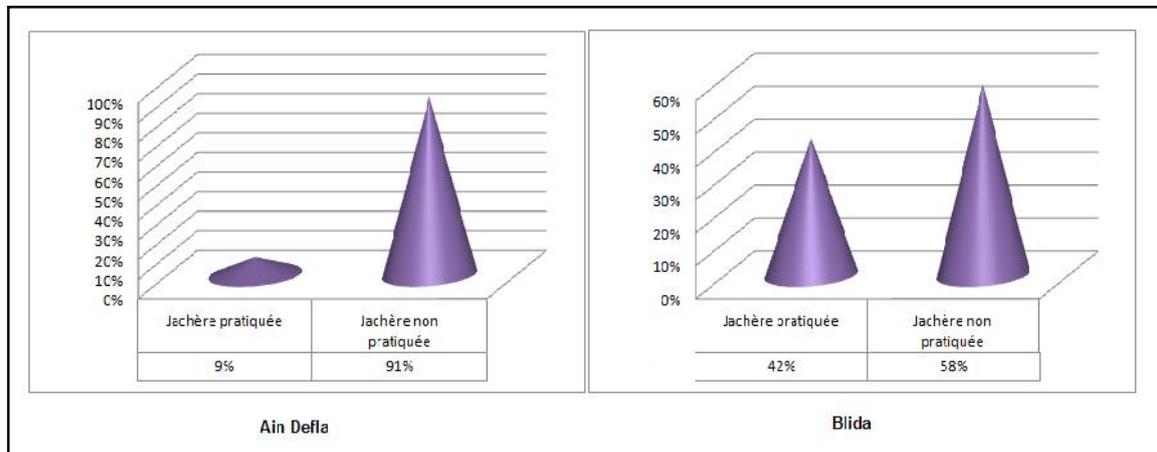


Figure 30: Pratique de la jachère dans les parcelles enquêtées

- **Type de labour et type de charrue**

D'après les résultats présentés dans la figure 31, toutes les exploitations agricoles enquêtées dans la région d'Ain Defla pratiquent souvent le labour profond et labour d'été. L'utilisation d'un tracteur avec charrue à soc pour un labour plus profond est toujours souhaitable. Mais, dans la wilaya de Blida, Quelques agriculteurs utilisent uniquement le labour profond et ils ne pratiquent pas le labour d'été (42%) d'autres font recours au labour d'été et ne pratiquent pas le labour profond (25%). 33% des agriculteurs font recoure aux deux pratiques

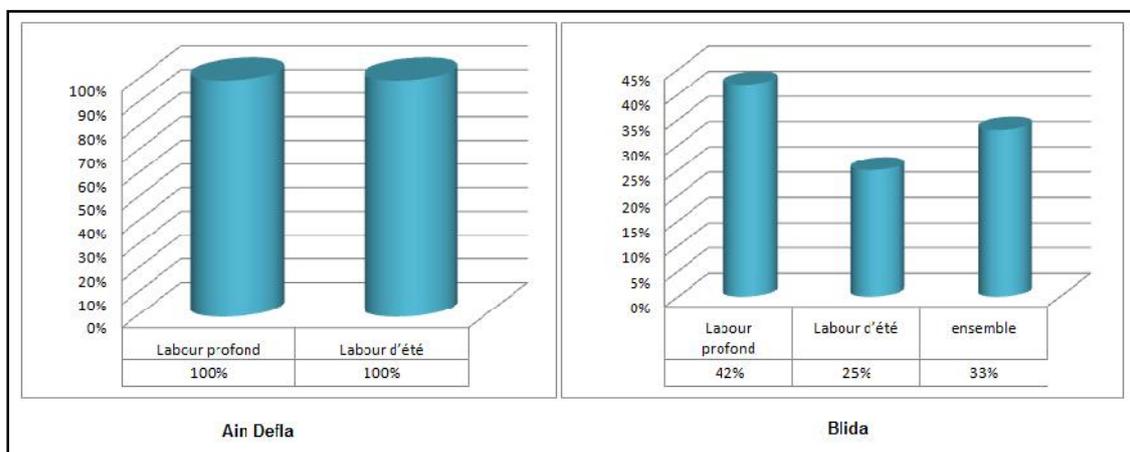
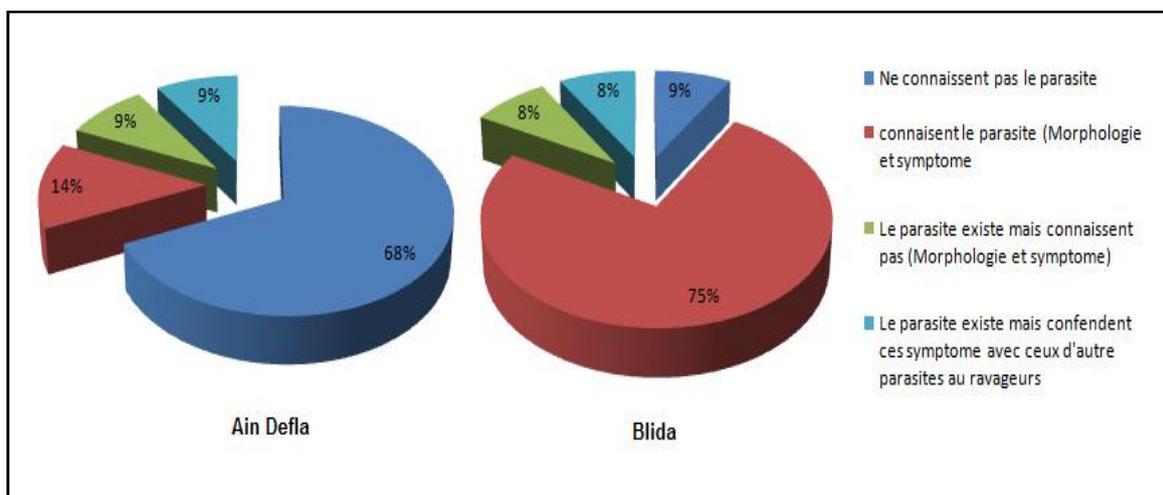


Figure 31: Type de Labour

### III.1.1.6. Connaissance de ces nématodes à kystes *Globodera* sp. par les agriculteurs

Selon les résultats obtenus (Fig 28), on remarque que les agriculteurs enquêtés se répartissent en 4 catégories. Pour la région d'Ain Defla la majorité (68%) des agriculteurs ne connaissent pas les nématodes du genre *Globodera*. Les agriculteurs savent que ces parasites existent mais ils ne connaissent pas leur morphologie et leurs symptômes représentent 09%. Les agriculteurs qui connaissent le parasite mais confondent ces symptômes et sa morphologie avec ceux d'autres parasites ou ravageurs présents dans leurs parcelles représentent 09%. Enfin, les agriculteurs qui connaissent les parasites, leurs symptômes et leur morphologie représentent 14%.

En contre partie, Dans la wilaya de Blida, Il y'a 75 % des agriculteurs enquêtés qui connaissent les nématodes à kystes *Globodera* puisqu'ils ont répondu sur les questions posées sur leur morphologie et leurs symptômes. Ils sont surtout les ingénieurs et les techniciens et certains agriculteurs qualifiés. 09% des agriculteurs ne connaissent pas le parasite. Ceux qui savent que le parasite existe mais ne connaissent pas sa morphologie ou ses symptômes représentent 08%, même que pour les agriculteurs qui connaissent que les nématodes existent, mais ils les confondent avec d'autres ravageurs.

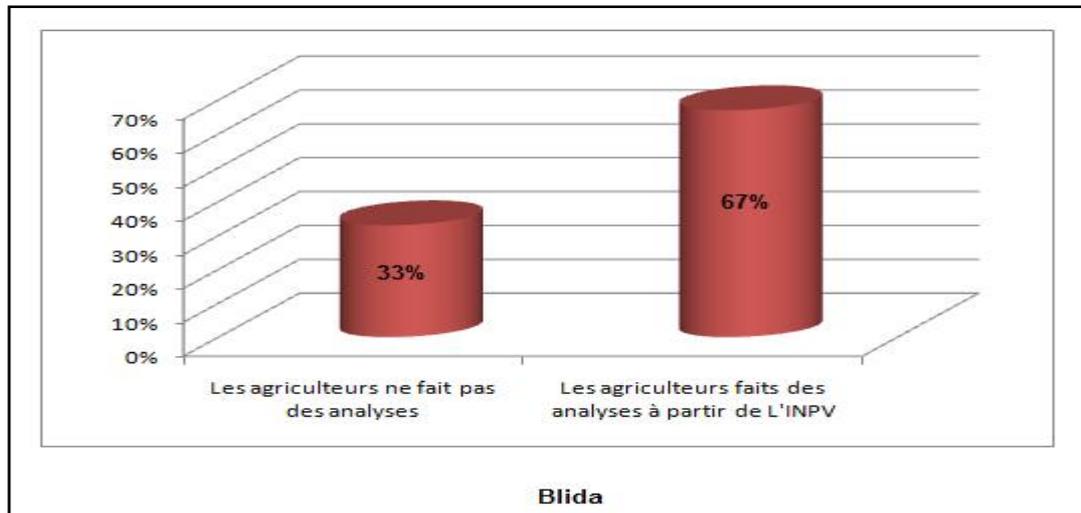


**Figure 32:** Connaissances des agriculteurs sur les nématodes à kystes *Globodera* sp.

### III.1.1.7. Analyses nématologiques

Les résultats de l'enquête (fig. 33) montrent que la plupart des agriculteurs enquêtés (67%) ont déclaré que des analyses sont effectuées dans leurs parcelles et que les organismes qui ont fait ces analyses sont la DSA et l'INPV. La DSA s'occupe de prélèvement des échantillons du sol dans les parcelles destinées à la multiplication de semences. Les échantillons

sont ensuite transmis à la station de l'INPV de Blida où ils seront analysés. (33%) des agriculteurs enquêtés ne font pas des analyses nématologiques. Au niveau de la wilaya d'Ain Defla, tous les agriculteurs enquêtés ne font pas des analyses nématologiques.



**Figure 33 :** Importance des analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées.

- **Résultats des analyses nématologiques effectuées dans les exploitations enquêtées**

Pour la région de Blida, les agriculteurs qui effectuent des analyses nématologiques dans les parcelles destinées à la multiplication de semences ont affirmé que les résultats de ces analyses étaient 100% négatifs.

### III.1.1.8. Méthodes de luttes utilisées contre les nématodes enquêtés

A travers notre enquête, nous voulons avoir une idée sur les techniques ou les méthodes de la lutte utilisée dans chaque parcelle par les agriculteurs et qui ciblent les nématodes directement ou celles utilisées contre d'autres ravageurs mais qui peuvent avoir un effet sur les nématodes d'une façon indirecte.

#### III.1.1.8.1. Désinfection de sol avant culture et en cours de culture

D'après les résultats présentés dans la figure 34, on remarque que la moitié des exploitations enquêtées dans la wilaya d'Ain Defla désinfectent le sol avant la mise en place de la culture de pomme de terre. Mais la majorité des agriculteurs ne connaissent pas le nom du produit utilisé pour la désinfection du sol avant ou en cours de la culture. D'autre part dans la wilaya de Blida 58% des agriculteurs désinfectent le sol avant la culture et le reste 42% ne

désinfectent pas. Cependant, dans les deux zones de notre étude, 100% des parcelles prospectées sont désinfectées au cours de la culture.

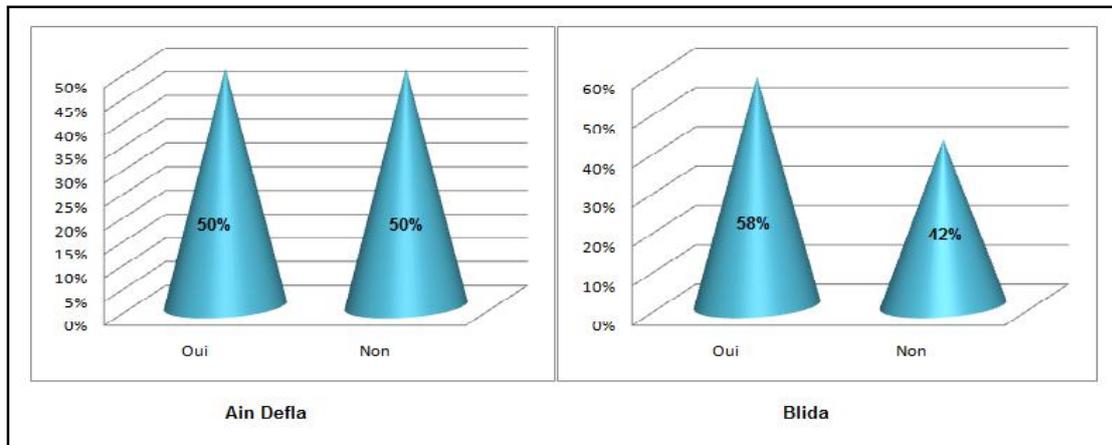


Figure 34: Désinfection de sol avant culture

### III.1.1.8.2. Plantes nématocides

Les résultats de l'enquête dans les deux wilayas, sur l'utilisation des plantes nématocides révèlent que tous les agriculteurs n'utilisent pas ce moyen pour le traitement.

### III.1.1.8.3. Amendements

Les résultats illustrés sur la figure 35 montrent que la majorité des agriculteurs (73%) enquêtés à Ain Defla utilisent la fertilisation minérale (NPK 15, 15,15). Peu d'agriculteurs (27%) pratiquent la fertilisation organique en mélange avec les engrais minéraux et la fertilisation organique n'est pas pratiquée seule. A l'inverse dans la région de Blida, toutes les exploitations agricoles enquêtées appliquent uniquement la fertilisation minérale (NPK et l'Urée 46%).

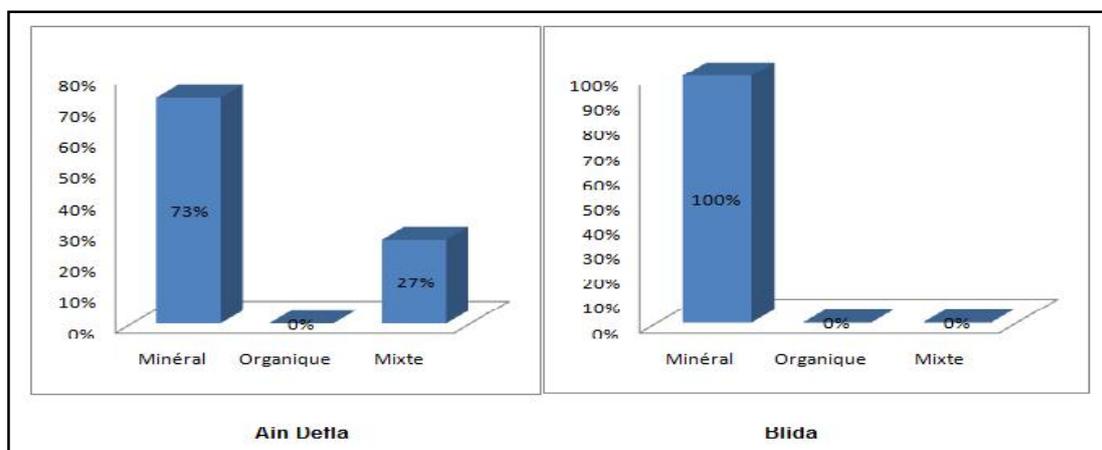


Figure 35: La fertilisation utilisée selon les agriculteurs enquêtés.

**III.1.1.8.4. Pesticides utilisés au cours de la culture**

Les traitements phytosanitaires utilisés par les agricultures enquêtées à Ain Defla et à Blida sont des insecticides, fongicides et herbicides (tableaux 9 et 10 respectivement). Parmi les produits ayant un effet nématocide, nous avons noté, le PRO ACT 50EC (utilisés à Ain Defla) le MOCAPKAZAR (Manabe 80%) utilisé à Blida. Concernant les autres pesticides nous ne disposant pas d'informations indiquant un éventuel effet nématocide.

Tableau 9 : Les traitements phytosanitaires au niveau de la wilaya d'Ain Defla

Insecticides		Effet nématocide	Fongicides		Effet nématocide	Herbicides		Effet nématocide	Autres
Nom commercial	Matière active	-	Nom commercial	Matière active	-	Nom commercial	Matière active	-	Potasse
ACETAMEPRIDE 200C/KG	Acétamipride	-	PROCUR 722 SL	Propa-mocar bHcl172 ,2%	-	METRIXON E	Metribuzine	-	Engrais Foliaires
PRO ACT 50EC	Emamectin Benzoate 50g /L	Oui	ZELLOMILE MZ WP	Dimetomorf 9% Mancozeb 60%	-	SANCOUR	Metribuzine	-	
ACEPHTE	KOSENTO®	-	GUFOS	Acetamipride 20 Sp20 %	-	-	-	-	
MOSPILAN 20SP	Acetamipride20 Sp	-	MAXILE	Metalaxyl8% Mancozeb64%	-	-	-	-	
		-	Fénamidone+ Promamocarbe	Metalaxyl 8% Mancozeb64%	-	-	-	-	

Tableau 10 : Les traitements phytosanitaires au niveau de la wilaya de Blida

Insecticides		Effet nématocide	Fongicides		Effet nématocide	Herbicides		Effet nématocide	Autres
Nom commercial	Matière active	-	Nom commercial	Matière active	-	Nom commercial	Matière active	-	Potasse
	Acetamipride	-		Mancozeb 64%- Metalaxyl 8%	-	SANCOUR	Metribuzine	-	Engrais Foliaires
MOCAP		Oui	MANCOZEB		-	METRIXONE	Metribuzine	-	
DISPO	Acetamipride20 Sp 20 %	-	Préventive : FORTUNE72% WP	Mancozeb 64% Metalaxyl 8%	-	-	Metribuzine	-	
MOCAP KAZAR	Manabe 80%	Oui	PROCURE 722 SL	Propa-mocar bHcl172 ,2%	-	-	-	-	

### III.1.2. Etat d'infestation de quelques parcelles par les nématodes à kystes *Globodera* dans les wilayas d'Ain Defla et Blida

#### III.1.2.1. Fréquence de l'infestation

Les taux d'infestation des échantillons analysés par les kystes de *Globodera* sp. sont présentés dans le tableau 11.

**Tableau 11:** Fréquence de l'infestation dans les différentes communes prospectées.

La wilaya	commune	Nombre des parcelles prospectées	Nombre des parcelles infestés	Nombre des parcelles non infestés	% des parcelles infestées
Ain Defla	Ain Defla	3	3	0	100%
	Rouina	3	2	1	66,66%
	Mekhatria	3	2	1	66,66%
	Zeddine	3	3	0	100%
	Djendel	3	3	0	100%
	El Amra	3	3	0	100%
	El Attaf	3	2	1	66,66%
	Ain Bouyahia	3	2	1	66,66%
	Bir Oueld Khelifa	3	0	3	0%
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>74%</b>
Blida	Meftah	3	1	2	33,33%
	Ain Romana	3	0	3	0%
	Mouzaia	3	0	3	0%
	El Affroun	3	0	3	0%
	<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>8,33%</b>

D'après les résultats présentés dans le tableau 4 et illustrés sur la figure 36, on remarque qu'au niveau de la wilaya d'Ain Defla, les kystes pleins de *Globodera* sp. sont détectés dans 8 des 9 communes prospectées. La fréquence de l'infestation varie d'une commune à une autre. Elle est de 100% dans les communes d'Ain Defla, Zeddine, Djendel et El Amra et elle est de

66,66% à Rouina, El Attaf et Ain Bouyahia. Les trois parcelles de Bir Ould Khelifa ne sont pas infestées. 20 parcelles sur un total de 27 prospectées, soit 74,%, étaient infestées par les nématodes à kystes *Globodera* sp. Dans la wilaya de Blida, la fréquence de l'infestation est moins importante puisque ces parasites sont détectés seulement dans une parcelle des douze étudiées soit une fréquence de 8,33%. La parcelle infestée est située à Meftah.

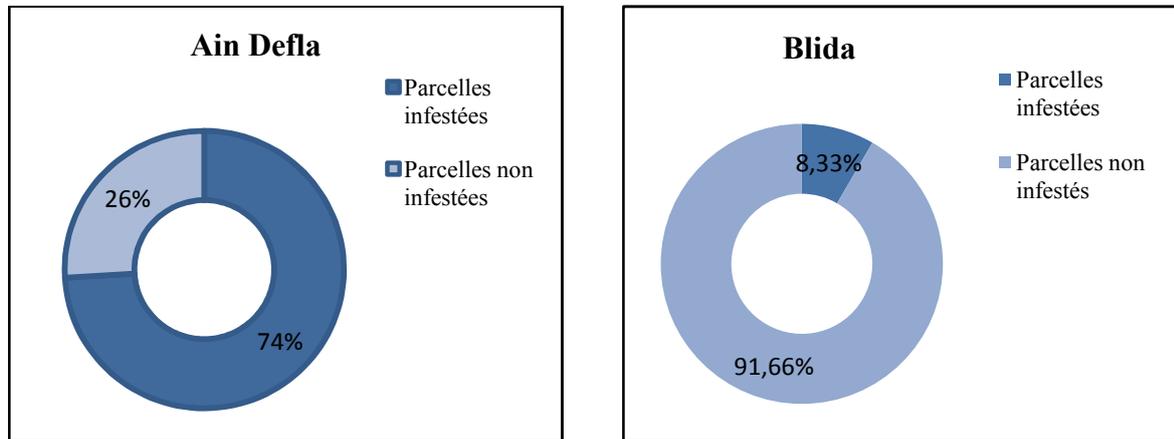


Figure 36 : Fréquence de l'infestation dans les deux wilaya

### III.1.2.2. Importance de l'infestation

#### III.1.2.2.1. Au niveau de la wilaya d'Ain Defla

- **Dénombrement des kystes *Globodera***

Les résultats de l'analyse nématologique des différents échantillons, prélevés dans neuf communes de cette wilaya sont présentés dans l'annexe 1 et dans la figure 37, montrent que la majorité des parcelles étudiées (Ain Defla, Rouina, Mekhatria, Zeddine, Djendel, El Amra, Ain Bouyahia et El Attaf) sont infestées par les nématodes à kystes *Globodera* sp.

Le nombre moyens des kystes pleins varie d'une parcelle à l'autre. Le plus élevé est noté dans la parcelle P3 d'Ain Defla (92.25 kystes pleins/250 g du sol) et le nombre moyens le plus faible est observé au niveau des parcelles d'El Attaf et Ain Bouyahia (0.25 kystes pleins/250 g du sol). Nous avons également récolté des kystes vides dans toutes les parcelles prospectées.

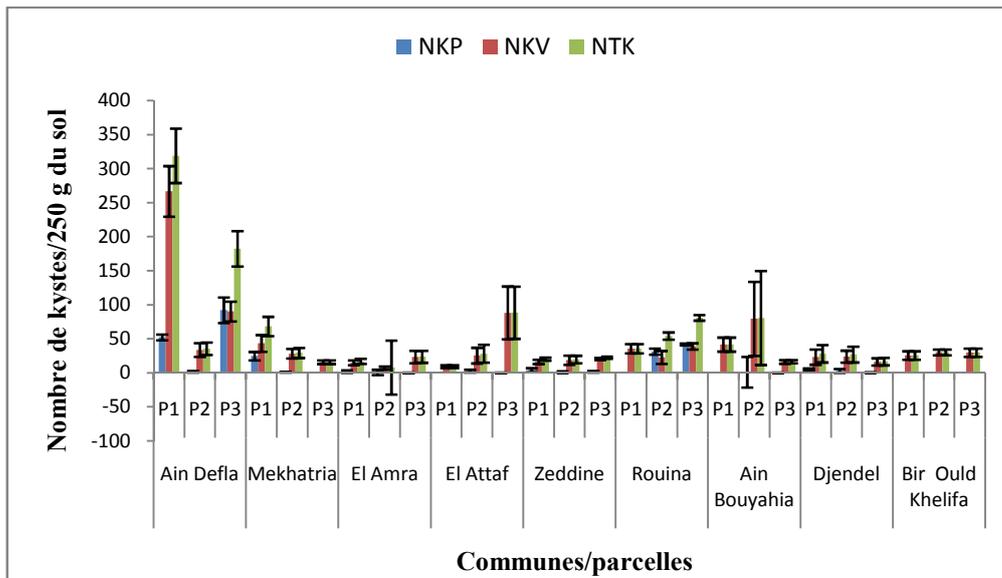


Figure 37 : Importance de l’infestation évaluée en nombre de kystes en fonction des parcelles dans la région d’Ain Defla

Pour évaluer l’état d’infestation par commune, nous avons calculé les nombres moyens des kystes pleins des trois parcelles pour chaque commune. Les résultats ont révélé que le nombre moyen de kystes pleins le plus élevé est obtenu dans la commune d’Ain Defla (48.75 kyste/ 250g du sol) suivi du nombre moyen des communes de Rouina, Mekhatria, Zeddine et Djendel. Le nombre moyen le plus faible est enregistré dans la commune d’Ain Bouyahia avec 02 kystes pleins/250g du sol. Dans la commune de Bir Ould Khelifa, aucun kyste plein n’est collecté (figure 38 ; Annexe 1)

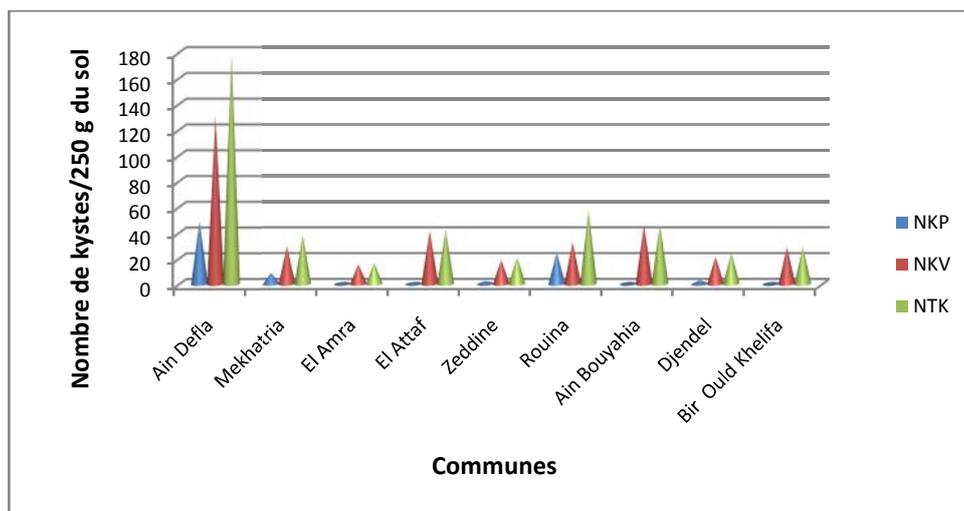


Figure 38 : Importance de l’infestation évaluée en nombre de kystes en fonction des communes dans la région d’Ain Defla

• Dénombrement d’œufs et de juvéniles

Les résultats relatifs aux degrés d’infestations sont reportés en Annexe 1 et en figure 39. Le degré d’infestation a dépassé le seuil de nuisibilité dans cinq parcelles parmi les 27 prospectées (P1, P3 d’Ain Defla, P2, P3 de Rouina et P1 de Mekhatria) où les nombres moyens d’œufs+juvéniles contenus dans les kystes dépassent les 10 Œufs+juvéniles/g du sol. Le degré d’infestation le plus élevé, il est obtenu dans les parcelles P3, P1 d’Ain Defla (47,48, 36,52 d’œufs+J2/g du sol respectivement) suivi de ceux des parcelles P3, P2 de Rouina (25,38 et 24,77 œufs+J2/g du sol respectivement) et P1 de Mekhatria (16,19 œufs+J2/g du sol). Dans les autres parcelles le seuil de nuisibilité n’est pas atteint. Un nombre moyen de 6,04 œufs +J2/g du sol est enregistré dans la parcelle P1 de Zeddine et des degrés d’infestation beaucoup moins importants sont notés dans le reste des parcelles infestées.

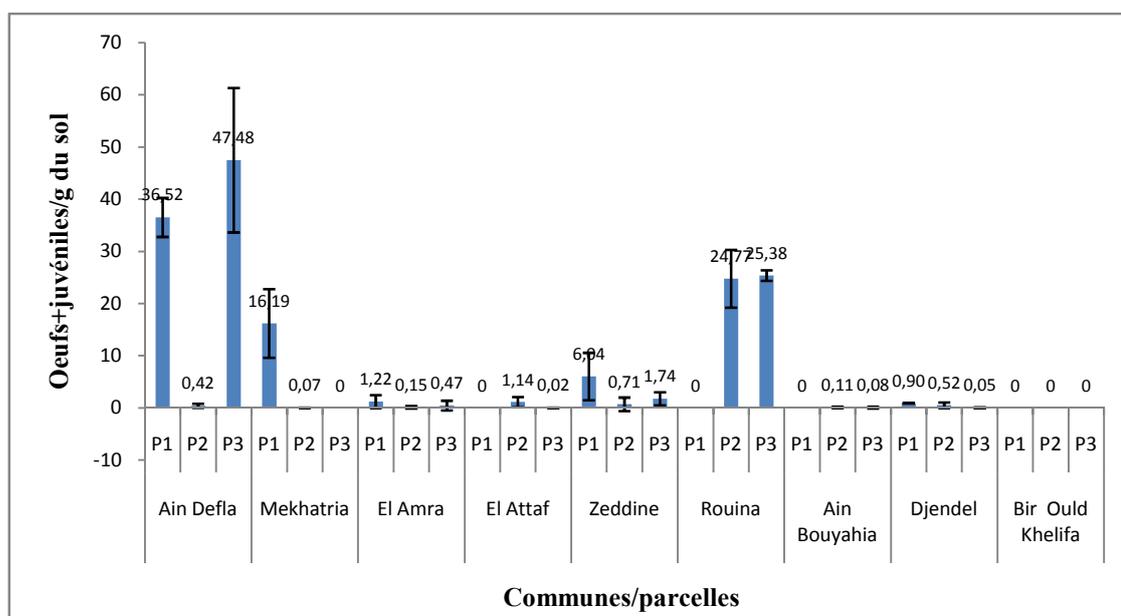
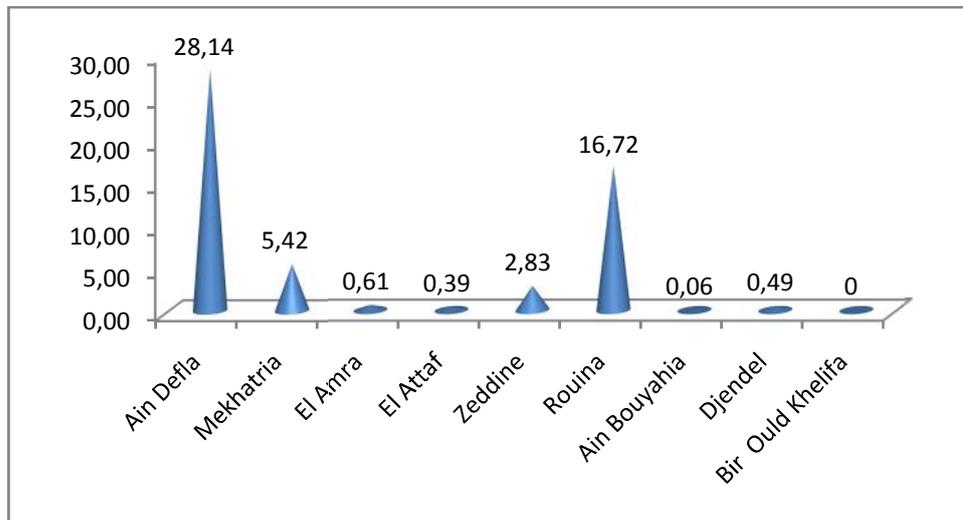


Figure 39 : Degré d’infestation évaluée en nombre d’œufs et de juvéniles en fonction des parcelles dans la région d’Ain Defla

Le calcul des degrés d’infestation moyens pour chaque commune (Fig.40) a révélé que le degré le plus élevé est obtenu dans la commune d’Ain Defla (28,14 d’œufs+ J2/g du sol). Il est suivi par celui obtenu à Rouina avec 16,72 d’œufs+ J2/g du sol. Des degrés d’infestation moyens moins importants sont obtenus dans les communes de Mekhatria et Zeddine avec (5,42 œufs +J2/g du sol et 2.83 œufs +J2/g du sol respectivement). En revanche, les degrés les plus

faibles sont notés dans les communes d'El Amra, Djendel, El Attaf, Ain Bouyahia avec (0,61 ; 0,49 ; 0,39 ; 0,06 œufs +J2/g du sol respectivement).



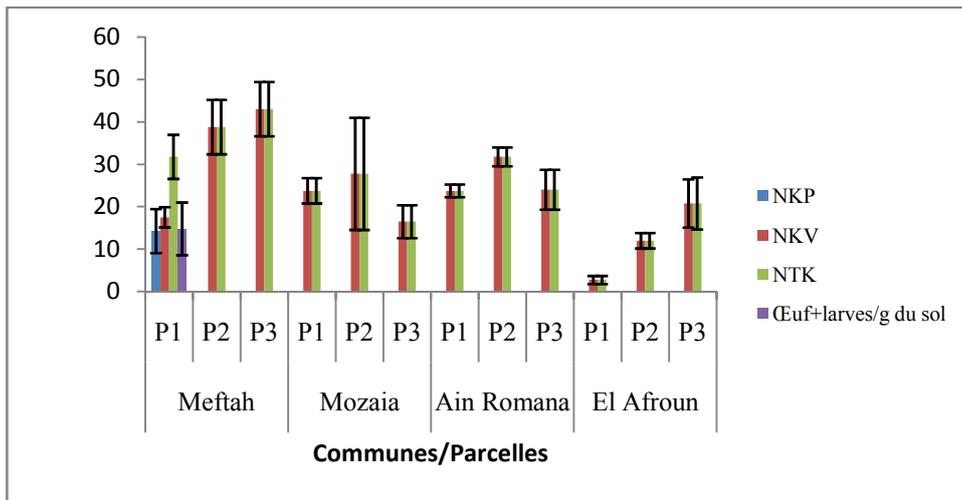
**Figure 40 :** Degré d'infestation moyen en fonction des communes dans la région d'Ain Defla

#### III.1.2.2.2. Au niveau de la wilaya de Blida

- **Dénombrement des kystes, d'œufs et de juvéniles de *Globodera***

Les prélèvements du sol ont été effectués dans 12 parcelles situées dans quatre communes de la wilaya de Blida (Ain Remana, El Affroun, Mouzaia, Meftah). Les résultats de l'analyse nématologique des échantillons de sol ont montré la présence des kystes pleins uniquement dans la parcelle P1 de Meftah (14,25 kystes pleins/250 g du sol). Le degré d'infestation a dépassé le seuil de nuisibilité dans cette parcelle (14,78 œufs +juvéniles/g du sol).

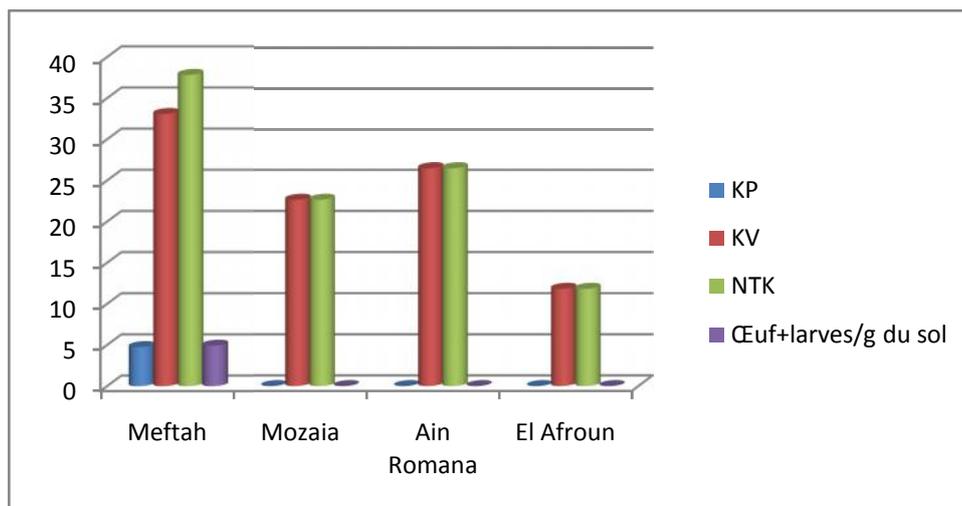
Des kystes vides de ces parasites sont collectés dans toutes les parcelles prospectées et les nombres moyens les plus élevés sont notés dans les parcelles P2 et P3 de Meftah ainsi que la parcelle P2 d'Ain Romana et P2 de Mouzaia (Fig. 41, Annexes 2).



**Figure 41 :** Importance de l’infestation évaluée en nombre de kystes et en nombre d’œufs et juvéniles en fonction des parcelles dans la région de Blida

Les résultats de l’analyse nématologique des différents échantillons (Fig. 42) montrent la présence des kystes pleins seulement dans la commune de Meftah où le nombre moyen des trois parcelles d’œufs +juvéniles contenus dans les kystes est estimé par 4,75 œufs +juvéniles/g du sol.

Le nombre moyen des kystes vides varie d’une parcelle à l’autre. Le plus élevé est observé à Meftah (33,08 kystes vides / 250g du sol), suivi des communes d’Ain Romana et Mouzaia avec 26 ; 21 kystes/ 250g du sol respectivement. Des nombres moyens moins importants sont enregistré dans la commune d’El Affroun avec 11,83 kystes vides/ 250g du sol.



**Figure 42:** Importance de l’infestation en fonction des communes dans la wilaya de Blida.

### III.1.2.3. Analyse de la variance

#### III.1.2.3.1. Variabilité de l'infestation en fonction des wilayas étudiées

L'analyse de la variance a révélé que les variations des nombres des kystes pleins et celles des nombres des œufs et juvéniles de *Globodera* en fonction des wilayas sont très hautement significative ( $P < 0,0005$ ) (Annexes, 4 et 6) alors que celles des kystes vides ne sont pas significatives ( $p = 0,096$ , elle est  $> 0,05$ ) (annexes 8). Les variations des nombres totaux des kystes sont significatives ( $p = 0,037$ ,  $< 0,05$ ) (Annexe 10).

#### III.1.2.3.2. Variabilité de l'infestation en fonction des communes dans la même wilaya

En ce qui concerne la wilaya de Blida, sur les quatre variables considérées, deux variables présentent des variations significatives en fonction des communes. Il s'agit de nombre de kystes pleins qui ( $p = 0,005 < 0,05$ ) et le nombre d'œufs+juvéniles. Les probabilités calculées pour les variables "nombre de kystes vides" et "nombre total des kystes" montrent que les variations sont très hautement significatives ( $p < 0,05$ ). Elles sont de  $p = 0,000009$   $p = 0,000000$  respectivement.

Au niveau de la wilaya d'Ain Defla les résultats de test de Kruskal-Wallis ont montré que les variations sont très hautement significatives pour les nombres des kystes (pleins, vides et totaux) et le degré d'infestation de ce nématode en fonction des communes prospectées ( $p = 0,000$  pour toutes les variations, elles sont  $<< 0,05$ ) (tableau 12).

**Tableau 12: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% de l'effet de changement de la commune sur le nombre de kystes (pleins, vides et totaux) et les degrés d'infestation dans les deux wilayas**

Wilaya	Commune	p-valeur de test de (Shapiro-Wilk)	p calculée par le test Kruskal-Wallis	P calculée par l'anova paramétrique	Différence
Blida	NKP	0,00000*	0,005	-	<b>Significative</b>
	NKV	0,07141**	-	0,000009	<b>Très hautement significatives</b>
	NTK	0,58850**	-	0,000000	<b>Très hautement significatives</b>
	N œufs+juvéniles/g du sol	0,00000*	0,005	-	<b>Significative</b>
Ain Defla	NKP	0,00000*	0,000	-	<b>Très hautement significatives</b>
	NKV	0,00000*	0,000	-	<b>Très hautement significatives</b>
	NTK	0,00000*	0,000	-	<b>Très hautement significatives</b>
	N œufs+juvéniles/g du sol	0,00000*	0,000		<b>Très hautement significatives</b>

\*Les résultats ne suivent pas la loi normale ( $p < 0,05$ )

\*\* Les résultats suivent la loi normale ( $p > 0,05$ )

### III.1.2.3.3. Variabilité de l'infestation en fonction des parcelles

- Variabilité des kystes pleins

L'analyse de la variance a révélé que le nombre de kystes pleins varie significativement ( $p < 0,05$ ) entre les parcelles dans les communes de Rouina, El Attaf, Djendel et Mekhatria ainsi que dans la commune de Meftah de Blida. Les variations sont très hautement significatives dans la commune d'Ain Defla. Le nombre des kystes pleins ne varie pas significativement entre les parcelles des communes d'Ain Bouyahia, El Amra et Zeddine ( $p > 0,05$ ). (Tableau 13).

**Tableau 13: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% de l'effet du site de prélèvement (parcelle) sur le nombre de kystes pleins dans les différentes communes des deux wilayas prospectées.**

Wilaya	Commune	p-value de test de (Shapiro-Wilk)	p calculée par le test Kruskal-Wallis	P calculée par l'anova paramétrique	Différence
Ain Defla	Ain Defla	0,07338		0,000004	<b>Très hautement Significative</b>
	Mekhatria	0,00112	0,005	-	<b>Significative</b>
	El Amra	0,00500	0,236	-	<b>Non significative</b>
	El Attaf	0,00024	0,011	-	<b>Significatives</b>
	Zeddine	0,002522	0,195	-	<b>Non significative</b>
	Rouina	0,01430	0,007	-	<b>Significative</b>
	Ain Bouyahya	0,00008	0,240	-	<b>Non significative</b>
	Djendel	0,06071	-	0,035551	<b>Significative</b>
Blida	Meftah	0,00047	0,005	-	<b>Significative</b>

\*Les résultats ne suivent pas la loi normale ( $p < 0,05$ )

\*\* Les résultats suivent la loi normale ( $p > 0,05$ )

- Variabilité des kystes vides

Les résultats de l'Anova ont montré qu'il n'existe pas de variations significatives ( $p > 0,05$ ) entre les nombres des kystes vides dans les parcelles des communes de Rouina, Zeddine, Djendel et Bir Ould Khelifa sont significatives ( $p < 0,05$ ) à El Amra et El Attaf, hautement significatives ( $p < 0,005$ ) à Mekhatria et très hautement significatives ( $p < 0,0005$ ) à Ain Defla et Ain Bouyahia (Tableau 14). Cependant, au niveau de la région de Blida les variations notées sur les nombres des kystes vides dans les différentes parcelles des quatre communes prospectées sont

significatives à Ain Romana, très hautement significatives à El Affoun et Meftah et non significatives à Mouzaia (Tableau 14).

**Tableau 14: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% de l'effet du site de prélèvement (parcelle) sur le nombre de kystes vides dans les différentes communes des deux wilayas prospectées.**

Wilaya	Commune	p-value de test de (Shapiro-Wilk)	p calculée par le test Kruskal-Wallis	P calculée par l'anova paramétrique	Différence
Ain Defla	Ain Defla	0,03429	0,007		<b>Significative</b>
	Mekhatria	0,23910		0,00368	<b>Hautement significative</b>
	El Amra	0,47153		0,01092	<b>Significative</b>
	El Attaf	0,00747	0,009		<b>Significative</b>
	Zeddine	0,29425		0,39662	<b>Non Significative</b>
	Rouina	0,88498		0,5486	<b>Non Significative</b>
	Ain Bouyahya	0,07024		0,00000	<b>Très hautement Significative</b>
	Djendel	0,43752		0,41905	<b>Non Significative</b>
	Bir Ould Khelifa	0,61991		0,47946	<b>Non Significative</b>
Blida	Meftah	0,05748		0,000040	<b>Très hautement Significative</b>
	Mouzaia	0,90556		0,19615	<b>Non significative</b>
	Ain Romana	0,88502		0,00841	<b>Significative</b>
	EL Affroun	0,22593		0,00028	<b>Très hautement significative</b>

- **Variabilité des nombres d'œufs et juvéniles**

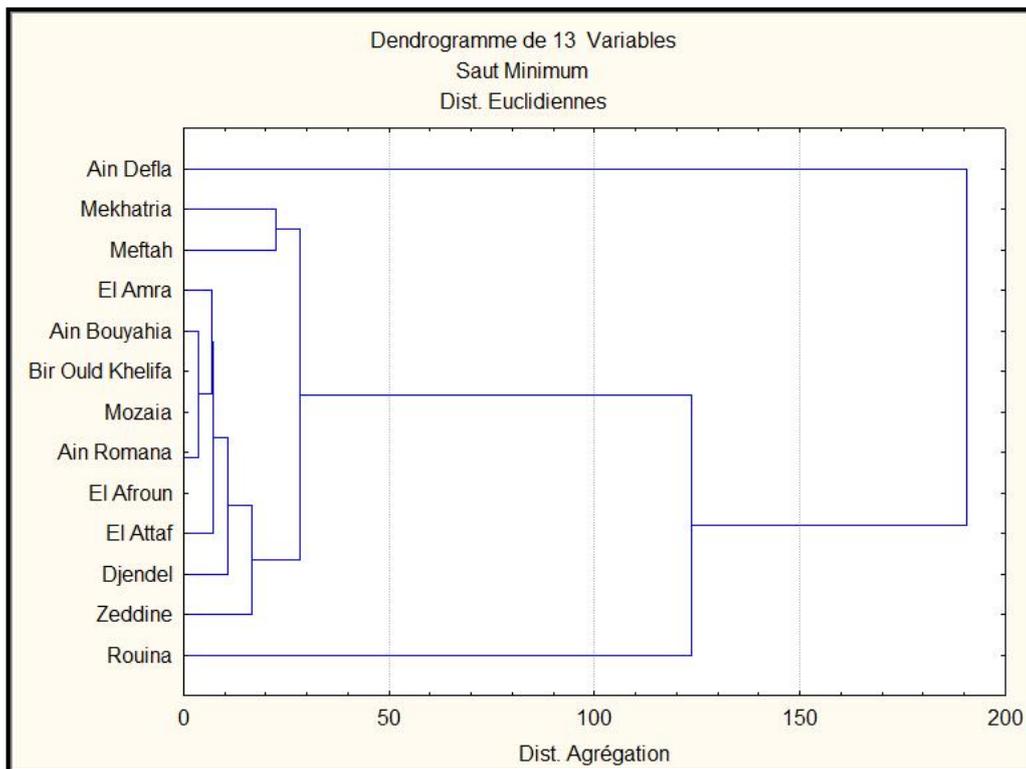
L'analyse de la variance a révélé que le nombre d'œufs et juvéniles dans les différentes communes des deux wilayas prospectées varie significativement ( $p < 0,05$ ) entre les parcelles dans les communes de Zeddine, Djendel et Mekhatria ainsi que dans la commune de Meftah (Blida) et très hautement significativement ( $p > 0,0005$ ) dans les communes d'Ain Defla et Rouina. Le degré d'infestation de ce parasite ne montre pas des variations significatives entre les parcelles dans les communes d'Ain Bouyahia, El Amra et El Attaf. ( $p > 0,05$ ) (Tableau 15).

**Tableau 15: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% de l'effet du site de prélèvement (parcelle) sur le nombre d'œufs et juvéniles dans les différentes communes des deux wilayas prospectées.**

Wilaya	Commune	p-value de test de (Shapiro-Wilk)	p calculée par le test Kruskal-Wallis	P calculée par l'anova paramétrique	Différence
Ain Defla	Ain Defla	0,07990		0,00000	<b>Très hautement Significative</b>
	Mekhatria	0,00074	0,006		<b>Significative</b>
	El Amra	0,00072	0,294		<b>Non significative</b>
	El Attaf	0,00012	0,009		<b>Significatives</b>
	Zeddine	0,00745	0,062		<b>Non significative</b>
	Rouina	0,00516		0,00000	<b>Très hautement Significative</b>
	Ain Bouyahya	0,00006	0,303		<b>Non significative</b>
	Djendel	0,03959	0,044		<b>Significative</b>
Blida	Meftah	0,00060	0,005		<b>Significative</b>

#### **III.1.2.4. Classification hiérarchique des communes prospectées dans les deux wilayas en fonction de leur degré d'infestation**

Deux groupes distincts se sont libérés de la classification hiérarchique en se basant sur la méthode de saut minimum en utilisant les variables liées à l'infestation par les nématodes à kystes *Globodera* (nombre de kystes pleins et nombre d'œufs et juvéniles par gramme du sol)). Le premier est formé par les communes d'Ain Defla où les trois parcelles prospectées étaient infestées et les degrés d'infestation ont largement dépassé le seuil de nuisibilité dans deux parcelles.. Le second toutes les autres communes d'Ain Defla et de Blida. Ce groupe contient trois sous groupes, le premier comporte les communes de Mekhatria (Ain Defla), où deux parcelles sont infestées et une d'elles (P1) présente un degré d'infestation élevé (dépassé le seuil de nuisibilité), et Meftah (Blida) où seulement une parcelle est infestée mais l'infestation est également importante. Le deuxième sous groupe est constitué de plusieurs communes où les parcelles prospectées sont soit indemnes (Bir Ould Khelifa, Mouzaia, El Affroun et Ain Romana) soit faiblement infestées (El Amra, Ain Bouyahia, El Attaf, Zeddine et Djendel. Quant au troisième sous groupe, il est constitué de la commune de Rouina où deux parcelles sur trois sont infestées et les degrés d'infestations sont élevés (mais sont moins importants par rapport à ceux notés à Ain Defla) (Fig. 43).



**Figure 43 :** classification hiérarchique des communes prospectées en fonction de leur degré d'infestation.

### III.2. Discussion

Notre étude consiste à évaluer l'état d'infestation de quelques parcelles cultivées en pomme de terre par les nématodes à kyste *Globodera* sp. Ces parcelles sont situées dans neuf communes de la wilaya d'Ain Defla et quatre communes de Blida

Les résultats obtenus montrent une fréquence d'infestation plus importante à Ain Defla qu'à Blida. En effet, ces parasites sont présents dans la majorité des parcelles étudiées dans la région d'Ain Defla. 74% des parcelles prospectés alors qu'à Blida, ils sont présents seulement dans 8,33% des parcelles échantillonnées (mais il faut noter que le nombre de parcelles étudiées à Ain Defla (27) est plus important que celui des parcelles étudiées à Blida.

La production de la pomme de terre est très importante dans la wilaya d'Ain Defla, selon les statistiques du ministère de l'agriculture, elle couvre plus de 25% des besoins du marché national. Donc, l'importance de l'infestation par ces parasites dans les communes prospectées

(Ain Defla, Rouina, Mekhatria, Zeddine, Djendel El Amra, Ain Bouyahia et Attaf ) serait due à la surexploitation des producteurs des parcelles en question et à l'itinéraire technique inadéquat

Au niveau de la wilaya de Blida, les résultats obtenus ont révélé que le nombre de kystes vides étaient plus importants par rapport aux kystes pleins. Ces kystes vides peuvent appartenir à de nouvelles populations et ils ont récemment éclos sous l'effet des exsudats radiculaires de la plante hôte et les conditions favorables à l'éclosion ou à des populations anciennement écloses. Il pourrait aussi s'agir de femelles stériles. Les kystes pleins de *Globodera* contenant des œufs et de juvéniles sont signalés seulement dans la parcelle P1 de Meftah.

Cependant, au niveau national, la wilaya de Blida qui est connue par sa surproduction des arboricultures Fruitières (les agrumes 55% de la superficie arboricole soit 17 338 Ha) ainsi que par la production maraichère (DSA de Blida, 2016), la culture de la pomme de terre est relativement moins pratiquée. En effet, selon la direction des services agricoles de cette wilaya, la pomme de terre de saison est pratiquée seulement dans quatre communes (Ain Romana, El Afroun, Meftah et Mouzaia). Notre étude dans cette wilaya montre que la majorité des parcelles prospectées (11 parcelles) ne sont pas infestées par les nématodes à kystes du genre *Globodera*. Comme ces parcelles sont destinées à la multiplication de semence, elles sont soumises à un contrôle régulier par la DSA et les services de protections de végétaux INPV. La réalisation des analyses nématologiques par l'INPV est obligatoire avant la plantation. D'autre part, le bon niveau de technicité des agricultures et l'efficacité de la vulgarisation serait une cause essentielle de l'absence de ces ravageurs. Néanmoins, d'autres échantillonnages intensifs doivent être réalisés dans cette wilaya pour détecter d'autres parcelles infestées afin de limiter la propagation de ces parasites à d'autres régions.

Selon Mugniery (1975), le seuil de nuisibilité est fixé à 10 L2/ g du sol, ce seuil a été atteint voir même largement dépassé dans 5 des 27 parcelles étudiées à Ain Defla où le degré d'infestation le plus élevé est noté dans la parcelle P3 de la commune d'Ain Defla (47,48 œufs+L2/g du sol). Dans la seule parcelle déclarée infestée à Blida (P1 de Meftah), le seuil de nuisibilité a été aussi largement dépassé (14,78 œufs+L2/g du sol). Les parcelles détectées infestées doivent être mises en quarantaine afin d'éviter la dissémination de ces parasites vers d'autres parcelles et autres régions.

L'analyse de la variance a révélé que les variations des nombres des kystes pleins, et celles des nombres des œufs et juvéniles de *Globodera* en fonction des wilayas est très hautement significative ( $P < 0,0005$ ).

L'infestation varie très hautement significativement entre les communes d'Ain Defla et significativement entre les communes de Blida.

Dans la majorité des communes l'infestation varie en fonction des parcelles à El Amra, El Attaf et Ain Bouyahia.

Meziene et Meziene (2015) ont aussi noté l'importance de l'infestation dans la wilaya d'Ain Defla, Ils ont noté une fréquence d'infestation de 100% et les degrés d'infestation étaient élevés. Dans une parcelle située dans la commune d'Ain Defla, un degré de 27,49oeufs +J2/g du sol a été signalé.

L'importance de l'infestation dans ces parcelles est le résultat de l'interaction de plusieurs facteurs particulièrement le type de rotation inadéquat : Elle est généralement binaire basée sur céréales-pomme de terre ou parfois autres cultures (Fenouil, pastèque, laitue...) et parfois même les agriculteurs font recours à la monoculture qui est pratiquée dans un grand nombre des parcelles infestées. Les rotations courtes et la monoculture est un important facteur qui favorise la multiplication de ces bioagresseurs (Hidalgo et Kerry, 2008 ; Lopez-Lema et al., 2013). Le choix de la variété dans les parcelles prospectées serait aussi l'un des facteurs de la pullulation de ces ravageurs. En effet, Spunta qui est cultivées dans la majorité des parcelles est sensible à l'attaque des *Globodera* (Greco et al., 2007 ;Hlaoua, 2010). Selon Reddy 1983 et Belhaj Ben Yahya (2007) l'irrigation par aspersion favorise aussi le développement des nématodes à kystes et ce type d'irrigation est pratiqué dans toutes les parcelles prospectées.

Nous avons remarqué que les sols des parcelles fortement infestées situées à Ain Defla et Rouina sont des sols rouges et légers, 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.

L'interaction de différents facteurs (édaphiques, climatiques et humains) pourrait être à l'origine des différences de l'état d'infestation entre les différentes communes prospectées (Schneider et Mugniery, 1971).

Pour compléter l'information sur la répartition géographique de ces parasites dans notre pays et établir une stratégie de contrôle intégrée, un échantillonnage intensif doit être réalisé dans toutes les régions productrices de la pomme de terre en Algérie.

Les résultats à l'enquête menée dans les deux wilayas auprès des exploitations agricoles ont montré que les causes principales de l'infestation par les nématodes *Globodera* sp. mais elle a aussi mis en évidence quelques aspects qui contribuent à la pullulation de ces parasites:

- **Le faible niveau de technicité des agriculteurs**

Ce manque a été surtout noté dans la wilaya d'Ain Defla alors qu'à Blida, le niveau de formation des agriculteurs était meilleur. Le manque de formation et de technicité pourrait avoir une conséquence négative sur l'itinéraire technique de la culture choisi par les agriculteurs (pratique culturale, choix des variétés).

- **Le mode de conduite de la culture**

Les agriculteurs ont un rôle important dans la dissémination des *Globodera* sp. par les pratiques culturales appliquées dans les parcelles cultivées en pomme de terre (type de rotation, variétés cultivées, type d'irrigation).

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

-La variété la plus cultivée dans la wilaya d'Ain Defla est Spunta (variétés sensible), elle est suivie de Kondor. A Blida les variétés les plus cultivées sont Fabulla et Spunta. Des études poussées doivent être effectuées afin de caractériser le comportement des variétés cultivées en Algérie vis-à-vis de ce ravageur.-

Selon Hlaoua et *al.* (2010), le mode d'irrigation par aspersion appliqué dans l'ensemble des exploitations pour les deux régions, favorise aussi le développement de ces parasites.

Les pratiques culturales contribuant à contrôler ces nématodes comme la jachère et le labour d'été, sont pratiqués dans quelques exploitations seulement, mais dans la majorité des exploitations ces pratiques sont absentes.

Les agriculteurs ne sont pas conscients de l'importance de ces pratiques pour la gestion de ces ravageurs. Les amendements organiques augmentent l'activité biologique du sol et le taux des microorganismes antagonistes (champignons nématophages et bactéries), et par conséquent réduit l'infestation par les nématodes (Renco et *al.*, 2007 ; D'addabbo et *al.*, 2009). Cependant, les amendements organiques ne sont pas utilisés dans la plupart des exploitations dans la wilaya d'Ain Defla. D'autre part, dans la wilaya de Blida, ce type de fertilisation n'est utilisé dans aucune des exploitations enquêtées.

- **Rôle des services de vulgarisation agricole**

Au niveau de la wilaya d'Ain Defla, nous avons noté que la majorité des agriculteurs enquêtés n'ont pas des connaissances sur les nématodes et particulièrement sur les *Globodera* sp. . Leurs réponses sur les questions relatives à leurs symptômes et à leur forme ont indiqué que ceux qui sont au courant de leur existence 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. Cependant, dans la région de Blida, Il y'a75 % des agriculteurs enquêtés qui connaissent les nématodes à kystes *Globodera* puisqu'ils ont répondu sur les questions posées sur leur morphologie et leurs symptômes. Ils sont s des ingénieurs, des techniciens ou même des agriculteurs qualifiés. L'efficacité de service de vulgarisation dépend d'abord des degrés de formation (générale et technique) et d'information des agriculteurs (Bédrani, 1993).

- **L'environnement de parcelle cultivée**

Dans la wilaya d'Ain Defla, la pomme de terre est cultivée en grandes surfaces et les parcelles sont situées l'une à côté de l'autre, ce qui pourrait faciliter la dissémination des kystes de ces nématodes d'une parcelle à l'autre dans le cas d'infestation de l'une de ces parcelles. Le moyen de dissémination peut être naturel par le vent, les eaux de pluies ou le déplacement des animaux (Schneider et Mugniery, 1971).A Blida, la plus part des parcelles prospectée sont entourées soit par des parcelles cultivées en céréales soit par d'autres types de cultures comme les maraîchages, donc la dissémination de ce parasites serait moins importante.

- **Type du sol**

Dans les deux wilayas les types du sol sont diversifiés. Ils sont soit argileux-limoneux soit limoneux-argileux ou parfois argileux. Plusieurs parcelles d'Ain Defla présentent des sols rouges et légers, qui sont appelés en dialecte local « hemri». Selon Schneider et Mugniery (1971) les nématodes se développent bien dans les sols légers.

- **Traitement phytosanitaires**

En ce qui concerne l'utilisation des produits phytosanitaires dans les exploitations enquêtés, on remarque que presque la moitié des agriculteurs désinfectent le sol avant la mise en place de la culture de la pomme de terre dans les deux régions, mais la majorité des agriculteurs enquêtés dans la wilaya d'Ain Defla ne connaissent pas le nom de produit utilisé. Tandis qu'à Blida, les agriculteurs ont signalé qu'ils utilisent beaucoup le nématicide « MOCAP KAZAR»

(matière active : Manèbe 80% pour la désinfection du sol. 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.

- L'utilisation de plantes nématicides et la Biofumigation est coûteuse donc les agriculteurs ne font pas recours à ces méthodes.

*Références*

*Bibliographiques*

- 1. ACIA (Agence Canadienne D'inspection des Aliments), 2011.** Nématode à kyste de la pomme de terre, Nématode doré (*Globodera rostochiensis*), Nématode à kystes pâles (*Globodera pallida*), [En ligne], URL : <http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/pestrava/gloros/tech/glorosf.shtml>.
- 2. Alloy J.P., 2009-** La filière pomme de terre en Champagne- Ardenne. Agreste Champagne- Ardenne N° 9. Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche.
- 3. Arakawa T., Yu, J. et Langridge W. H., 1999-** Food plant-delivered cholera toxin B subunit for vaccination and immunotolerization, Pp. 161-178 In *Chemicals via Higher Plant Bioengineering*. Springer US.
- 4. Badaoui M., Berkani A. et Kolai N., 2011-** Etude de certains caractères et systématique de *Phyhorimaea operculella* Zeller (Lipidoptera ; Gelechiidae) de différentes régions d'Algérie. *Laboratoire de la production végétale. Université de Mostaganem*. 60-67.
- 5. Badra T., Saleh M. A., et Oteifa B. A., 1979.** Nematicidal activity and composition of someorganic fertilizers and amendments.
- 6. Baldwin K. H., 2006-** Rotation des cultures dans les exploitations biologiques. Ed. CEEC (Centr for Enviromental Farming Système), 18p.
- 7. Bedrani S., 1993-** La vulgarisation agricole au Maghreb : essai de synthèse d'un Séminaire Cahiers Options Méditerranéennes *CIHEAM* **2(1)**:3-11.
- 8. Behrens E., 1975-** *Globodera Skarbilovich*, 1959 and independent genus in the subfamily Heteroderinae Skarbilovich, 1949 Nematoda: Heteroderidae). *Vortragstagungzu Aktuellen Problemen der Phytonematologie*, *1*, 12-26.
- 9. Bélair G., 2005-** Les nématodes, ces anguillules qui font suer les plantes par la racine. *Phytoprotection*, *86(1)*, 65-69.
- 10. Belhadj Ben Yahia F., 2007 -** *Variation de l'infestation de quelques parcelles de pomme de terre par le nématode doré du genre Globodera. Test de sensibilité de deux variétés (Désirée et Spunta) au laboratoire.* Mémoire d'ingénieur en Agronomie, Institut National Agronomique El-Harrach, Alger, 57 p.
- 11. Bernhades U., 1998-** La pomme de terre *Solanum tuberosum L.* Monographie. Ed. Institut National Agronomique.
- 12. Bird A. F. et Brisbane P.G., 1988-**The influence of *Pasteuria penetrans* in field soils on the reproduction of root-knot nematodes. *Revue Nématol.* *11(1)*, 75-81.

13. **Blancard D., Candresse T., Laterrot B. et Marchoux G., 2009-** *Les maladies de la tomate: Identifier, connaître, maîtriser.* Ed: Quea, 690 p.
14. **Blanchard A., 2006.** *Identification, polymorphisme et évolution moléculaire de gènes du pouvoir pathogène chez le nématode à kyste de la pomme de terre Globodera pallida* (Doctoral dissertation, Université Rennes 1).
15. **Boulaine J., 1957-** Etude des sols des plaines du Chelif. Thèse d'Etat de l'Université d'Alger, 582 p.
16. **Bradshaw J., 2007-** Breeding Potato as a Major Staple Crop. *Dans* M. KANG, P. PRIYADARSHAN, Breeding Major Food Staples, 1ère éd., Blackwell Publishing, Iowa, p. 277-332.
17. **Braga R., Labrada R., Fornasari L. et Fratini N., 2001-** Des alternatives au bromure de méthyle pour la fumigation du sol. Manuel de formation pour les vulgarisations et les paysans. Unite Energie et Action de l'ozone. Programme des Nations Unies pour l'environnement. *Organisation des Nations Unies pour l'agriculture et l'alimentation. Rome*, pp. 59-60.
18. **Brodie B. B., 1999-** Classical and molecular approaches for managing nematode saffecting potato. *Canadian journal of plant pathology*, 21(3), 222-230.
19. **Brown S. M., Kepner J. L. et Smart G. C., 1985-** Increased crop yields following application of *Bacillus penetrans* to field plots infested with *Meloidogyne incognita*. *Soil Biology and Biochemistry*, 17(4), 483-486.
20. **Buisson A., Chabert A., Champeil A., Foumet S., Mugniéry D., Rivoal R. et Taupin P., 2011-** Nématodes des grandes cultures (Paris: ACTA- Le réseau des instituts des filières animales et végétales).
21. **Burns R., 2009-** Plant pathology: Techniques and protocols. Ed. Humana press, N.Y. USA, 321p.
22. **Cayrol J. C., Djian-Caporalino C., ET Panchaud-Mattei, E., 1992-** La lutte biologique contre les Nématodes phytoparasites. *COURRIER DE LA CELLULE ENVIRONNEMENT INRA*, 17(17), 31-44.
23. **Chaumeton H., Jutier S. et Fragnaud C., 2006-** *La culture des pommes de terre.* 93 p
24. **Chauvin L., Caromel B., Kerlan M. C., Rulliat E., Fournet S., Chauvin J. É. et Mugniéry D., 2008-** La lutte contre les nématodes à kyste de la pomme de terre *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*. *Cahiers Agricultures*, 17(4), 368-374.

- 25. D'Addabbo T., Avato P. et Tava A., 2009-** Nematicidal potential of materials from *Medicago* spp. *Eur J Plant Pathol*, 125:39–49.
- 26. Davies K. G. et Spiegel Y., 2011-** Biological control of plant-parasitic nematodes: towards understanding field variation through molecular mechanisms. In *Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions* (pp. 493-516). Springer Netherlands.
- 27. Delaplace P., 2007-** *Caractérisation physiologique et biochimique du processus de vieillissement du tubercule de pomme de terre (Solanum tuberosum L.)* (Doctoral dissertation, Université de Liège, Liège, Belgique).
- 28. DSA d'Ain Defla, 2010.** Données statistiques. Document interne non publiés
- 29. DSA d'Ain Defla, 2012.** Données statistiques. Document interne non publiés
- 30. DSA d'Ain Defla, 2016.** Données statistiques. Document interne non publiés
- 31. DSA de Blida, 2016.** Données statistiques. Document interne non publiés
- 32. Dufour R., Guereña M., et Earles R., 2003-** Alternative nematode control—Pest management technical note. *Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA). NCAT Agriculture Specialists, Fayetteville, AR.* <http://attra.ncat.Org/attra-pub/nematode.Html#Biocontrols>.
- 33. Duval J., 1993-** Les plantes nématicides. Agrobio 360-04. EAP Publications. McGill University, Canada.
- 34. Duvauchelle S., 2013.** Nématodes des pommes de terre, tour d'horizon à ras du sol. *Phytoma-La Défense des végétaux*, (660), 12-18.
- 35. EPPO, 2009-** EPPO Standards - Diagnostics - PM 7/40(2) *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. *Bull. OEPP* 39, 354-368.
- 36. EPPO/OEPP, 2004-** Diagnostic protocols for regulated pests *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. *OEPP/EPPO Bulletin* 34, 309-314.
- 37. FAO (Food and Agriculture Organization), 2012-** Les principaux producteurs et consommateurs de pomme de terre dans le monde. FAOSTAT.
- 38. FAO STAT, 2007-** <http://www.potato2008.org/fr/monde/index.html>
- 39. FAO, 2008-** *Année internationale de la pomme de terre: Eclairage sur un trésor enfoui.* Compte rendu de fin d'année. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture, Rome, ISBN : 978-92-5-306142-7, 148 p.

40. Fenwick, D.W., 1940- Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera Schachtii* from soil. *J. Helminthology* 18: 155-172.
41. FNPT (Fédération nationale des producteurs de plants de pommes de terre), 2012. *Guide pratique des maladies, ravageurs et désordres de la pomme de terre : guide d'identification des origines de symptômes et fiches descriptives*. ISBN 978-8179-0091-9.
42. Franco J., 1987- Nématodes à kyste de la pomme de terre; *Globodera* spp. *Bulletin d'information Technique* 9. Centre International de la Pomme de terre, Lima Pérou.
43. Fuller V.L., Lilley C.J. et Urwin P.E., 2008- Nematode resistance. *New Phytologist*, 180 (1), 27-44.
44. Gheysen G. et Mitchum M. G., 2008- Molecular insights in the susceptible plant response to nematode infection. Cell Biology of Plant Nematode Parasitism. In: Berg R, Taylor C (eds). Springer Berlin / Heidelberg, pp 45-81.
45. Godoy G., Rodriguez-Kabana R., et Morgan-Jones G., 1983- Fungal parasites of *Meloidogyne arenaria* eggs in an Alabama soil. Amycological survey and greenhouse studies. *Nematropica*, 13(2), 201-213.
46. Gowen S. R. et Ahmed R., 1990- *Pasteuria penetrans* for control of pathogenic nematodes. *Aspects of Applied Biology*, (24), 25-32.
47. Gowen S. R., et Tzortzakakis E., 1994- Biological control of *Meloidogyne* spp. with *Pasteuria penetrans*. *EPPO Bulletin*, 24(2), 495-500.
48. Greco N., Divito M., Parisi B., Ranalli P., Brandonisio A. et Catalano F., 2007- Resistance of new Italian potato breed clones to cyst and root knot nematodes. *Nematol. mediterr.*, 35: 227-235.
49. Grison C., 1983- *La pomme de terre caractéristiques et qualité alimentaire*. Ed. CSTA, Rue de général Fay, 75008. Paris, 88 p.
50. Guet G., 2003- *Mémento d'agriculture biologique: guide pratique à usage professionnel*. France Agricole Editions. France, pp. 189-192.
51. Haq SK Atif SM. et Khan RH., 2004- Protein as inhibitor genes in combat against insects, pests, and pathogens: natural and engineered phytoprotection. *Arch Biochem Biophys*. 431:145-159.
52. Hawkes J.G., 1990- *The potato, Evolution, biodiversity and genetic resources*. London, Belhaven Press, 259 p.

- 53. Hildalgo-Diaz I. et Kerry B.R., 2008-** Integration of biological control with other methods of nematode management. Pp. 29-49. *In: Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops: Nematodes*, Springer, 356 p.
- 54. Hlaoua W., Kallel S. et Horrigue-Raouani N., 2010 -** Effets des composantes de l'environnement et des pratiques culturales sur les communautés des nématodes associées à la culture de pomme de terre en Tunisie. *Nematol. Medit.*, 38: 13-26.
- 55. INPV (Institut national de la protection des végétaux), 2009-** Nématodes à kystes de la pomme de terre *Globodera rostochiensis* et *G. pallida*. Ed: INPV: 4 p.
- 56. INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 2012.** Résistance aux nématodes à kyste chez la pomme de terre : Nouveaux marqueurs pour la sélection de variétés présentant un niveau de résistance élevé et durable à *Globodera pallida*. Ed. INRA. 2 p.
- 57. Jatala P., 1987-** Nématodes parasites de la pomme de terre. *LA POMME DE TERRE: BULLETINS D'INFORMATION TECHNIQUE [Perú].*, 1(19), 49-56.
- 58. Jatala P., Kaltenbach R., et Bocangel M., 1979-** Biological-control of *Meloidogyne-incognita* acrita and *Globodera pallida* on potatoes. *Journal of Nematology* (Vol. 11, No. 4, pp. 303-303).
- 59. Johnson A. W. et Fassuliotis G., 1984-** Nematode parasites of vegetable crops. *Plant and Insect Nematodes*, 323-372.
- 60. Kamoumia F. et Ghachi N., 2010-** *Enquête sur la distribution de nématode Globodera sp. dans les parcelles de pomme de terre dans la région de Chlef.* Memoire d'ingénieur en Agronomie. Département d'Agronomie. Faculté des sciences Agronomiques et Biologiques. UHBC. 42 p.
- 61. Kerry B. R. et Deleu F., 1991-** New nematocidal strain of *Verticillium Chlamydosporium* for control of *Meloidogyne* spp., well maintained in soil without damage to plants. Brevet WO9101642 (A1).
- 62. Kerry B. R., Simon A. et Rovira A. D., 1984-** Observations on the introduction of *Verticillium chlamydosporium* and other parasitic fungi into soil for control of the cereal cyst-nematode *Heterodera avenae*. *Annals of Applied Biology*, 105(3), 509-516.
- 63. Kiewnick S., et Sikora R. A., 2006-** Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* by *Paecilomyces lilacinus* strain 251. *Biological control*, 38(2), 179-187.

- 64. Lopez-Lima D., Sanchez Nava P., Gariôn G. et Nunez-Sanchez A. E., 2013-** 89% of reduction of potato cyst nematodes population using biological control and rotation. *Agro. Sustain. Dev.*, 33, 425-431.
- 65. McSorley R., 1999-** Host suitability of potential cover crops for root-knot nematodes. *Journal of Nematology*, 31(4S), 619.
- 66. Merny G. et Luc M., 1969-** Les techniques d'échantillonnage des peuplements de Nématodes dans le sol. Pp. 237-272 in *Problèmes d'écologie : L'échantillonnage des Peuplements animaux des milieux terrestres*. Ed. Masson et Cie, Paris, 360 p.
- 67. Meziene S., Mezieni N., 2015-** *Enquête sur les nématodes à kystes Globodera de la pomme de terre et état d'infestation de quelques parcelles dans la wilaya d'Ain Defla*, Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master. Université de Djilali Bounaama Khemis Miliana. pp (01 :55) -55.
- 68. Mugniery D., 1975-** Importance des dégâts provoqués par les nématodes à kyste de la pomme de terre : *Globodera pallida* et *Globodera rostochienensis* (Wooll). *Ext. Pro. Agro. France*, pp. 636-644.
- 69. Mugniery D., 1982-** Influence de l'hôte sur le développement et l'expression du sexe chez un nématode phytoparasite à déterminisme sexuel épigénétique, *Globodera pallida* Stone. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences. Serie 3* : 49-52. *Sciences de la Vie*
- 70. Mugniery D., 1996-** Nématodes. In: Rousselle P, Robert Y, Crosnier JC (eds) La pomme de terre. INRA Editions (Paris), pp 164-171.
- 71. Mugniery D., Phillips M. S., Rumpfenhorst H. J., Stone A. R., Treur, A. et Trudgill, D. L., 1989-** Assessment of partial resistance of potato to, and pathotype and virulence differences in, potato cyst nematodes. *EPPO bulletin*, 19(1), 7-25.
- 72. Muller R. et Gooch P.S., 1982-** Nematological reviews: Organic amendments in nematode control. An examination of the literature. *Nematropica*, 12(2), 319-326.
- 73. Nadjar H., 2000-** *Contribution à l'estimation des besoins en eau de la culture de la pomme de terre dans le périmètre du haut Chélif*. Mém. Ing., Centre Universitaire de Khemis Miliana. 83p.
- 74. Nakachlan J-M. et Jacquemont R., 1971-** Les nématodes des cultures. ACTAPNGPC, PP : 761-767.
- 75. Oswaldo T., 2010-** Hommage à la pomme de terre. *Eds, Haute Ecole de Santé. Genève : Filière en nutrition et diététique*. 11 p.

- 76. Overman A. J., 1964-** The effect of temperature and flooding on nematode survival in fallow and sandy soil. *Soil Crop Science Society Proceedings*, 24, 141-149.
- 77. PADIL (Pests and Diseases Image Library), 2010.** (Potato Cyst Nematodes (*Globodera* spp.)). 27p. <http://www.padil.gov.au/pbt/>
- 78. Ploeg A. T. (1999).** Greenhouse studies on the effect of marigolds (*Tagetes* spp.) on four *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology*, 31(1), 62.
- 79. Ploeg A. T., 2002-** Effects of selected marigold varieties on root-knot nematodes and tomato and melon yields. *Plant Disease*, 86(5), 505-508.
- 80. Raski D.J., 1950-** The life history and morphology of the sugar-beet nematode, *Heterodera schachtii* Schmidt. *Phytopathology*, 40(2), 135-152
- 81. Reddy P. P., 1983.** Plant nematology. *Agric. Publish. Acad.*, India, 287p.
- 82. Renco M., D'Addabbo T., Sasanelli N. et Papajova, I., 2007-** The effect of five composts of different origin on the survival and reproduction of *Globodera rostochiensis*. *Nematology*, 9, 537-543.
- 83. Rhoades H. L., 1982-** Effect of temperature on survival of *Meloidogyne incognita* in flooded and fallow muck soil. *Nematropica*, 12(1), 33-37.
- 84. Rhoades H. L., et Forbes R. B., 1986-** Effects of fallow, cover crops, organic mulches, and fenamiphos on nematode populations, soil nutrients, and subsequent crop growth. *Nematropica*, 16 (2), 141-151.
- 85. Rodriguez-Kabana R., Morgan-Jones G., Godoy G. et Gintis B.O., 1984-** Effectiveness of species of *Gliocladium*, *Paecilomyces*, and *Verticillium* for control of *Meloidogyne arenaria* in field soil. *Nematropica*, 14(2), 155-170.
- 86. Rolot J. L., 2005-** Analyse des facteurs régulant la dissémination du virus Y de la pomme de terre (PVY) en vue de stratégies de lutte raisonnées. *Unité de Phytopathologie. Gembloux, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux*, 252.
- 87. Rousselle P., Robert Y., et Crosnier J. C., 1996-** *La pomme de terre: production, amélioration, ennemis et maladies, utilisations*. Editions Quae. 278p.
- 88. Salazar A., et Ritter E., 1993-** Effects of day length during cyst formation, storage time and temperature of cysts on the in vitro hatching of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Fundamental and Applied Nematology*, 16 (6), 567-572.
- 89. Sasser J. N., et Freckman D. W., 1987-** World perspective on neamtology: the role of the society. *Vistas on nematology: acommemoration of the twenty-fifthanniversary*

- of the Society of Nematologists*/edited by Joseph A. Veech and Donald W. Dickson. Eds. p. 7-14. Hyattsville, USA, society of nematologistinc.
- 90. Sawyer R. L., 1972-** Nématode à kyste de la pomme de terre, pp : 57- 64 in : *la pomme de terre. Bulletins d'information technique*, 1 à 19. Ed. Centre International de la pomme de terre, Bruxelles.
- 91. Schnieder J. et Mugniery D., 1971-** Les nématodes parasites de la pomme de terre in *Les nématodes des cultures*. Ed. ACTA, Paris, pp. 327-348.
- 92. Scholte K., 2000-** Screening of non-tuber bearing Solanaceae for resistance to and induction of juvenile hatch of potato cyst nematodes and their potential for trap cropping. *Annals of Applied Biology*, 136 (3), 239-246.
- 93. Serail, 2003-** Sources principales : Mémento du producteur: Pomme de terre, Maladies et ravageurs des légumes de plein champ en Bretagne. Ed. Chambres d'Agriculture de Bretagne.
- 94. Sobczak M. Golinowski W., 2011-** Cyst Nematodes and Syncytia. In: Jones J., Gheysen G., Fenoll C (eds) *Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions*. Springer Netherlands, pp 61-82
- 95. Soltner D., 2005-** *Les grandes productions végétale, phytotechnie spéciale - céréales- plantes sarclées- prairies*. Collection Sciences et Techniques Agricoles 20<sup>ème</sup> édition 472 p.
- 96. Stirling G. R., 1991-** *Biological control of plant parasitic nematodes: progress, problems and prospects* (No. QL386. S84 1991). Wallingford: CAB International.
- 97. Stone A. R., 1977-** Recent developments and some problems in the taxonomy of cyst-nematodes, with a classification of the Heteroderoidea. *Nematologica*, 23(3), 273-288.
- 98. Stone A.R., 1973-** *Heterodera pallida* (Nématoda: Heteroderidae), à second species of potato cyst nematode. *Nematologica*, N°18, 591 p.
- 99. Sun F., Miller S., Wood, S. et Côté M. J., 2007-** Occurrence of potato cyst nematode, *Globodera rostochiensis*, on potato in the Saint-Amableregion, Quebec, Canada. *Plant Disease*, 91(7), 908.
- 100. Trigiano R.N., Windham M. T. et Windham A.S., 2004.** *Plant pathology: Concepts and laboratory exercices*. CRC press, Washington, 702.
- 101. Trudgill, D.L., Evans, K. et Parrott, D.M. (1975).** Effects of potato cyst-nematodes on potato plants. *Nematologica* 21, 169-182.

- 102. Turner S.J. et Evans, K., 1998-** The origins, global distribution and biology of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* (Woll.) and *Globodera pallida* Stone). Dans Potato cyst nematodes biology, distribution and control, R.J. Marks et B.B. Brodie, Ed. (Royaume Uni: CAB International), pp. 7-26.
- 103. Whitehead A.G., 1997-** Plant nématode control (Royaume Uni: CAB international).
- 104. Williamson V. M. et Kumar A., 2006-** Nematode resistance in plants: the battle underground. *TRENDS in Genetics*, 22(7), 396-403.
- 105. Wollenweber H.W., 1923-** Krankheiten und beschädigungen der kartoffeln. *AbtForschungsinstKartoffelbau Heft. 7*, Berlin, 56 p.
- 106. Yu Q., Ye W., Sun F., et Miller S., 2010-** Characterization of *Globodera rostochiensis* (Tylenchida: Heteroderidae) associated with potato in Quebec, Canada. *Canadian journal of plant pathology*, 32(2), 264-271.

# *Annexes*

## Annexes

### Annexe 01 : Importance de l'infestation dans la wilaya d'Ain Defla

Commune	Parcelle	Répétition	Nombre de kyste pleins	Nombre de kyste vide	Nombre totale de kyste	Œuf+ larve/250g du sol	Œuf+Larve/g du sol	
Ain Defla	P1	R1	54	312	366	8742	34,96	
		R2	46	232	278	9396	37,58	
		R3	55	282	337	10287	41,14	
		R4	54	241	295	8100	32,4	
		<b>M</b>	<b>52,25</b>	<b>266,75</b>	<b>319</b>	<b>9131,25</b>	<b>36,52</b>	
		<b>ET</b>	<b>4,19</b>	<b>37,20</b>	<b>39,96</b>	<b>934,67</b>	<b>3,74</b>	
	P2	R1	1	45	46	17	0,068	
		R2	1	37	38	42	0,16	
		R3	3	21	24	245	0,98	
		R4	2	32	34	120	0,48	
		<b>M</b>	<b>1,75</b>	<b>33,75</b>	<b>35,5</b>	<b>106</b>	<b>0,42</b>	
		<b>ET</b>	<b>0,96</b>	<b>10,05</b>	<b>9,15</b>	<b>102,52</b>	<b>0,41</b>	
	P3	R1	65	89	154	7367	29,46	
		R2	95	83	178	13423	53,69	
		R3	106	111	217	15448	61,79	
		R4	103	78	181	11244	44,97	
		<b>M</b>	<b>92,25</b>	<b>90,25</b>	<b>182,5</b>	<b>11870,5</b>	<b>47,48</b>	
		<b>ET</b>	<b>18,75</b>	<b>14,55</b>	<b>25,98</b>	<b>3458,46</b>	<b>13,84</b>	
	Mekhatria	P1	R1	25	35	60	3306	13,22
			R2	32	56	88	6255	25,02
			R3	25	31	56	4213	16,85
R4			17	52	69	2421	9,68	
<b>M</b>			<b>24,75</b>	<b>43,5</b>	<b>68,25</b>	<b>4048,75</b>	<b>16,19</b>	
<b>ET</b>			<b>6,13</b>	<b>12,34</b>	<b>14,24</b>	<b>1642,74</b>	<b>6,57</b>	
P2		R1	2	37	39	25	0,1	
		R2	1	29	30	9	0,03	
		R3	1	20	21	16	0,06	
		R4	1	27	28	17	0,07	
		<b>M</b>	<b>1,25</b>	<b>28,25</b>	<b>29,5</b>	<b>16,75</b>	<b>0,07</b>	
		<b>ET</b>	<b>0,5</b>	<b>6,99</b>	<b>7,42</b>	<b>6,55</b>	<b>0,03</b>	
P3		R1	0	12	12	0	0	
		R2	0	17	17	0	0	
		R3	0	18	18	0	0	
		R4	0	16	16	0	0	
		<b>M</b>	<b>0</b>	<b>15,75</b>	<b>15,75</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
		<b>ET</b>	<b>0</b>	<b>2,63</b>	<b>2,63</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
El Amra	P1	R1	3	10	13	644	2,57	
		R2	0	16	16	0	0	
		R3	1	16	17	85	0,34	

	P2	R4	4	18	22	492	1,96
		<b>M</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>305,25</b>	<b>1,22</b>
		<b>ET</b>	<b>1,83</b>	<b>3,46</b>	<b>3,74</b>	<b>311,62</b>	<b>1,24</b>
		R1	2	4	6	118	0,47
		R2	0	7	7	0	0
		R3	1	10	11	30	0,12
		R4	0	8	8	0	0
	<b>M</b>	<b>0,75</b>	<b>7,25</b>	<b>8</b>	<b>37</b>	<b>0,15</b>	
	<b>ET</b>	<b>3,89</b>	<b>2,20</b>	<b>39,72</b>	<b>41,51</b>	<b>0,22</b>	
	P3	R1	0	26	26	0	0
		R2	1	12	13	467	1,86
		R3	0	34	34	0	0
		R4	0	22	22	0	0
		<b>M</b>	<b>0,25</b>	<b>23,5</b>	<b>23,75</b>	<b>116,75</b>	<b>0,47</b>
<b>ET</b>		<b>0,5</b>	<b>9,15</b>	<b>8,73</b>	<b>233,5</b>	<b>0,93</b>	
<b>El Attaf</b>	P1	R1	0	9	9	0	0
		R2	0	12	12	0	0
		R3	0	7	7	0	0
		R4	0	10	10	0	0
		<b>M</b>	<b>0</b>	<b>9,5</b>	<b>9,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
		<b>ET</b>	<b>0</b>	<b>2,08</b>	<b>2,08</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	P2	R1	2	27	29	331	1,32
		R2	2	11	13	60	0,24
		R3	1	25	26	137	0,54
		R4	6	39	45	610	2,44
		<b>M</b>	<b>2,75</b>	<b>25,5</b>	<b>28,25</b>	<b>284,5</b>	<b>1,135</b>
		<b>ET</b>	<b>2,22</b>	<b>11,47</b>	<b>13,15</b>	<b>245,13</b>	<b>0,98</b>
	P3	R1	0	64	64	0	0
		R2	1	47	48	24	0,09
		R3	0	127	127	0	0
		R4	0	115	115	0	0
		<b>M</b>	<b>0,25</b>	<b>88,25</b>	<b>88,5</b>	<b>6</b>	<b>0,02</b>
		<b>ET</b>	<b>0,5</b>	<b>38,76</b>	<b>38,41</b>	<b>12</b>	<b>0,05</b>
<b>Zeddine</b>	P1	R1	2	15	17	1009	4,03
		R2	7	14	21	2774	11,09
		R3	6	15	21	2059	8,23
		R4	1	21	22	200	0,8
		<b>M</b>	<b>4</b>	<b>16,25</b>	<b>20,25</b>	<b>1510,5</b>	<b>6,04</b>
		<b>ET</b>	<b>2,94</b>	<b>3,20</b>	<b>2,22</b>	<b>1135,22</b>	<b>4,54</b>
	P2	R1	0	21	21	0	0
		R2	1	20	21	50	0,2
		R3	3	9	12	664	2,65
		R4	0	25	25	0	0
		<b>M</b>	<b>1</b>	<b>18,75</b>	<b>19,75</b>	<b>178,5</b>	<b>0,7125</b>
		<b>ET</b>	<b>1,41</b>	<b>6,85</b>	<b>5,5</b>	<b>324,52</b>	<b>1,30</b>
	P3	R1	1	19	20	138	0,55
		R2	3	20	23	823	3,29

		R3	1	22	23	220	0,88
		R4	2	22	24	558	2,23
		<b>M</b>	<b>1,75</b>	<b>20,75</b>	<b>22,5</b>	<b>434,75</b>	<b>1,7375</b>
		<b>ET</b>	<b>0,96</b>	<b>1,50</b>	<b>1,73</b>	<b>316,28</b>	<b>1,26</b>
<b>Rouina</b>	P1	R1	0	28	28	0	0
		R2	0	32	32	0	0
		R3	0	43	43	0	0
		R4	0	39	39	0	0
		<b>M</b>	<b>0</b>	<b>35,5</b>	<b>35,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
		<b>ET</b>	<b>0</b>	<b>6,76</b>	<b>6,76</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	P2	R1	33	17	50	6629	26,51
		R2	27	34	61	5150	20,6
		R3	37	13	50	7962	31,84
		R4	29	27	56	5036	20,14
		<b>M</b>	<b>31,5</b>	<b>22,75</b>	<b>54,25</b>	<b>6194,25</b>	<b>24,77</b>
		<b>ET</b>	<b>4,43</b>	<b>9,54</b>	<b>5,32</b>	<b>1383,95</b>	<b>5,53</b>
	P3	R1	46	36	82	6135	24,54
		R2	37	32	69	6130	24,52
		R3	47	52	99	6515	26,06
		R4	38	36	74	6600	26,4
		<b>M</b>	<b>42</b>	<b>39</b>	<b>81</b>	<b>6345</b>	<b>25,38</b>
		<b>ET</b>	<b>5,23</b>	<b>8,87</b>	<b>13,14</b>	<b>247,82</b>	<b>0,99</b>
<b>Ain Bouyahia</b>	P1	R1	0	54	54	0	0
		R2	0	29	29	0	0
		R3	0	40	40	0	0
		R4	0	44	44	0	0
		<b>M</b>	<b>0</b>	<b>41,75</b>	<b>41,75</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
		<b>ET</b>	<b>0</b>	<b>10,34</b>	<b>10,34</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	P2	R1	0	80	80	0	0
		R2	3	73	76	81	0,32
		R3	2	84	86	29	0,11
		R4	0	81	81	0	0
		<b>M</b>	<b>1,25</b>	<b>79,5</b>	<b>80,75</b>	<b>27,5</b>	<b>0,11</b>
		<b>ET</b>	<b>1,50</b>	<b>4,65</b>	<b>4,11</b>	<b>38,20</b>	<b>0,15</b>
	P3	R1	1	14	15	76	0,3
		R2	0	18	18	0	0
		R3	0	14	14	0	0
		R4	0	19	19	0	0
		<b>M</b>	<b>0,25</b>	<b>16,25</b>	<b>16,5</b>	<b>19</b>	<b>0,075</b>
		<b>ET</b>	<b>0,5</b>	<b>2,63</b>	<b>2,38</b>	<b>38</b>	<b>0,15</b>
<b>Djendel</b>	P1	R1	7	38	45	222	0,88
		R2	3	11	14	221	0,88
		R3	6	23	29	235	0,94
		R4	4	21	25	222	0,88
		<b>M</b>	<b>5</b>	<b>23,25</b>	<b>28,25</b>	<b>225</b>	<b>0,90</b>
		<b>ET</b>	<b>1,83</b>	<b>11,15</b>	<b>12,84</b>	<b>6,68</b>	<b>0,03</b>
	P2	R1	1	18	19	67	0,26

		R2	6	35	41	307	1,22
		R3	5	27	32	148	0,59
		R4	0	16	16	0	0
		<b>M</b>	<b>3</b>	<b>24</b>	<b>27</b>	<b>130,5</b>	<b>0,52</b>
		<b>ET</b>	<b>2,9</b>	<b>8,8</b>	<b>11,6</b>	<b>132,3</b>	<b>0,5</b>
		P3	R1	0	19	19	0
		R2	1	21	22	21	0,08
		R3	0	9	9	0	0
		R4	1	16	17	30	0,12
		<b>M</b>	<b>0,5</b>	<b>16,25</b>	<b>16,75</b>	<b>12,75</b>	<b>0,05</b>
		<b>ET</b>	<b>0,58</b>	<b>5,25</b>	<b>5,56</b>	<b>15,17</b>	<b>0,06</b>
		P1	R1	0	34	34	0
<b>Bir Ould Khelifa</b>	P1	R2	0	19	19	0	0
		R3	0	25	25	0	0
		R4	0	25	25	0	0
		<b>M</b>	<b>0</b>	<b>25,75</b>	<b>25,75</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
		<b>ET</b>	<b>0</b>	<b>6,18</b>	<b>6,18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
		P2	R1	0	26	26	0
	P2	R2	0	30	30	0	0
		R3	0	29	29	0	0
		R4	0	36	36	0	0
		<b>M</b>	<b>0</b>	<b>30,25</b>	<b>30,25</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
		<b>ET</b>	<b>0</b>	<b>4,19</b>	<b>4,19</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
		P3	R1	0	34	34	0
	P3	R2	0	33	33	0	0
		R3	0	21	21	0	0
		R4	0	31	31	0	0
		<b>M</b>	<b>0</b>	<b>29,75</b>	<b>29,75</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
		<b>ET</b>	<b>0</b>	<b>5,97</b>	<b>5,97</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

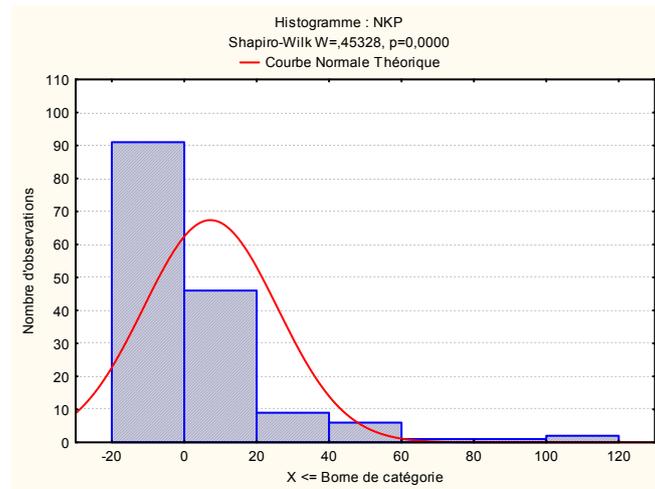
Annexe 02 : Importance de l'infestation dans la wilaya de Blida

Commune	Parcelle	Répétition	Nombre de kyste pleins	Nombre de kyste vide	nombre Totale de kyste	Œuf+ larves/250 g du sol	Œuf+larves/ g du sol
Meftah	P1	R1	12	16	28	3126	12,5
		R2	18	20	38	5494	21,97
		R3	19	15	34	4287	17,14
		R4	8	19	27	1878	7,51
		<b>M</b>	<b>14,25</b>	<b>17,5</b>	<b>31,75</b>	<b>3696,25</b>	<b>14,78</b>
		<b>ET</b>	<b>5,19</b>	<b>2,38</b>	<b>5,19</b>	<b>1550,50</b>	<b>6,20</b>
	P2	R1	0,00	32	32	0	0
		R2	0,00	46	46	0	0
		R3	0,00	35	35	0	0
		R4	0,00	42	42	0	0
		<b>M</b>	<b>0,00</b>	<b>38,75</b>	<b>38,75</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
		<b>ET</b>	<b>0,00</b>	<b>6,40</b>	<b>6,40</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
	P3	R1	0,00	40	40	0	0
		R2	0,00	42	42	0	0
		R3	0,00	48	48	0	0
		R4	0,00	42	42	0	0
		<b>M</b>	<b>0,00</b>	<b>43,00</b>	<b>43,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
		<b>ET</b>	<b>0,00</b>	<b>3,46</b>	<b>3,46</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Mouzaia	P1	R1	0,00	20	20	0	0
		R2	0,00	27	27	0	0
		R3	0,00	23	23	0	0
		R4	0,00	25	25	0	0
		<b>M</b>	<b>0,00</b>	<b>23,75</b>	<b>23,75</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
		<b>ET</b>	<b>0,00</b>	<b>2,99</b>	<b>2,99</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
	P2	R1	0,00	34	34	0	0
		R2	0,00	36	36	0	0
		R3	0,00	8	8	0	0

		R4	0,00	33	33	0	0
		<b>M</b>	<b>0,00</b>	<b>27,75</b>	<b>27,75</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
		<b>ET</b>	<b>0,00</b>	<b>13,23</b>	<b>13,23</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
	P3	R1	0,00	15	15	0	0
		R2	0,00	12	12	0	0
		R3	0,00	21	21	0	0
		R4	0,00	18	18	0	0
<b>M</b>		<b>0,00</b>	<b>16,50</b>	<b>16,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
<b>ET</b>		<b>0,00</b>	<b>3,87</b>	<b>3,87</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
<b>Ain Romana</b>	P1	R1	0,00	25	25	0	0
		R2	0,00	25	25	0	0
		R3	0,00	23	23	0	0
		R4	0,00	22	22	0	0
		<b>M</b>	<b>0,00</b>	<b>23,75</b>	<b>23,75</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
		<b>ET</b>	<b>0,00</b>	<b>1,50</b>	<b>1,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
	P2	R1	0,00	31	31	0	0
		R2	0,00	33	33	0	0
		R3	0,00	34	34	0	0
		R4	0,00	29	29	0	0
		<b>M</b>	<b>0,00</b>	<b>31,75</b>	<b>31,75</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
		<b>ET</b>	<b>0,00</b>	<b>2,22</b>	<b>2,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
	P3	R1	0,00	29	29	0	0
		R2	0,00	18	18	0	0
		R3	0,00	23	23	0	0
		R4	0,00	26	26	0	0
		<b>M</b>	<b>0,00</b>	<b>24,00</b>	<b>24,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
		<b>ET</b>	<b>0,00</b>	<b>4,69</b>	<b>4,69</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>El Affroun</b>	P1	R1	0,00	3	3	0	0
		R2	0,00	2	2	0	0
		R3	0,00	2	2	0	0

		R4	0,00	4	4	0	0
		<b>M</b>	<b>0,00</b>	<b>2,75</b>	<b>2,75</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
		<b>ET</b>	<b>0,00</b>	<b>0,96</b>	<b>0,96</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
	P2	R1	0,00	13	13	0	0
		R2	0,00	11	11	0	0
		R3	0,00	10	10	0	0
		R4	0,00	14	14	0	0
		<b>M</b>	<b>0,00</b>	<b>12,00</b>	<b>12,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
		<b>ET</b>	<b>0,00</b>	<b>1,83</b>	<b>1,83</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
	P3	R1	0,00	16	16	0	0
		R2	0,00	15	15	0	0
		R3	0,00	27	27	0	0
		R4	0,00	25	25	0	0
		<b>M</b>	<b>0,00</b>	<b>20,75</b>	<b>20,75</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
		<b>ET</b>	<b>0,00</b>	<b>5,68</b>	<b>5,68</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

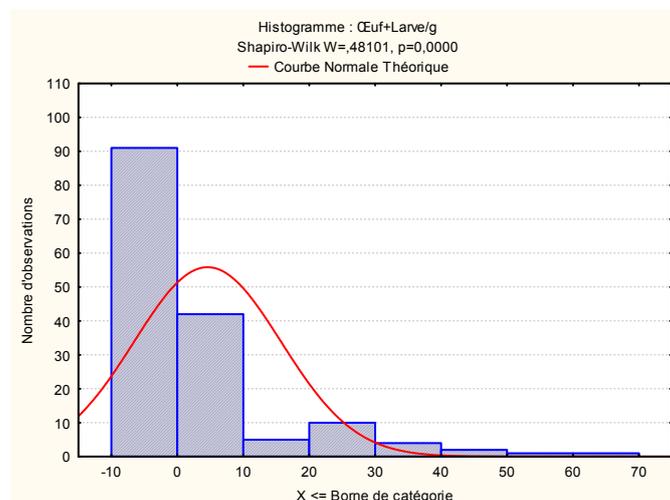
**Annexe 3** : Normalité des résultats relatifs aux nombres des kystes pleins collectés dans les parcelles des deux wilayas



**Annexe 4** : Résultats de test de Kruskal-Wallis relatifs à la variabilité de nombre de kystes pleins de *Globodera* en fonction des wilayas.

Dépôt d NKP	ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; NKP		
	Var. indépendante (classement) : Wilaya		
	Test de Kruskal-Wallis : $H(1, N=156) = 26,72400$ $p = ,000$		
	Code	N	Somme
Blida	101	48	2564,000
Ain Defla	102	108	9682,000

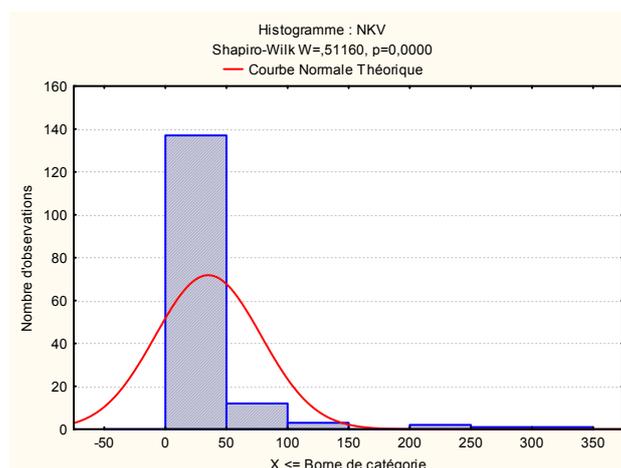
**Annexe 5** : Normalité des résultats relatifs aux nombre des œufs et juvéniles collectés dans les parcelles des deux wilayas



**Annexe 6** : Résultats de test de Kruskal-Wallis relatifs à la variabilité de nombre d'œufs et juvéniles de *Globodera* en fonction des wilayas.

Dépend. : Œuf+Larve/ g	ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; Œuf+Larve/g		
	Var. indépendante (classement) : Wilaya		
	Test de Kruskal-Wallis : $H(1, N=156) = 26,44538$ $p = ,000$		
	Code	N	Somme
Blida	101	48	2569,000
Ain Defla	102	108	9677,000

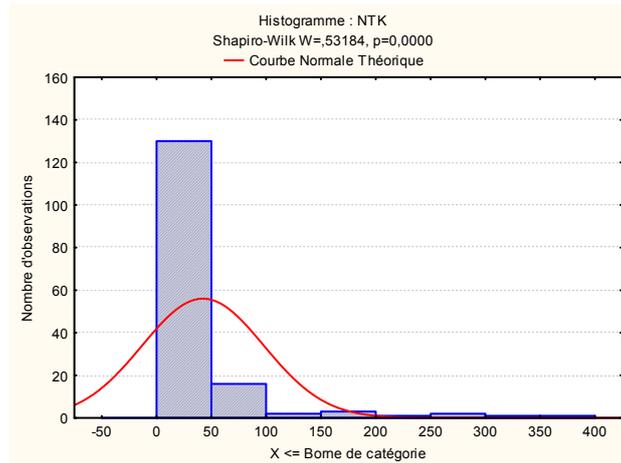
**Annexe7** : Normalité des résultats relatifs aux nombres des kystes vides collectés dans les parcelles des deux wilayas



**Annexe 8** : Résultats de test de Kruskal-Wallis relatifs à la variabilité de nombre de kystes vides de *Globodera* en fonction des wilayas.

Dépon d NKV	ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; NKV		
	Var. indépendante (classement) : Wilaya		
	Test de Kruskal-Wallis : $H(1, N=156) = 2,760099$ $p = ,096$		
	Code	N	Somme
Blida	101	48	3335,500
Ain Defla	102	108	8910,500

**Annexe 9** : Normalité des résultats relatifs aux nombre total des kystes collectés dans les parcelles des deux wilayas



**Annexe 10** : Résultats de test de Kruskal-Wallis relatifs à la variabilité de nombre total de kystes vides de *Globodera* en fonction des wilayas.

Dépôt d NTK	ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; NTK		
	Var. indépendante (classement) : Wilaya		
	Test de Kruskal-Wallis : $H(1, N=156) = 4,317956$ $p = ,037$		
	Code	N	Somme
Blida	101	48	3227,000
Ain Defla	102	108	9019,000

# Fiche d'enquête sur les nématodes à kystes *Globodera*

## de la culture de pomme de terre

Date de sortie : .....

### **Localisation**

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

### **Type d'exploitation**

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

Type de culture

- Saison                      rière saison                      Autre
- Destination :                       Consommation                      Sem ces

Superficie étudiée.....ha

Superficie totale pomme de terre.....ha

Superficie totale plantes herbacées.....ha

Superficie totale exploitation.....ha

Niveau de technicité de Gérant

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

### **Caractéristiques du site et mode de conduite de la culture**

Culture en place.....Variété.....

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

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

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

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

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

Système de culture  Intensif  Extensif  Traditionnel

Environnement de la parcelle

Même culture

Autre culture

Autres

Bordure :  Oui  Non

Texture du sol : .....

Mécanisation  Oui  Non

Type d'irrigation  Absence d'irrigation  Rigoles  Aspersion  Goute à goutte

Plantes associées  aucune  Principales adventices.....

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

Pratique de la jachère  Oui  Non

Type de jachère  Travillée  Non travaillée

Type de labour  Profond  Labour d'été

Type de charrue  A disque  Autre

### **Connaissance des nématodes à kystes *Globodera***

Connaissez-vous les Nématodes *Globodera* ?  Oui  Non

Depuis quand ? .....

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

En arabe.....

Dialecte local (Derdja).....

Quelle est leur forme ? .....

Quelle est leur couleur ? .....

Quels sont les symptômes de ces nématodes ?

Sur feuilles.....

Sur racines.....

Avez-vous réalisé une analyse nématologique

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

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

**Méthodes de lutte utilisées contre les nématodes**

Lutte préventive

Rotation culturale  Monoculture  Polyculture  Jachère  Labour d'été

Désinfection du sol avant culture :  Oui  Non

Nématicide utilisé :

Nom commercial.....Matière active

.....

Dose.....

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

.....

Plante nématicide  Oui  Non

Biofumigation  Oui  Non

Traitement du sol en cours de culture  Oui  Non

N Produit utilisé :

Nom commercial.....Matière active

Dose.....Mode d'action

Mode d'application .....Nombre de traitements .....Alternance.....

Amendement

Minéral..... Dose .....

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

Fertigation..... Dose

Autres traitement

Insecticides ..... Fréquence..... Effet nématicide  Oui  Non

Fongicide..... Fréquences..... Effet nématicide  Oui  Non

Herbicides ..... Fréquence..... Effet nématicide  Oui  Non

Autres  Oui  Non

## Résumé

Ce travail consiste à étudier l'état d'infestation de quelques parcelles de pomme de terre par les nématodes à kyste *Globodera* sp. Nous avons aussi réalisé une enquête auprès des agriculteurs sur ces parasites dans les régions d'Ain Defla et de Blida.

Dans la wilaya d'Ain Defla, le manque de la formation des agriculteurs, l'insuffisance de vulgarisation agricole et le mode de conduite de la culture inadéquat seraient à l'origine de la forte infestation notée dans cette région. Au contraire, dans la willaya de Blida, le niveau de formation des agriculteurs est meilleur ce qui a influencé positivement le mode de conduite de cette culture. Ceci pourrait expliquer la distribution moins importante de ces parasites dans cette région.

Les analyses nématologiques ont révélé que la majorité des parcelles prospectées sont infestées et la fréquence d'infestation a atteint le 74% des parcelles dans la wilaya d'Ain Defla.

A Blida, ces parasites sont présents dans une seule parcelle prospectée. Avec une fréquence d'infestation moins élevée de 8,33% du sol.

**Mots clé :** pomme de terre, *Globodera*, état d'infestation, enquête

## Abstract

This work consists in studying the degree of infestation of some parcels of potato by the nematodes with cyst *Globodera* sp. We also achieved an investigation by the agriculturists on these parasites in the regions of Ain Defla and Blida.

In the wilaya of Ain Defla, the lack of the formation of the agriculturists, the agricultural popularization insufficiency and the inadequate fashion of conduct the culture would be at the origin of the strong infestation noted in this region. However, in the willaya of Blida, the level of formation of the agriculturists is better what influenced the fashion of conduct of this culture positively which could explain that those parasites are less distributed in this regions

The nematological analyses revealed that the majority of the prospected parcels in Ain Defla are infested and the frequency of infestation reached the 74% of the parcels. In Blida, these parasites are present in only one of the prospected parcel with a frequency of infestation less elevated of 8, 33% of soil.

**Key words:** potato, *Globodera*, degree of infestation, investigation,

## الملخص

يتضمن هذا العمل دراسة حالة الإصابة في بعض المستثمرات الفلاحية من قبل الديدان الخيطية ذات الأوكياس *Globodera* المضرة بزراعة البطاطا . قمنا بإجراء تحقيق مع الفلاحين على هذه الطفيليات في كل من منطقتي عين الدفلى و البلدية .

أظهرت نتائج البحث أن درجة الإصابة العالية في ولاية عين الدفلى مصدرها نقص تكوين الفلاحين و نقص الإرشاد الفلاحي وكذا نمط التسيير الغير ملائم .

أما في ولاية البلدية فمستوى تكوين الفلاحين الجيد له تأثير ايجابي من حيث نمط التسيير مما أد إلى نقص أهمية توزع هذه الديدان في هذه المنطقة .

أظهرت نتائج التحليل النيمتولوجي أن معظم القطع المدروسة مصابة. تواتر الإصابة قد وصل إلى 74 % بولاية عين الدفلى. أما في ولاية البلدية هذه الطفيليات موجودة فقط في قطعة أرضية واحدة وحد الضرر 8,33 % .

كلمة مفتاح : بطاطا، *Globodera* ، درجة الإصابة ،تحقيق.