

République Algérienne Démocratique populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Université de Djilali Bounaama Khemis Miliana
جامعة الجيلالي بونعامة خميس مليانة

Faculte des sciences de la nature et de la vie et des Sciences de la terre

Département des Sciences Agronomiques

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Gestion Qualitative des Productions Agricoles



Thème:

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

Devant le jury: Soutenu le:Juin 2015

Présenté par

M^{elle} Meziani Naima

M^{elle} Meziane Salima

Soutenue devant le jury :

President: M^r. KARAHACHANE T.

MCB UKM

Promotrice: M^{elle} TIRCHIN.

MCB UKM

Examineur: M^r MOKABLI A.

PR UKM

Examinatrice : Mr DJEZZAR M.

MCB UKM

Année universitaire 2014-2015

Remerciements

Nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à notre formation Trouvant ici notre profonde reconnaissance et nos vifs remerciements.

En particulier notre chaleureux remerciement à notre promotrice M^{elle} TIRCHI Nadia, pour nous avoir encadrées. Elle a été d'un grand soutien durant toute la période de la réalisation de notre mémoire en nous prodiguant ses conseils efficaces.

Nous tenons également à remercier Monsieur MOKBELI A. pour son aide, orientations et pour avoir accepté d'examiner ce travail

Monsieur KARAHACANE T, pour avoir bien voulu présider le jury et juger ce travail.

Monsieur DJEZZAR M pour avoir accepté d'examiner ce travail, ainsi que tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

On remercie M^{elle} Wahiba Responsable de laboratoire de Nématologie et Fatima.

On tient également à remercier tous les personnes de la DSA d'Ain Deffa.

Comme je remercie toute la classe de 2^{ème} année Master gestion qualitative des productions agricoles



Dédicaces

Je remercie dieu de m'avoir accordé des connaissances de la science et de m'avoir aidé à réaliser ce travail

Avant tous, je dédie à :

Ma très chère mère qui a longtemps souhaité voir ce jour en veillant sur mon éducation et sur mes études.

A mon père : Merci mon père de m'avoir donné le soutien tout le temps ou j'ai besoin, et de m'avoir Guidé et orienter.

Comme je la dédie à mes frères : Ahmed qui nous quittait mais il restera comme une personne inoubliable, Djamel, Walid et à mes sœurs Aicha, Karima et son mari Sid Ahmed, Malika, Imane, Hanaa, Djamila, Bakhta et les enfants : Djilen, Amina, Isslem, Adam , Melék, Cussama.

Même je dédie cette mémoire aussi à toute la famille Meziane: exception mes oncles et mes tante, aussi qu'à la famille de ma mère Mehadni :Fatima, Khadija, Hamida

Pour mes très chers amies : Hicham, Malika, Fadila, Nacera, Rania, Houria, Imane, Djamila, soumia, samia Kabil, a tous mes camarades de la promotion 2014/1015 et à tous ceux qui en ont aider de près ou de loin à réaliser ce travail.

Mon Binôme Naïma



Salima





Dédicaces

Je remercie dieu de m'avoir accordé des connaissances de la science et de m'avoir aidé à réaliser ce travail.

Avant tous, je dédie à :

Ma très chère mère que dieu la garde et la protège qui m'a encouragé et qui m'a donne l'assistance.

Mon cher père qui m'a donné la force et le courage pour réaliser ce travail.

*Tout ma famille, ma sœurs : Hamida et mes frère Mohamed Foudil
Moustapha Abd alhake*

Et les enfante Lidia Ritaj Abd Albasat Kholoud Adam

*Son oublier tout mes amis surtout : Fadhila Nacera Amina Horia Rania
Rogaya Fatiha Hayat Fatma azohra Sabrina*

Ainsi qu'à toute ma famille (Meziani Magani)

Mon cher binôme :Salima

*A tous les étudiants de ^{2eme} année Master gestion qualitative de
Production agricole surtout Iman Somia Djamila Khadija Samia Hajer
Fatma Zahra Sid Ali*

Promotion 2014-2015

NAIMA



Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Adulte mâle d'un nématode à kyste de la pomme de terre (ANONYME, 2006).	12
2	femelle de <i>G. rostochiensis</i> (A) et <i>G. pallida</i> (B) sur les racines de pomme de terre (STUART <i>et al.</i> , 2008).	13
3	kystes de <i>Globodera sp.</i> (BELAIR et LAPLANTE, 2007)	13
4	Le deuxième stade larvaire est caractéristique de la morphologie du nématode à kyste de pomme de terre (RICHARD, 1972)	14
5	Cycle de développement des nématodes à kystes de pomme de terre (CHAUVIN <i>et al.</i> , 2008)	15
6	Localisation des stations d'études (DSA, 2015)	23
7	Prélèvement des échantillons (Original).	27
8	Conditionnement des échantillons (Original).	27
9	Séchage à l'air libre (Original)	28
10	L'appareil de FENWICK (Original).	29
11	Prise du poids de l'échantillon (Original).	30
12	Extraction de nématodes à kystes à l'aide de l'appareil de Fenwick (Original).	30
13	Récupération de l'extrait à l'aide d'une pissette (Original).	31
14	Récupération des kystes sous une loupe binoculaire (Original).	31
15	Les kystes des <i>Globodera</i> mélangés avec la matière organique (Original).	32
16	Kyste de <i>Globodera</i> écrasé (original).	32
17	Statut des exploitations agricoles enquêtées	37
18	Niveau de formation des agriculteurs enquêtés	37
19	Type de culture de pomme de terre cultivée dans les exploitations enquêtées	38
20	Système de culture appliqué dans les exploitations enquêtées pour la production de la pomme de terre	40
21	Variétés cultivées dans les parcelles enquêtées	41
22	Environnement des parcelles cultivées en pomme de terre	42
23	Présence ou absence d'une bordure autour des parcelles enquêtées	42
24	Utilisation des machines agricoles dans les exploitations agricoles enquêtées	43
25	Plantes associées à la pomme de terre dans les parcelles	44

Liste des figures

26	Pratique de la jachère dans les parcelles enquêtées	44
27	Type de Labour	44
28	Connaissances des agriculteurs sur les nématodes à kystes <i>Globodera</i> sp	45
29	Importance des analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées	45
30	Résultats des analyses nématologiques dans les parcelles enquêtées	46
31	Désinfection de sol avant culture	47
32	Traitement du sol en cours de culture	47
33	Utilisation des plantes nématocides	47
34	Amendement minéral et organique	48
35	Nombres moyens des kystes (vides, pleins et totaux) de <i>Globodera</i> . En fonction des communes prospectées	49
36	Degré d'infestation dans les communes étudiées	50

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
1	La production de la pomme de terre en Algérie	4
2	La production de la pomme de terre d'Ain Defla	5
3	Les pratiques culturelles appliquées dans ces parcelles prospectées	34
4	Situation des exploitations agricoles enquêtées	36
5	Importance de la culture de pomme de terre dans l'ensemble des exploitations	36
6	Type de rotation	39
7	Les traitements phytosanitaires	48
8	les résultats de test de Kruskal-Wallis sur la variabilité des kystes vides en fonction de la région.	51
9	les résultats de test de Kruskal-Wallis sur la variabilité de nombre total des kystes de <i>Globodera</i> en fonction de la région	51
10	les résultats de l'Anova sur la variabilité de nombre de kystes pleins de <i>Globodera</i> en fonction de la région	51
11	les résultats de l'Anova sur la variabilité de nombre d'œufs+larves de <i>Globodera</i> en fonction de la région.	52

Liste des abréviations

ACIA : Agence Canadienne d'Inspection des Aliments

ITCMI : Institut Technique des cultures Maraîchères et Industrielles.

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

CM : carré moyen

DDL : Degré de liberté

DSA : Direction des services agricoles.

EAC : Exploitation Agricole collective

EAI : Exploitation Agricole individuel

F : valeur de Fisher

J2 : Juvéniles

ha : Hectare.

INPV : Institut National de la Protection des Végétaux.

G : *Globodera*

L2 : Larve

P : Probabilité

SCE : Somme de carrés des écarts.

Q_x : Quintaux

Sommaire

Introduction

Chapitre I

Généralités sur la pomme de terre

Chapitre II

Généralités sur les nématodes

Chapitre III

Matériels et méthodes

Résultats et Discussions

Conclusion

Références

Bibliographique

Annexes

Introduction

La pomme de terre *Solanum tuberosum* L. est une Solanacées, d'origine d'Amérique latine (Pérou, Bolivie, Equateur et centre Mexique). Suite à sa grande consommation, elle est classée en quatrième position des cultures vivrières du monde après le blé, le riz et le maïs.

La culture de la pomme de terre est assurée par trois grands pôles : l'Asie, l'Europe et l'Amérique du Nord. En 2006, la production mondiale a atteint 315 millions de tonnes.

Elle occupe une place importante dans les régimes alimentaires de plusieurs pays. En Afrique la pomme de terre est arrivée environ au tournant du XX^{ème} siècle. Ces dernières années, la production n'a cessé d'augmenter, passant de 2 millions de tonnes en 1960 au chiffre record de 16,5 millions de tonnes en 2006 (FAO, 2008).

En Algérie elle est l'un des aliments de base du citoyen Algérien avec une consommation moyenne de 60 kg /habitant/an (NOUED, 2009).

En plus de son importance alimentaire, la pomme de terre est aussi utilisée par les voies biotechnologique dans la production des vaccins contre le diabète et l'hépatite (ARAKAWA et al., 1999).

La wilaya d'Ain Defla est considérée comme une zone potentielle pour la production de la pomme de terre en Algérie. En 2012 elle était classée comme deuxième wilaya productrice après la wilaya d'El Oued avec 13% de la nationale (DSA d'Ain Defla, 2012).

La culture de la pomme de terre est sujette à plusieurs maladies et ravageurs, dont les nématodes du genre *Globodera*. Ce genre de nématodes, appelé communément nématode doré de la pomme de terre, compte deux espèces : *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida* qui sont inscrites dans la quasi-totalité des pays du monde sur la liste des parasites de quarantaine dont la lutte est obligatoire (I.N.P.V, 2009). BROWN and SYKES (1983) estiment à 22 tonnes par hectare les pertes de rendement maximales dues aux nématodes à kyste sur les cultures de pomme de terre.

Ces nématodes ont été découverts pour la première fois en Algérie en 1953 suite à l'introduction de semences de pomme de terre d'origine britannique à la fin de la Deuxième Guerre mondiale. Une année après, ils ont été signalés dans le littoral algérois. En 1961, les surfaces contaminées se sont étendues rapidement touchant 33 communes aux environs d'Ain Defla, Tipaza, Chlef, Mascara et Sétif (INPV, 2009).

Dans le but de contribuer à la protection de cette culture dans la wilaya d'Ain Defla et de promouvoir son développement, vient notre étude dont l'objectif est de :

- Mener une enquête sur la présence de ces nématodes à kyste dans la wilaya d'Ain Defla et les mesures prises par les services agricoles de cette région pour le contrôle de ces parasites.
- Evaluer l'état d'infestation de quelques parcelles par les nématodes à kystes du genre *Globodera*.

I. Généralités sur la pomme de terre

La pomme de terre *Solanum tuberosum* L. est la première culture maraichère par ordre d'importance. Elle occupe une place privilégiée dans nos rations culinaires par sa grande diversité d'emploi et par ses excellentes qualités tant gustative que technologique (KOLEVE 1979, in NEDJAR, 2000).

I.1. Importance économique de la culture de pomme de terre**I.1.1. Production mondiale :**

Le secteur de la pomme de terre est en pleine évolution. Jusqu'au début des années 90, la plupart des pommes de terre étaient cultivées et consommées en Europe, en Amérique du Nord et dans l'ex-Union Soviétique. Depuis lors, la production et la demande de pomme de terre 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 en 2007. En 2005, 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 la Russie (11%), l'Inde (8%), l'Ukraine, les Etats Unies, l'Allemagne et la Pologne (FAO STAT, 2007).

I.1.1.2 Production de la pomme de terre en Algérie

Après que *Solanum tuberosum* L fut introduit en Algérie au milieu XV^e siècle, l'essentiel de la production était expédié en France. En 1962, lorsque le pays acquit son indépendance, il produisait 250 000 tonnes par an et en exportait environ le tiers.

La pomme de terre est surtout cultivée sur la côte méditerranéenne, qui jouit d'un climat tempéré à 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.

La consommation annuelle, qui était de 35 kg/par habitant en 1990, est passée à 57 kg en 2005. (Anonyme, 2007a) et à 60 kg /habitant/ an en 2008 (NCEUD, 2009).

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).

. Localisation, superficies et production

Grace à la diversité des climats les différentes parties de son territoire, on distingue en Algérie, deux grandes zones de production :

- Zones littorales et sublittorales : dont 42000 ha réservés à la pomme de terre, soit 61% de production nationale.
- Zones des plaines intérieures et les hauts plateaux ; dont 14000 ha réservés à la pomme de terre, soit 17% de production nationale.
- Il y'a l'apparition de nouveau bassin au sud qui est représenté par la wilaya d'El Oued avec une surface de 6749 ha, soit 8.2% de production nationale (ITCMI, 2013).
 - La production de la pomme de terre est en constante augmentation, Ceci s'explique par la croissance des superficies et par l'augmentation des rendements.
 - La campagne 2005/2006, caractérisée par une surproduction ayant provoqué des perturbations du marché, cette situation ajoutée à des problèmes de tout ordre (pertes subies par les producteurs, manque des semences et augmentation des prix des intrants) a plongé la filière dans une crise sans précédent durant deux campagnes successives qui s'est traduite par une baisse drastique de la production avec comme conséquence l'élévation de prix de la pomme de terre sur la marché.
 - De 2010-2013 la production a augmenté de 29% alors que les superficies n'ont augmenté que de 19,41% ce qui montre que ces gains de production découlent plus de l'amélioration des rendements (ITCMI, 2013).

Les données relatives à la production de pomme de terre en Algérie pour la période 2006-2014 sont présentées dans le tableau 01.

Tableau 01: la production de la pomme de terre en Algérie

Années	Production en quintaux
2006-2007	15 068 590
2007-2008	21 710 580
2008-2009	26 360 570
2009-2010	32 947 283
2010-2011	38 621 936
2011-2012	42 194 758
2012-2013	49 280 280
2013-2014	46 735 155

Source : (DSA Ain Defla, 2015).

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 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 2006-2014 sont présentées dans le tableau 02.

Tableau 02 : la production de la pomme de terre d'Ain Defla

Années	Pomme de terre de consommation	Pomme de terre de semences	Production total
	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

Source : (DSA Ain Defla, 2015)

I.2. Classification de la pomme de terre

Selon CRONQUIST (1988), la pomme de terre est classée comme suit :

- Règne** : Plantae
- Sous-règne** : Tracheoblonta
- Division** : Mognoliophyta
- Classe** : Magnoliopsida
- Sou- classe** : Asteridae
- Ordre** : Solanales
- Famille** : Solanaceae
- Sous –famille** : Solanoideae
- Genre** : *Solanum*
- Espèce** : *Solanum tuberosum*

I.3. Le cycle de vie et mode de reproduction

I.3.1. Cycle sexué

Le fruit est un baïs sphérique ou ovoïde de 1-3 cm de diamètre, de couleur verte brun violacé jaunissant à la maturité. Il contient généralement plusieurs dizaines de graines (BERNHARDS, 1998) 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. 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 située au- dessus, et s'enfoncent dans le sol pour donner des tubercules (BERNHARDS, 1998).

I.3.2. Cycle végétatif de la plante

La pomme de terre, dans les situations les plus fréquentes, une espèce à multiplication végétative. Sa reproduction est alors assurée par le tubercule, organe de réserve riche en eau et les substances nutritive.

-Phase de germination

Après une évolution physiologique interne, les tubercules émettent des germes, c'est la période d'incubation (SOLTNER, 1990). La germination comprend trois phases :

- Phase de croissance lente : dans cette phase, il ne pousse généralement qu'un seul germe au sommet du tubercule, ce germe inhibe la germination des autres germes, c'est la dormance apicale.
- Phase de croissance active : dans cette phase, le germe apical pousse rapidement et les germes latéraux se développent également.
- Phase de croissance ralentie : elle est caractérisée par un ralentissement de la croissance et une tendance à la ramification (AMARA, 2008).

-Phase de croissance

Les germes poursuivent leur croissance au dessus du sol en devenant des tiges feuillées, ce qui rend la plante autotrophe. Les bourgeons aériens des tiges donnent des rameaux et les bourgeons souterrains donnent des stolons. Les températures élevées et les jours longs favorisent la croissance (ROUSSELLE et *al.*, 1996).

- Phase de tubérisation

Au bout d'un certain temps variable (selon les variétés et le milieu), les stolons cessent leur élongation et leurs extrémités se renflent pour former les ébauches des tubercules : c'est le « stade de tubérisation » (ROUSSELLE et *al.*, 1996).

-Phase de repos végétatif

Elle correspond à la phase où le tubercule est incapable de germer ; la durée du repos végétatif est variable selon les variétés, les conditions du milieu de production et des conditions de stockage (AMARA, 2008).

La figure 01 représente la morphologie de la plante de pomme de terre.

I.4.Types de culture de pomme de terre

Les objectifs de production poursuivis dépendent des types de culture (REUST, 1982).

- **Pomme de terre primeur** : limiter le nombre de tubercules au profit de leur grosseur et d'une extrême précocité.
- **Pomme de terre plant** : nombre élevé de tubercules de calibre moyen et d'une bonne précocité
- **Pomme de terre de consommation (marché du frais)** : un nombre élevé de tubercules d'un calibre moyen à grand sans tout fois dépasser le calibre supérieur.
- **Pomme de terre de consommation (transformation industrielle)** : un rendement élevé en tubercules et amidon.

I.5. Les principaux bioagresseurs de la pomme de terre

La pomme de terre est attaquée par un grand nombre de bioagresseurs : des Oomycètes, des virus, des champignons, des bactéries, des insectes et des nématodes.

Certains se manifestent pendant la période de culture, d'autres causent des dégâts lors du stockage. OERKE et *al.* (1994) estiment à 32% les pertes mondiales de rendement en pomme de terre dues aux différents bioagresseurs.

I.5.1. Les virus

Le virus de l'enroulement de la pomme de terre (PLAV) et le virus Y de la pomme de terre (PVY) sont les virus les plus répandus et les plus dommageables sur cette culture, mais plus de 20 autres virus ont également été décrits (KERLAN, 1996). Les dégâts causés par les virus sont beaucoup plus importants lors d'infections primaires.

Certains virus peuvent entraîner des pertes de rendement supérieures à 50%. C'est pourquoi un système de production de plants indemnes de virus a été mis en place dans la plupart des pays

développés (MERLET *et al.*, 1996 ; OERKE *et al.*, 1994). La première multiplication se fait par micro bouturage *in vitro*, les dernières étapes de multiplication au champ étant réalisées préférentiellement dans des zones géographiques où les pucerons vecteurs de virus sont rares. On en protègeant le feuillage des pucerons par application d'huile minérale.

I.5.1.1. Le mildiou de la pomme de terre

L'Oomycète *Phytophthora infestans* est l'agent du mildiou de la pomme de terre. Il est considéré comme le parasite majeur de la pomme de terre. Les dégâts causés par *P. infestans* peuvent atteindre 90% si les conditions climatiques lui sont favorables (hygrométrie élevée) et si l'épidémie est précoce. Il est à l'origine de la famine qui a frappé l'Irlande entre les années 1845 et 1851 (SPIRE ET ROUSSELLE, 1996).

Le mildiou se développe sur les organes aériens des plants de pomme de terre, mais il peut également contaminer les tubercules et les rendre impropres à la consommation (DUVAUCHELLE et ANDRIVON, 1996).

I.5.2. Les bactéries

Les maladies bactériennes les plus importantes sur les cultures de pomme de terre sont causées par des organismes des genres *Erwinia*, *Streptomyces*, et *Ralstonia*.

Les pourritures molles dues aux bactéries du genre *Erwinia* font partie des principales maladies de conservation. La contamination de la plante à partir du tubercule-mère entraîne la maladie de la jambe noire et un flétrissement de la plante (PRIOU et JOUAN, 1996). Les organismes du genre *Streptomyces* sont les agents de la gale commune de la pomme de terre. Cette maladie affecte la qualité et la présentation du tubercule (PASCO et JOUAN, 1996).

Ralstonia solanacearum, autrefois appelé *Pseudomonas solanacearum*, est une bactérie très polyphage qui sévit, entre autres, sur les différentes espèces de Solanacées, et entraîne un flétrissement des plantes en culture. Autrefois localisée dans la zone intertropicale, elle s'est largement répandue en Europe depuis les années 1980. (PRIOR et SAMSON, 1996).

I.5.3. Les insectes

Parmi les insectes, attaquant la pomme de terre, les pucerons, causent principalement des dégâts indirects en tant que vecteurs de nombreux virus. *Myzus persicae* est le puceron qui transmet le plus de virus sur pomme de terre. Le doryphore est un déprédateur important essentiellement en Amérique du Nord et en Europe ; les dégâts causés par les larves et les adultes peuvent aller jusqu'à une défoliation quasi complète des plantes.

I.5.3.1. La teigne

Cause des dégâts principalement dans les régions tempérées chaudes et tropicales. Les larves creusent des galeries dans les feuilles, les tiges ou les tubercules. Si des larves sont

présentes dans des tubercules lors de la récolte, l'infestation continue pendant la période de conservation.

I.5.4. Les nématodes

Les dégâts les plus importants sur pomme de terre sont provoqués par les nématodes endoparasites et particulièrement par ceux des genres *Meloidogyne* (nématodes à galles) et *Globodera* (nématodes à kystes).

BROWN et SYKES (1983) estiment à 22 tonnes par hectare les pertes de rendement maximum dues aux nématodes à kystes sur les cultures de pomme de terre. Trois autres nématodes endoparasites peuvent causer des dégâts notables sur les cultures de pomme de terre. *Nacobus aberrans*, présent dans les pays andins, peut provoquer des chutes de rendement de 60 à 90 %.

Les espèces du genre *Pratylenchus* ne sont considérées comme des déprédateurs importants de la pomme de terre qu'aux Etats Unis *Ditylenchus destructor*, inscrit sur les listes de quarantaine de l' Union Européenne, est présent en Asie, en Afrique du sud, en Nouvelle-Zélande et dans la partie européenne de l'ex- URSS.

Un grand nombre d'espèces de nématodes ectoparasites peuvent se nourrir sur pomme de terre sans provoquer de dommages apparents. Seules quelque espèces sont considérées comme dangereuses (MUGNIERY, 1996). Les nuisances liées à la présence des nématodes des genres *Trichodorus* et *Paratrichodorus* sont surtout dues au virus du Rattle qu'ils transmettent. Ces nématodes sont présents dans toutes les zones de climat tempéré.

II. Généralités sur les nématodes à kystes *Globodera* sp.

Les nématodes à kyste *Globodera* sp. Sont des vers microscopiques, hétérotrophes qui parasitent les racines des plantes essentiellement de la famille des Solanacées. Ces organismes sont des endoparasites obligatoires qui établissent une relation très étroite avec leur plante hôte (BLANCHARD, 2007).

II.1. Position systématique et principales espèces de *Globodera*.

II.1. 1. Position systématique

La classification que nous avons retenue est celle de STONE (1977) et REDDY(1983) :

Embranchement :	Nemathelminthes
Classe :	Secernentea
Sous classe :	Nematoda
Ordre :	Tylenchida
S/ordre :	Tylenchida
Super famille :	Heteroderidea
Famille :	Heteroderidae
Sous famille	Heteroderinae
Genre :	<i>Globodera</i>
Espèce :	<i>Globodera rostochiensis</i> , <i>Globodera pallida</i>

II.1.2. Principales espèces de genre *Globodera*

Deux espèces appartiennent à ce genre : *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*.

- ***Globodera rostochiensis***

Nom: *Globodera rostochiensis* (WOLLENWEBER, 1923) ; (BEHRENS ,1975)

Synonyme : *Heterodera rostochiensis* Wollenweber

Noms communs : kartoffel nematode (allemand)

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

Nematode dorado (espanol), nématode doré de la pomme de terre (français)

- ***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).

II.2. Distribution géographique dans le monde et en Algérie

II.2.1. Dans le monde

Après la découverte de nématode doré de la pomme de terre en Amérique du sud et décrit comme *Heterodera rostochiensis* Wollenber (1923) cette espèce a été signalée dans la plupart des pays de l'Europe (TURNER, 1996). La répartition actuelle de *Globodera* comprend les zones tempérées jusqu'au niveau de la mer et de les zones tropicales à des altitudes supérieures. A l'intérieur de ces zones, la répartition est liée à celle de la culture de pomme de Terre (CABI et OEPP, 1990). Selon l'Agence Canadienne d'Inspection des Aliments (A.C.I.A.) en 2006, les nématodes à kystes de la pomme de terre sont présents dans tous les continents : l'Asie (Inde, Japon, Pakistan, Philippines et Seri Lanka), Amérique du sud(Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Equateur, Pérou et Vincula), Amérique du Nord (Canada, Etats –Unis), Europe (tous les pays sauf la Turquie), moyen –orient (Liban), Amérique centrale et Caraïbes (Costa Rica et Panama) et en Afrique (Algérie, Egypte, Libye, Maroc, sierra Leone l'Afrique du sud et Tunisie). Les deux espèces de *Globodera* différent dans leurs exigences ce qui affecte leurs distributions géographiques dans le monde (MOXNES et HAUSKEN, 2007).

II.2.2. En Algérie

Ce nématode a été découvert pour la première fois en 1953 suite à l'introduction de 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 (INPV, 2009).

Le nématode doré de la pomme de terre est considéré comme étant parmi les principaux parasites de la pomme de terre, il peut nuire considérablement au rendement de cette culture, c'est pour cela qu'il a fait l'objet de plusieurs investigations de la part des nématologistes. Après

la découverte de ce nématode en Algérie, plusieurs travaux ont été faits montrant leur présence dans différentes régions. En effet, il a été recensé à Chlef par Kacem en 1992 ; Belhadj Ben Yahia en 2007 ; Salam Attia en 2010 ; Mazouz en 2011 et Baloul en 2012. Il a été signalé également dans la région de Bouira par Merah (1998) ; Belhadj Ben Yahia (2007) ; Mokhtari, 2007 ; Bougar, 2010 ; Djebroune, 2011 et Baloul, 2012). IL existe également à Boumerdes (Kacem, 1992). Il a été également décelé à Tipaza (Belhadj Ben Yahia, 2007). Ce nématode a été signalé également récemment dans la région de Mila (KHENIOUI, 2011).

II.3.Caractères morphologiques

Les nématodes *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida* sont des endoparasites sédentaires des racines, caractérisés par un dimorphisme sexuel des adultes (SCHNEIDER et MUGNIERY, 1971). Homogénéiser

II.3.1. Les mâles

Les mâles sont filiformes, mobiles et atteignent 1 mm de long (Figure. 01)



Figure 01: adulte mâle d'un nématode à kyste de la pomme de terre (ANONYME, 2006).

II.3.2. La femelle

La femelle a un corps cylindrique avec un cou en saillie, de couleur jaune puis brune pour *Globodera rostochiensis* et blanche puis brune pour *Globodera pallida* avec un diamètre de $\approx 450 \mu\text{m}$. La plus importante différence entre les deux espèces se situe au niveau de la zone périnéale (Figure. 02).



Figure 02: femelle de *G. rostochiensis* (A) et *G. pallida* (B) sur les racines de pomme de terre (STUART *et al.*, 2008).

II.3.3. Les kystes

Les femelles se transforment après fécondation en sacs sphériques, résistants, de couleur brune rouge appelés kystes de 0.3 à 0.9 mm de diamètre (SCHNEIDER et MUGNIERY, 1971) (Figure. 03).



Figure 03 : kystes de *Globodera* sp. (BELAIR et LAPLANTE, 2007)

II.3.4. La larve du deuxième stade

La larve de deuxième stade est filiforme avec deux extrémités effilées et annulaires.

La longueur du corps est comprise entre 440 à 470µm (SCHNEIDER et MUGNIERY, 1971) (Figure.04).

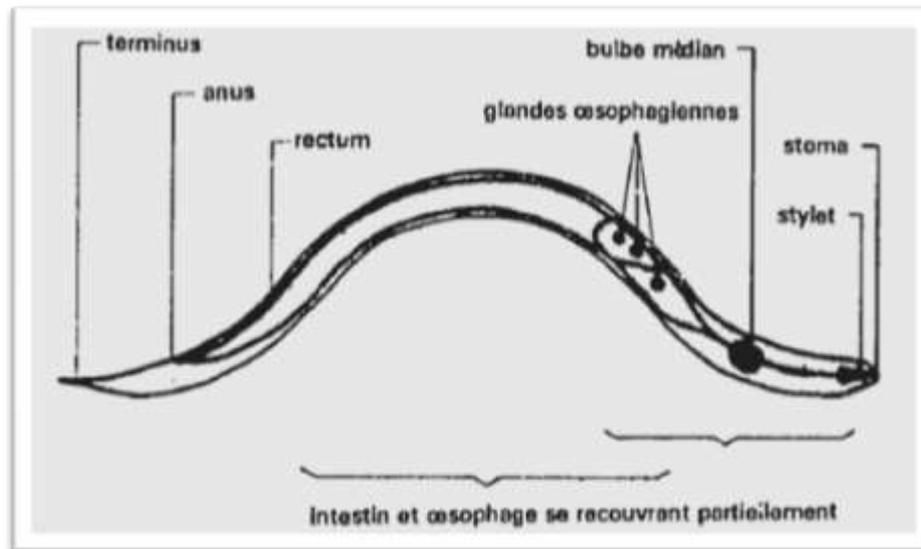


Figure 04: Le deuxième stade larvaire est caractéristique de la morphologie du nématode à kyste de pomme de terre (RICHARD et SAWYER, 1972).

II.4.Cycle de développement de *Globodera* sp.

Les nématodes à kystes sont des endoparasites sédentaires, Ils passent par des stades juvéniles et un stade adulte. La première mue a lieu dans l'œuf.

Le cycle de développement des nématodes à kystes est illustré sur la (Figure. 05). Les juvéniles de deuxième stade (J2) de nématodes à kyste pénètrent par la zone d'élongation racinaire et progressent ensuite directement vers le cylindre central, détruisant les cellules corticales situées sur leur passage grâce à leur stylet et leurs sécrétions glandulaires. Arrivés à proximité de l'endoderme, ils testent, avec leur stylet, les cellules qui les entourent avant de choisir celle qui servira de point de départ à l'induction du site nourricier (RICE et *al.*, 1985). Les critères qui déterminent ce choix ne sont pas encore connus. Le stylet perce la paroi de la cellule choisie et s'enfonce de quelques microns sans abîmer la membrane plasmique.

Une sécrétion fluide, provenant des glandes œsophagiennes ou des amphides est projetée à l'intérieur de la cellule induisant d'importants changements cellulaires. Les parois latérales s'épaississent alors que la paroi distale s'amincit. Des plasmodesmes se forment entre cette cellule et les cellules adjacentes, situées à l'opposé du stylet du nématode. Celles-ci se modifient également et la lyse des parois situées entre ces cellules entraînant la formation d'une cellule géante multinucléé, à cytoplasme dense, appelé syncytium.

L'expansion du syncytium est principalement longitudinale et se poursuit jusqu'au quatrième stade larvaire (SMANT *et al.*, 1998). Il peut être constitué de 200 cellules fusionnées (GHEYSEN et FONOLL, 2002). Les parois cellulaires adjacentes au xylème s'épaississent et s'invaginent probablement pour augmenter l'efficacité du transport de solutés des vaisseaux du xylème vers le syncytium (ROBERTSON, 1996). Les nématodes se nourrissent du cytoplasme du syncytium par l'intermédiaire d'un tube alimentaire.

Les J2 subiront deux mues successives, donnant des juvéniles J3 puis J4, avant de se transformer lors d'une dernière mue en adultes sexués. Les mâles filiformes redeviennent mobiles. Les femelles restent en place et grossissent jusqu'à faire éclater l'épiderme de la racine. La copulation déclenche la ponte des ovocytes. La fécondation et l'embryogenèse ont lieu dans les oviductes de la femelle meurt. Sa cuticule, riche en tanins, durcit et se transforme en kyste protégeant ainsi 200 à 1200 œufs. Une première mue a lieu dans l'œuf et les juvéniles J2 en arrêt de développement (diapause) peuvent rester viables jusqu'à vingt ans dans l'enveloppe protectrice du kyste (THIERY, 1996). La diapause ne sera levée que sous l'action du froid et des exsudats racinaires d'une autre culture de pomme de terre. On n'observe qu'une génération par an chez *G. pallida* et une à deux générations par an chez *G. rostochiensis* pour qui la diapause est moins longue (MUGNIERY, 1996).

Le déterminisme du sexe des nématodes à kyste est sous la dépendance des conditions environnementales (GRUNDLER *et al.*, 1991 ; MUGNIERY et FAYET, 1981, 1984) et la reproduction est strictement amphimictique (reproduction sexuée obligatoire).

Les nématodes sont sexés à partir du stade larvaire J3 et le ratio mâle sur femelle est fonction des conditions d'alimentation des juvéniles J2. En conditions favorables, il y'a (compétition intra ou interspécifique trop importante, mauvais état physiologique de la plante attaquée, présence de certains gènes de résistance), un plus grand nombre de mâles se développent (MUGNIERY, 1996).

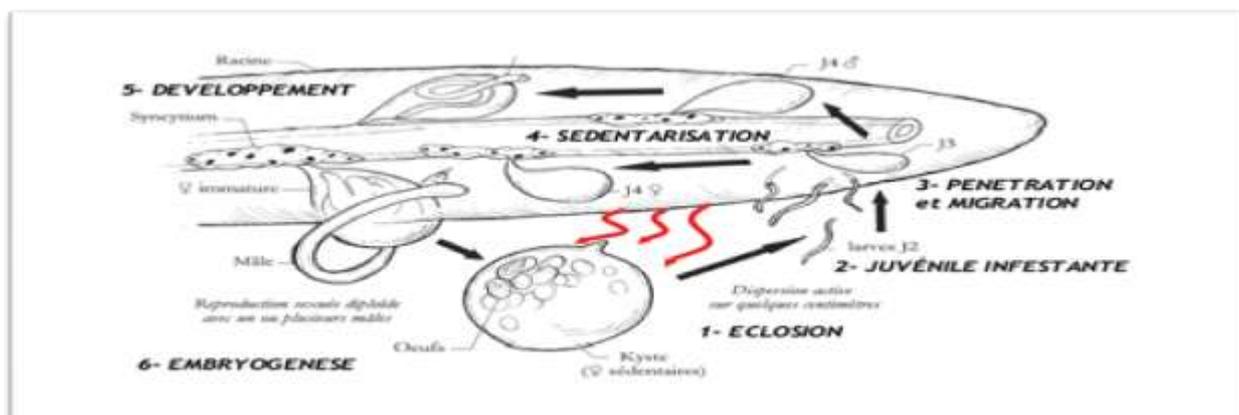


Figure 05 : Cycle de développement des nématodes à kystes de pomme de terre (CHAUVIN *et al.*, 2008).

II.5. Stade de résistance des nématodes

Après la mort de la femelle, la cuticule de celle-ci durcit, devient brune et se transforme en kyste. Celui-ci peut renfermer plus de 1 000 œufs contenant un juvénile du deuxième stade en arrêt de développement et incapable d'éclore, même sous l'action des exsudats radiculaires. Cette diapause n'est levée que sous l'action de température basse.

La diapause est la règle chez *G. pallida* qui n'a donc qu'une génération par an. Elle est moins forte en général chez *G. rostochiensis*, dont certaines populations peuvent éclore immédiatement dès la fin de l'embryogénèse, pour peu qu'elles soient sous l'influence d'exsudats radiculaires de pomme de terre.

Les kystes constituent un organe de dispersion et de résistance extraordinaire. Présent dans la terre accompagnant les tubercules, il permet à ces espèces de coloniser des zones très éloignées de leur point d'origine, d'où leur répartition actuelle. Par ailleurs, le fait que les juvéniles situés dans les kystes n'éclosent massivement qu'en présence d'exsudats radiculaires de Solanacées leur permet d'attendre de nombreuses années sans diminution trop forte de leurs effectifs. Protégés par le kyste, ils sont très résistants à l'action de la température et de la sécheresse. En zone tempérées, ils peuvent rester viables pendant 15-20 ans (STONES *et al.*, 1973). Par contre, en climat chaud, leur viabilité est plus réduite : trois mois d'été algérois diminuent les populations de 50%, une année dans le sud du Maroc élimine plus de 95% du potentiel infectieux du sol (SCHLUTER, 1976).

II.6. Plantes hôtes

Le genre *Globodera* possède une gamme de plantes hôtes très réduites (MUGNEIRY, 1975). Du fait que leur développement est inféodé aux Solanacées, tout particulièrement à la pomme de terre et à la tomate (KORT, 1974).

II.7. Symptômes et Dégâts**• Symptômes**

Les symptômes associés au nématode doré ne sont pas spécifiques (EPPO/OEPP, 2004). Ils peuvent être confondus avec ceux liés à un manque d'eau ou à une carence en minéraux (ACIA, 2011a). Il peut y avoir jaunissement, flétrissement ou mort du feuillage, ce qui peut résulter en des tubercules de petite taille (EPPO/OEPP, 2004). Les nématodes dorés peuvent être détectés par un examen visuel des racines, lequel peut révéler la présence de kystes ou de femelles, ou par le prélèvement d'un échantillon de sol qui sera testé (EPPO/OEPP, 2004).

• Dégâts

L'attaque de la plante par le nématode provoque des dégâts à différents niveaux : dans un premier temps au niveau cellulaire, puis racinaire, enfin au niveau de la plante toute entière. Pour pénétrer la plante, le nématode va utiliser son stylet qui, par action mécanique, rompre les parois cellulaires. Les dégâts provoqués au niveau cellulaire sont multiples et touchent la cellule dans son intégrité à la fois physique et physiologique (CHITWOOD et *al.*, 1985).

Ces dégâts vont avoir des conséquences sur le développement racinaire. Les racines peuvent voir leur croissance réduite ou présenter un développement anormalement abondant du chevelu racinaire secondaire. Ce sont précisément ces déformations, quand elles touchent des parties habituellement récoltées (pomme de terre, carotte, etc.) qui les rendent invendables. Au niveau de la partie aérienne, les dégâts peuvent rester invisibles. Le détournement des substances nutritives et de l'eau au profit du nématode se traduit par une moindre croissance de la plante. Les déformations de la racine (réduction de sa surface par exemple) rendent l'absorption des éléments nutritifs et de l'eau plus difficile pour la plante. Ce déficit sera particulièrement visible à l'occasion d'épisodes de sécheresse (CHITWOOD et *al.*, 1985).

II.8. Facteurs influençant la densité des populations de nématodes

L'interaction entre le parasite et son hôte est un phénomène complexe, régi par de nombreux facteurs tenant au nématode et à la plante hôte mais aussi au climat et à la nature physique et chimique du sol (SCHNEIDER et MUGNIERY, 1971).

II.8.1. Facteurs abiotiques**II.8.1.1. Le climat**

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

-La température : Les larves ne peuvent éclore que si la température du sol dépasse 7°C et l'optimum pour leur sortie des kystes se situe entre 15 et 20°C. Pour la pomme de terre de primeur, il y a là un élément qui peut intervenir de façon décisive dans les relations entre parasites et l'hôte : si le printemps est assez froid, l'attaque est retardée et les plantes déjà bien installées lorsqu'elle se produit, résistent mieux au ravageur (SCHNEIDER et MUGNIERY, 1971).

-La pluviométrie : La pluviométrie a une influence très nette, mais moins directe, car elle est liée à la structure du sol, et s'exerce à la fois sur vigueur de la plante, et sur l'intensité des attaques des nématodes, par le biais de la quantité d'eau disponible dans le sol, c'est-à-dire de la capacité de rétention de celui-ci (SCHNEIDER et MUGNIERY, 1971).

L'humidité : L'humidité est le principal facteur influençant la dynamique des populations des nématodes (RICHARD et SAWYER, 1972), car l'eau permet les déplacements et donc la dispersion. Un début de printemps humide est en principe favorable au nématode, surtout si la plante se trouve par la suite arrêtée dans son développement par une température rigoureuse (RITTER, 1971).

II.8.1.2. Les facteurs édaphiques (sol)

-La texture du sol : Les attaques sont plus sévères dans les sols légers et poreux qui paraissent favoriser le nématode. 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 taille 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'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).

-La composition chimique du sol : Elle paraît avoir peu d'effet direct sur l'activité du nématode. Par contre, toute carence, quelle qu'elle soit, sera plus durement ressentie par les plantes, dont le système racinaire est réduit et déficient, alors qu'une bonne fumure bien équilibrée pourra masquer, pendant un certain temps, les conséquences des attaques (SCHNEIDER et MUGNIERY, 1971).

II.8.2. Facteurs biotiques

-Plantes hôtes : Les plantes hôtes sont peu nombreuses et appartiennent toutes à la famille des Solanacées. 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 kystes, éclosion moins forte avec *Globodera pallida* que chez *Globodera rostochiensis* (ROUSSELLE et al., 1996).

II.9. Méthodes de lutte

Inscrits parmi les parasites de quarantaine, les nématodes à kyste, *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida* sont présents dans de nombreux bassins de production de pomme de terre où les dégâts sont parfois considérables. La lutte contre ces ravageurs est préventive dans les zones de culture indemnes, condition indispensable à la production de plants de pomme de terre. Des

pratiques agronomiques adéquates et l'utilisation de variétés résistantes conduisent à la réduction du taux d'infestation des terrains contaminés.

La combinaison des différents moyens de lutte présentés en fonction des situations devrait aboutir à la mise en pratique d'une véritable lutte intégrée en culture de pomme de terre de consommation (CHAUVIN et *al.*, 2008).

II.9.1.Méthodes culturales

Cette lutte se base sur :

-L'utilisation des plantes pièges : Il est possible de planter des Solanacées sauvages non tubéreuses (exemple / *Solanum sisymbriifolium* ou *raketblad*) qui vont piéger les larves dans la plante et à les détruire avant la fin du cycle des parasites (SOMERHAUSEN, 2006).

- Le choix de la date de mise en culture : En production de primeurs, on récolte le plus tôt possible en jouant sur le différentiel de développement entre les nématodes et la pomme de terre (ROUSSELLE et *al.*, 1996).

-L'emploi de la jachère qui, elle aussi, permet de réduire la population des nématodes de moitié voire plus (MUGNIERY et *al.*, 1975).

-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).

II.9.2. Lutte physique

• La lutte par la chaleur

Les nématodes comme toute la majorité des ennemis des cultures sont très sensibles à la chaleur et rare sont ceux qui survivent à des températures supérieures à 60°C. Aux environs de 65°C, le cytoplasme se coagule, mais la mort est effective à des températures plus faibles, sans qu'on en connaisse précisément la cause. La désinfection des plantes ou organes de multiplication contaminés s'effectue par trempage dans l'eau chaude (GUANY et MIMAUD, 1971).

• La lutte par le froid

L'étude de la résistance des nématodes au froid a été entreprise sur quelques espèces de nématodes il y'a déjà longtemps mais nous n'avons en fait que peu d'informations sur l'utilisation possible de ce procédé. Les endoparasites sont sensibles aux températures que les ectoparasites et pense qu'un traitement rapide à très faible température ou une alternance de froid et de chaud seraient les meilleures solutions (GUANY et MIMAUD, 1971).

• La lutte par irradiation

Les conséquences de divers rayonnement (rayons ultraviolets, X et gamma) sur la reproduction ; la mobilité et la morphologie des nématodes ont été étudiées. Ces auteurs rapportent que MYERS et DROPKING (1959) rapportent qu'en utilisant le cobalt 60 comme source d'irradiation sur onze espèces différentes, la production est stoppée dans un seul cas : la dose d'irradiation étant de 40000 röntgens. Une dose de 160000 röntgens fut nécessaire pour arrêter la multiplication de six autres espèces de nématodes (GUANY et MIMAUD, 1971).

II.9.3. Lutte biologique

Même si les nématodes phytoparasites, y compris leurs œufs, sont extrêmement bien protégés grâce à leur épaisse cuticule, ils sont, dans les conditions naturelles, attaqués par beaucoup d'organismes ou de micro-organismes du sol (JATALA, 1985). Certains de ces derniers sont prédateurs, d'autres sont parasites des nématodes.

Ces organismes, principalement des champignons et des bactéries, peuvent être utilisés en lutte biologique contre les nématodes. Cependant, ce type de lutte reste limité aux petites surfaces (BROWN *et al.*, 1985). Et son manque de fiabilité lui est souvent reproché (STIRLING, 1991). Il existe des champignons endoparasites et des champignons prédateurs (piégeurs) de nématodes. Certaines souches sont utilisées en lutte biologique, comme *Paecilomyces lilacinus*, pour contrôler les populations de *Globodera* (FRANCO *et al.*, 1981). Ce champignon produit une sérine qui enveloppe les œufs des nématodes (BONANTS *et al.*, 1995). Ces champignons et autres associés à des populations de *Globodera Arthrobotrys*, *Dactylaria* sont des champignons du sol qui ont la particularité de piéger les nématodes grâce à des enroulements de leurs hyphes en forme de nœud collant. Plusieurs essais de commercialisation de préparations de nématicides à base de ces champignons ont été réalisés (BOUCHET *et al.*, 1999).

Les bactéries mycéliennes à endospores du genre *Pasteuria* sont des parasites obligatoires notamment des nématodes phytoparasites (STIRLING, 1991). Les spores de *Pasteuria penetrans* sont utilisées en suspension contre les *Globodera* (SAYRE et STARR, 1985). Cependant de nombreuses souches de *P. penetrans* ont une spécificité si étroite à l'égard du nématode parasites ce qui limite fortement leur utilisation (MUGNIRY, 1975).

II.9.4. Lutte chimique

La lutte chimique s'inscrit comme un moyen plus efficace, destinée à réduire les populations de nématodes. Deux types de composés sont utilisés :

-Les nématostatiques, qui bloquent temporairement les principales fonctions vitales des organismes, visent : éclosion, orientation, développement larvaire, alimentation et reproduction.

-Les nématicides qui provoquent la mort des nématodes. Les principaux nématicides utilisables sont :

-Les fumigants : détruisent les nématodes dans le sol donc, utilisables avant ou après la culture de pomme de terre.

-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 seuls produits efficaces sont les fumigants, qui sont volatils (comme le Dazomet). Ils ont une tension de vapeur assez élevée et diffusent sous forme gazeuse dans le sol à l'aide d'un pal injecteur (SCHNEIDER et MUGNIERY, 1971).

Quelques exemples de nématicides :

- **Dazomet (Basamide 98%)** : A incorporer dans le sol (700 kg/ ha de matière active) si possible à 30 cm de profondeur.
- **Métam sodium (Monam H & J, Fimigam, Fumical, Trimaton extra, Esaco, Nemazol 510)** : A injecter le produit dans le sol puis de le répartir en profondeur avec un roto bêche (1200 à 1500l/ha).
- **Ethoprophos (Macap 10 GRP (granulés 10%), 20 (liquide 20%))** : A incorporer dans le sol à 7-15 cm de profondeur 10 kg/ ha de matière active (OESTERLIN, 2003).

II.9.5. Lutte intégrée

Aucune des méthodes de lutte applicables n'étant entièrement satisfaisante. L'éradication totale du parasite est pratiquement impossible. Alors pour contenir les dégâts dans les limites acceptables, de façon à maintenir les populations à un niveau assez bas pour que les dégâts occasionnés soient économiquement tolérables : ce qu'on appelle la lutte intégrée, c'est très recherchée (SCHEIDER MUGNIERY, 1971).

III.1. Présentation de la région d'étude**III.1.1. Situation géographique**

La wilaya d'Ain Defla se présente comme étant une zone relais entre l'Est et l'Ouest, le Nord et le Sud. 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 d'Est en Ouest par oued Chlef, cours d'eau d'une grande importance économique

III.1.2. Limites géographiques de la wilaya

- La wilaya d'Ain Defla se situe à 145 km au sud ouest d'Alger. Elle comprend 14 Daïra, qui regroupent 36 communes. Elle s'étend sur une superficie de 4260 km² avec une population estimée au 31/12/2007 à 777264 habitants, soit une densité de 182 H/km². L'agriculture constitue la principale activité de ses habitants. La wilaya prend la première place dans la production de la pomme de terre dans le pays (DSA, 2011).

- **Limites géographiques de la wilaya**

La Wilaya d'Ain Defla est limitée géographiquement comme suit (Figure 06) :

- **Au Nord** : Tipaza
- **Au Nord-est** : Blida
- **Au Sud** : Tissemsilt
- **A l'Est** : Médéa
- **A l'Ouest** : Chlef



Figure 06 : Localisation des stations d'études (DSA, 2015).

III.1.3. Caractéristiques pédologiques

La région d'Ain Defla présente un sol riche qui favorise le développement de la culture de pomme de terre. Elle est classée parmi les willayas productrices de ce produit. L'étude géologique effectuée par BOULAINÉ en 1957 révèle que les sols de la région sont généralement des sols lourds, fertiles et de texture variable avec prédominance d'éléments fins (80%) dont plus de 45% d'argile. 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 65 000 ha. On distingue une mosaïque de texture à savoir : Sols limono- argileux, sols argilo- limoneux et sols sablo- limoneux%M

On distingue une mosaïque de textures à savoir:

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

III.2. Enquête sur les nématodes à kystes *Globodera* dans la région d'Ain Defla

III.2.1. Problématique

Les nématodes à kystes du genre *Globodera* sont des endoparasites sédentaires. Leur particularité est liée à leur longue conservation dans le sol, leur fécondité très élevée ainsi qu'à leur large répartition géographique dans le monde. La présence de ces nématodes dans les champs cultivés en pomme de terre est signalée dans plusieurs régions de la wilaya d'Ain Defla (BELHADJ BEN YAHIA, 2007 ; MOKHTARI, 2007 ; BOUGAR, 2010 ; DJEBROUNE, 2011 ; 2013 ; BALOUL, 2012 ; TIRCHI, 2015). Pour avoir des informations sur ces parasites, nous avons mené une enquête ayant pour objectif de répondre à nos interrogations et résoudre notre problématique qui se résume en :

- Les connaissances des agricultures sur ces parasites.
- L'effet des pratiques culturales appliquées dans les différentes exploitations agricoles sur le développement de ces nématodes.

- Influence des méthodes de lutte appliquées sur ces ravageurs.
- -Quelles sont es mesures de contrôle par les services spécialisés de cette wilaya (INPV de Chlef et DSA)?

III.2.2. Méthodologie

III.2.2.1. Phase pré enquête

Une recherche bibliographique a été menée pour rassembler le maximum de données sur les nématodes à kyste *Globodera* sp. (Morphologie, biologie, facteurs qui favorisent son développement...) et e sur la région d'étude (régions productrices de la pomme de terre de la wilaya d'Ain Defla et les exploitations agricoles des différentes régions). Cette recherche nous a permis de situer notre travail et élaborer le questionnaire.

III.2.2.2. Elaboration du questionnaire

Sur la base des données bibliographique et des prospections effectuées, nous avons pu élaborer des questionnaires et réaliser l'enquête sur le terrain auprès des agricultures pour faire un état des lieux sur la situation de ces nématodes *Globodera* sp. Dans la willaya d'Ain Defla.

III.2.2.3. Choix des exploitations enquêtées

Nous avons effectué une enquête sur 40 exploitations agricoles. Le choix de ces dernières est fait de façon à assurer la représentativité de l'enquête :

- Ces exploitations sont situées dans différentes communes de la willaya d'Ain Defla
- Elles ont différents statuts (EAC, EAI, privé, Ferme pilote).
- Parmi les agriculteurs choisis, certains sont de grands producteurs de la pomme de terre dans la wilaya.

III.2.2.4. Déroulement de l'enquête sur le terrain

Certains agricultures ont bien reçu le questionnaire et ont répondu à toutes les questions. Cependant, des difficultés sont parfois rencontrées avec d'autres agriculteurs qui nous ont donné des réponses incomplètes et parfois ils refusaient de répondre à certaines questions.

III.3. Etat d'infestation de quelques parcelles par les nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre

Les dégâts et symptômes induits par les nématodes à kyste du genre *Globedera* sp. Sont souvent confondus avec des symptômes de l'épuisement du sol, d'où ils passent inaperçus. Les analyses nématologiques, demeurent le seul moyen de diagnostic fiable qui permet à la fois d'indiquer s'il y a présence ou absence de ce nématode et d'évaluer le taux d'infestation de nos parcelles par ces ravageurs. L'objectif de ce présent travail est d'évaluer l'état d'infestation de quelques parcelles, situées dans quatre communes de la wilaya d'Ain Defla, par ces nématodes. Notre enquête est menée pendant la campagne agricole 2014-2015 (culture d'arrière saison).

III.3.1. Choix des sites d'étude

Notre travail est effectué dans les communes Roiuna, Mekhatria, El Amra et Ain Defla qui figurent parmi les communes productrices de la pomme de terre dans la wilaya d'Ain Defla. Les parcelles choisies sont cultivées en pomme de terre.

3.2. Les techniques utilisées pour l'analyse nématologique

Selon MERNY et LUC (1969), l'estimation d'une population de nématodes comprend un certain nombre d'opérations qu'il est possible de diviser en trois phases successives : échantillonnage, extraction et comptage. Au cours de la première phase, on prélève sur le terrain ou sur les végétaux considérés un certain nombre d'échantillons supposé représentatif de l'ensemble. Durant la deuxième, on tente d'extraire, par des moyens appropriés, la totalité des nématodes contenus dans ces échantillons. La troisième partie concerne le comptage des nématodes contenus dans l'extrait obtenu.

III.3.2.1. L'échantillonnage

Notre échantillonnage est effectué pendant la culture d'arrière saison 23 Mai 2015. La technique utilisée pour faire nos échantillonnages est celle de l'échantillon global de MERNY et LUC (1969) qui consiste à prendre dans différents points de la parcelle considérée (d'une superficie d'un hectare environ) des échantillons élémentaires selon les deux diagonales puis ces échantillons vont être mélangés en un échantillon global de 1kg à partir duquel des sous échantillons de 200g sont prélevés et analysés. Cette technique permet de pallier à l'hétérogénéité de la répartition des nématodes dans une parcelle donnée. Trois parcelles sont prises en considération dans chaque région étudiées. (Figure 07).



Figure 07 : Prélèvement des échantillons (Original).

III.3.2.2. Conditionnement des échantillons et séchage du sol au laboratoire

Les échantillons sont mis dans des sachets en plastique portant des étiquettes où sont mentionnées les informations nécessaires (date de prélèvement de l'échantillon, la commune étudiée, le poids de l'échantillon et le précédent cultural quand il est possible de recenser les informations) (Figure 08). Ces sacs sont transportés vers le laboratoire. Ensuite, le sol est étalé sur un journal dans une salle bien aérée afin de permettre son séchage (Figure 09).



Figure 08: Conditionnement des échantillons (Original).



Figure 09 : Séchage à l'air libre (Original).

III.3.3Extraction

III.3.3.1.Principe

L'étude d'un peuplement de nématodes nécessite des méthodes d'extraction permettant de les séparer de la matière végétale ou minérale et autre matériaux qui les englobe. Parmi ces méthodes, plusieurs reposent sur le poids spécifique des nématodes (méthodes par gravité). Dans notre cas nous avons utilisé une technique proposée par Fenwick, c'est une méthode classique décrit par FENWICK en 1940 basée sur la flottation des kystes plus ou moins secs, possédant une densité inférieure à 1mm, flottant ainsi sur l'eau, et pouvant être facilement récupérés, cet appareil a été modifié par OOSTINBRINK en 1960 (NAKACHIA et JACQEMONT, 1971).

- **Description de l'appareil de FENWICK**

L'appareil de FENWICK est un grand récipient métallique de forme conique (le cône tronqué), plus large à la base qu'à la surface, dont le fond est constitué par un plan oblique, incliné vers un orifice permettant la vidange. A la partie supérieure, est aménagé une déverse qui est munie d'une gouttière périphérique qui oriente l'écoulement quand le récipient déborde. Le sol contenant les kystes est amené à l'intérieur de l'appareil par l'embout d'un entonnoir maintenu au dessus de l'orifice supérieur par trois tiges métalliques (Figure 10).

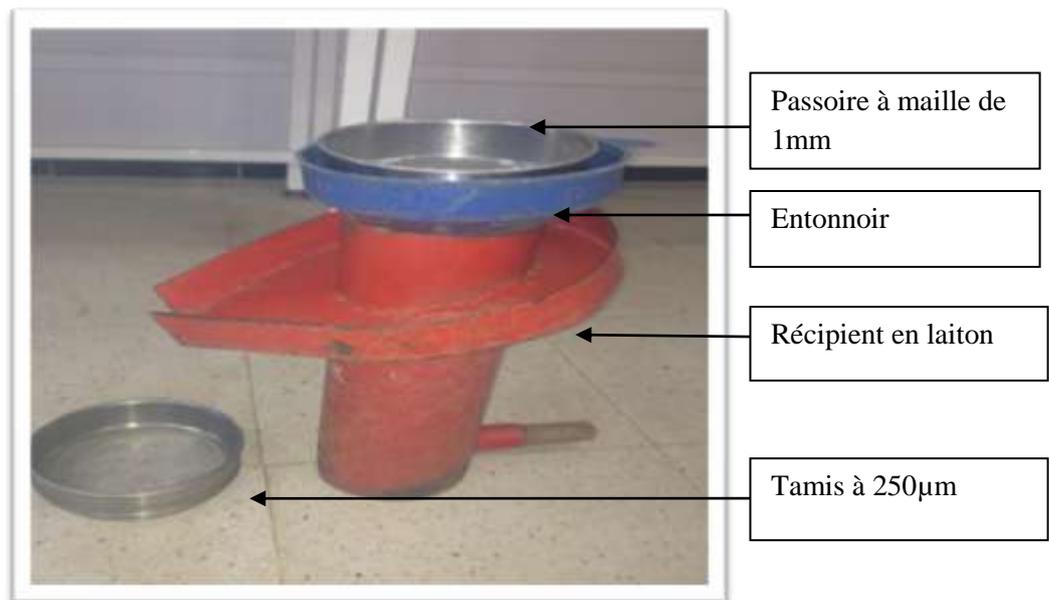


Figure 10 : L'appareil de FENWICK (Original).

- 1 : La base de récipient. 2 : Entonnoir à long col. 3 : La passoire à mailles de 1mm.
 4 : Récipient en laiton. 5 : Orifice de sortie. 6 : Collerette. 7 : Support. 8 : Tamis à 250 µm.

• **Matériel**

- Appareil de Fenwick
- Papier filtre
- Erlenmeyer
- Entonnoir
- Tamis de 250 microns
- Passoire avec des mailles de 1 mm
- Boites de Pétri

• **Mode opératoire**

III. 3.3.2.Le pesage

Le sol préalablement séché est pesé à l'aide d'une balance de précision. A partir de chaque échantillon global, un sous échantillon de 200 g représentatif de la parcelle est analysé (Figure 11).

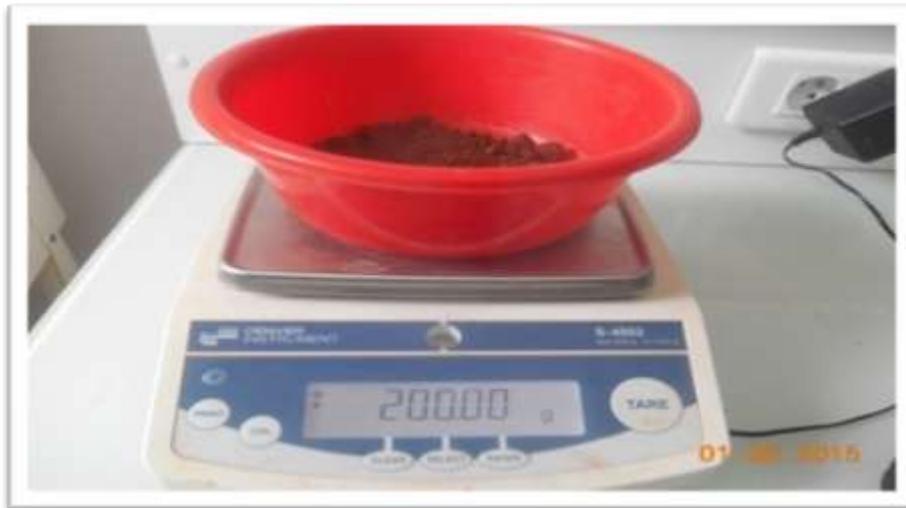


Figure 11: Prise du poids du l'échantillon (Original).

III.3.3.3. Extraction des kystes

L'échantillon de sol sec est placé dans le tamis supérieur de l'appareil préalablement rempli d'eau, à l'aide d'un courant d'eau, le sol est entraîné dans l'appareil à travers le tamis supérieur de maille de 2 mm au plus. Maintenir le débit d'eau de manière à conserver un rapport suffisant pour évacuer des éléments légers de densité inférieure à 1 (dont les débris organiques et les kystes) vers le tamis de maille 250 μm placé sous la collerette de récupération de l'appareil. L'apport d'eau est permanent jusqu'à épuisement de l'échantillon. Le contenu de tamis de 250 μm est ensuite récupéré sur un papier filtre par le jet d'une pissette (Figure 12). Le filtre et son contenu sont alors mis dans une boîte de Pétri et sont laissés pour se sécher naturellement à température ambiante pendant 24 heures environ (Figure 13).



Figure 12: Extraction de nématodes à kystes à l'aide de l'appareil de Fenwick (Original).



Figure 13 : Récupération de l'extrait à l'aide d'une pissette (Original).

III.3.3.4. Prélèvement et comptage des kystes

Après séchage de l'extrait, les kystes sont récupérés soigneusement sous une loupe binoculaire à l'aide d'un pinceau fin et mis dans des boîtes de Pétri tapissées de papier filtre portant une étiquette sur laquelle sont mentionnées les informations nécessaires concernant (L'origine des kystes, date de prélèvement des échantillons et date d'extraction) (Figure 14). Ensuite on procède au comptage des kystes en prenant le soin de distinguer entre les kystes de *Globodera* et ceux des autres genres. Le tri des kystes se fait sous une loupe binoculaire G : × 2 ou G : × 4.

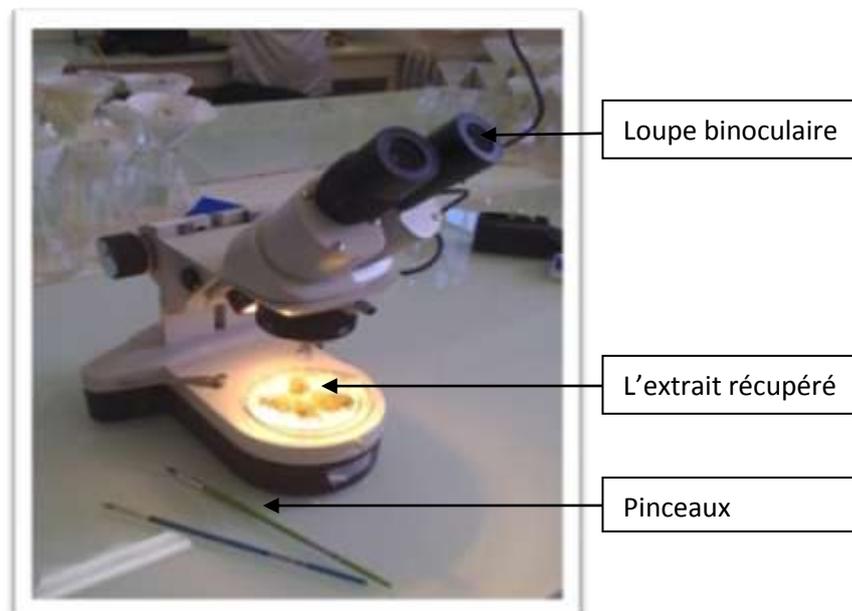


Figure 14 : Récupération des kystes sous une loupe binoculaire (Original).



Figure 15 : Les kystes des *Globodera* mélangés avec la matière organique (Original).

III. 3.3.5. Dénombrement des kystes, des œufs et juvéniles contenus dans les kystes

Après avoir dénombré les kystes pleins et vides *Globodera*, on procède à l'écrasement des kystes pleins afin de dénombrer les œufs et les juvéniles qu'ils contiennent. L'écrasement de kyste se fait sous la loupe binoculaire : à l'aide d'un scalpel (Figure 16), puis on le vide de son contenu et on dénombre tous les œufs + les juvéniles libérés.



Figure 16: Kyste de *Globodera* écrasé (original).

III.4. Analyse statistique

L'analyse statistique a été effectuée avec le logiciel Statistica. Des analyses de la variance à un facteur ont été effectuées pour tester l'effet de facteur étudié (région) sur les variables liées à l'état d'infestation de ces parasites (nombre total de kystes nombre de kystes pleins, nombre kystes vides et degré d'infestation).

IV.1. Résultats**IV.2. Analyse des données, détermination des contraintes et recommandations**

Sur la base des données recueillies auprès des agriculteurs, nous avons pu avoir une idée générale sur la situation des nématodes à kystes de la pomme de terre dans la wilaya d'Ain Defla, caractériser les contraintes liées à leur gestion et établir des recommandations.

Les pratiques culturelles appliquées dans ces parcelles sont présentées dans le tableau.03 :

Tableau 03 : Les pratiques culturelles appliquées dans ces parcelles prospectées.

Commune	Parcelle	Précédent cultural P1/P2/P3/P4	Variété cultivé	Mode d'irrigation	Traitements phytosanitaires
Ain Defla	P1	Pastèque-pomme de terre	Spunta	Aspersion	Insecticides : ACEPHATE Fongicide : BRAVO Herbicide : METRIBUZINE
	P2	Pomme terre-pomme de terre-pomme de terre-Pomme de terre	Spunta	Aspersion	Insecticide : ANATEX Fongicide : CONCENTO Herbicide : METRIXONE
	P3	Pomme de terre – céréales-pomme de terre	Spunta	Aspersion	Insecticide : ALPHYZOL Fongicide : CONSENTO Herbicide : METRIXONE
El Amra	P1	pomme de terre-courgette	Spunta	Aspersion	Insecticide : IMACIDE Fongicide : MANCOZEB Herbicide : Métribizine
	P2	Pomme de terre-Melon- pomme de terre	Spunta	Aspersion	
	P3	Pomme de terre- laitue-	Spunta	Aspersion	
Mekhatria	P1	Pomme de terre-pomme de terre	Spunta	Aspersion	
		Pomme de terre-pomme de terre	Spunta	Aspersion	
	P3	Jachère-pomme de terre-Jachère	Spunta	Aspersion	Insecticide : DELTAMETHR Herbicide : METRIBIZINE
Rouina	P1	Céréales-pomme de terre-Jachère	Spunta	Aspersion	
	P2	Pomme de terre-céréales	Spunta	Aspersion	
	P3	Pomme de terre-pomme de terre	Spunta	Aspersion	Herbicide : METRIXONE

IV.3. Enquête sur les nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre

dans la wilaya d’Ain Defla

IV.3.1. Présentation des exploitations enquêtées

IV.3.1.1 Situation

Notre enquête est menée dans 40 exploitations agricoles. La situation et les superficies de ces dernières sont rapportées dans le tableau 4.

Tableau. 4 : Situation des exploitations agricoles enquêtées

Commune	Nombre d’exploitations enquêtées	Superficie étudiée (ha)	Superficie totale de pomme de terre (ha)	Superficie totale des plantes herbacées (ha)	Superficie totale de l’exploitation (ha)
Arib	3	33	49	18	117
Attaf	6	82	100	46	171
Ain Bouyahya	1	10	12	3	15
Ain soltane	6	35	50	18	67
Bourached	1	125	124	32	148
Bir Ould khelifa	2	75	171	42	223
Djelida	1	4	4	1	7
Djendel	2	15	35	8	7
El Amra	4	37	57	23	118
Mekhatria	4	37	83	32	141
Khemis	1	10	10	4	35
Rouina	4	37	42	26	104
Zeddine	1	10	30	6	60
Total	40	510	767	250	1213

IV.3.1.2. Importance de la culture de pomme de terre dans l’ensemble des exploitations

Tableau. 5 : Importance de la culture de pomme de terre dans l’ensemble des exploitations

Superficie étudiée (ha)	Superficie totale de la pomme de terre (ha)	Superficie totale plantes herbacées (ha)	Superficie totale des exploitations (ha)	Importance de la superficie consacrée à la pomme de terre dans l’ensemble des exploitations
510	767	250	1213	63,23%

IV.3.1.3. Statut des exploitations enquêtées

D'un point de vue global, la plupart des agriculteurs sont des privés avec 55% et 20% des exploitations sont des fermes pilotes. Les autres exploitations sont des exploitations agricoles individuelles 15% et collectives 10% (Figure 17).

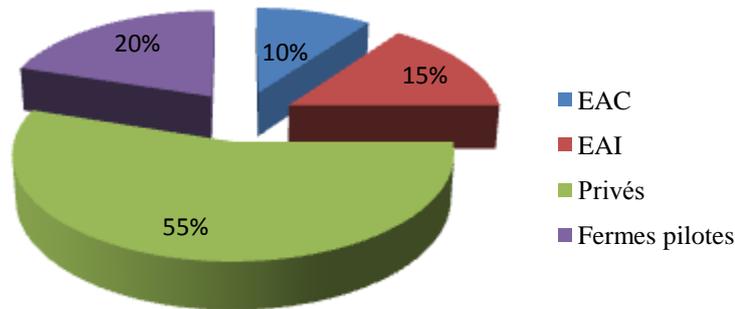


Figure 17: Statut des exploitations agricoles enquêtées.

IV.3.1.4. Niveau de formation agricole des agriculteurs enquêtés

D'après les résultats de la figure 18, on remarque que le pourcentage des agriculteurs qui n'ont acquit aucune formation agricole est le plus élevé avec 47,50%. Cependant, le reste est représenté soit par des agriculteurs qualifiés (30%), des techniciens (7,50%) ou même des ingénieurs agronomes.

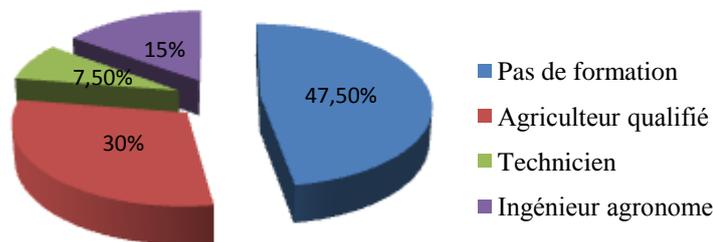


Figure 18: Niveau de formation des agriculteurs enquêtés.

IV.3.1.5. Type de culture

Les résultats indiquent que 20% des agriculteurs enquêtés cultivent la pomme de terre de consommation. 35% des agriculteurs sont des multiplicateurs de semences et 45% produisent la pomme de terre de consommation et parallèlement, ils consacrent des parcelles pour la multiplication de semence (Figure 19).

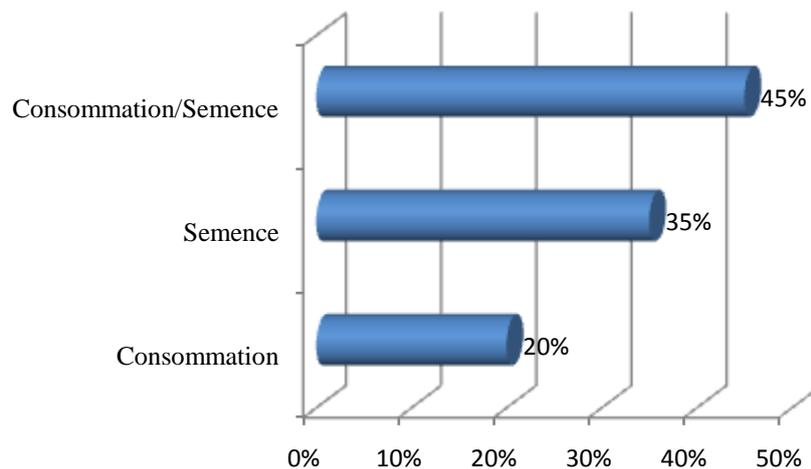


Figure 19: Type de culture de pomme de terre cultivée dans les exploitations enquêtées.

IV.3. 2. Caractéristiques du site et mode de conduite de la culture

IV.3.2.1. Type de rotation

Des questions ont été adressées aux agriculteurs concernant le type de rotation appliqué dans leurs parcelles enquêtées, leurs réponses relatives aux cinq derniers précédents culturaux étaient parfois incomplètes. Cependant, leurs réponses indiquent que la culture qui est souvent introduite en rotation avec la pomme de terre est une céréale. D'autres cultures telles que le maraîchage sont pratiquées. On remarque que le type de rotation est insuffisante pour la gestion de ces parasites puisque la pomme de terre revient sur la même parcelle tous les deux ou trois ans. L'aspect intéressant c'est l'introduction de la jachère dans la rotation (Tableau 6).

Tableau 6 : Type de rotation

N	Type de rotation
1	P T/ Jachère/PT/PT/Céréales
2	PT / Céréale
3	PT /Pastèque/PT
4	PT/céréale/melon/PT/céréales
5	PT/céale/PT/PT/
6	PT/céréales/laitue/PT/céréales/ Laitue
7	PT/céréales/PT/Jachère/PT / Céréales
8	PT/PT/Laitue/
9	PT/Céréales/Pastèque/
10	PT / Jachère / Céréales (blé dur)//PT/ Jachère/ PT/ Céréales
11	PT/Céréales (blé dur)/PT(Spunta) / PT (Kondor) /Céréales (BD)/PT/Céréales(BD)
12	PT/PT/Céréales (blé dur) / (orge)/jachère/PT/blé dur
13	PT/ Céréales (BD)/Céréales (BD)/ Céréales (BD)/ Céréales (BD)/ Céréales (BD)
14	PT/Jachère/PT/Céréales/PT/Céréales
15	PT/Céréales/Pastèque/Céréales
16	PT/Jachère/Céréales
17	PT/Céréale /jachère/ Pastèque
18	PT/PT/ Laitue
19	PT/ fenouil/laitue/Céréales
20	PT/laitue/Chou-fleur
21	PT/Jachère/blé tendre/PT/
22	PT/Jachère/PT
23	PT/ Céréales/Laitue/pastèque/Fenouil
24	PT/jachère/PT/Jachère/PT
25	PT/ Melon/PT/Céréales/laitue
26	PT/ /Céréales/PT
27	PT/Céréales/ pois chiche
28	PT/ céréale /PT/ PT

29	PT/ céréales/
30	PT/ céréales/ PT
31	PT/ céréales (BD) / PT/céréales(BD)/ PT/céréales(BD) /PT
32	PT/ Céréales
33	PT / Céréales / PT
34	PT/ PT/ PT/ PT
35	PT/ jachère
36	PT/ Céréales
37	PT / céréales (blé tendre)
38	PT/ PT/ PT/ PT
39	PT/ PT/ PT/ PT
40	PT/ PT/ Céréales

IV. 3.2.2. Système de culture

Les résultats illustrés sur la figure 20 montrent que la majorité des agriculteurs (77,50%) utilisent le système de culture intensif. Les agriculteurs utilisent beaucoup d'intrants (mécanisation, pesticides, engrais...) pour augmenter la production. Cependant, quelques agriculteurs (22,5%) conduisent cette culture en extensif puisqu'ils utilisent très peu la mécanisation et des produits phytosanitaires).

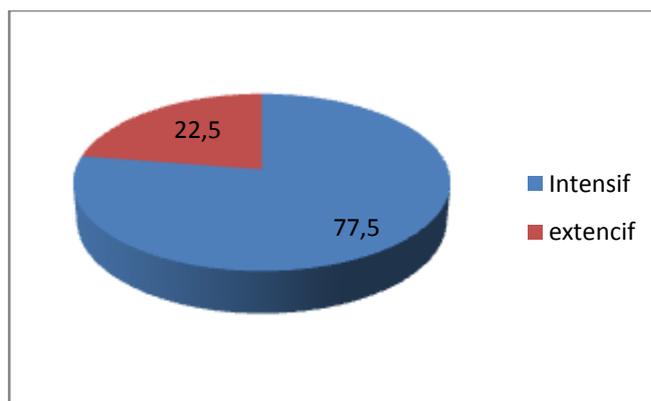


Figure 20: Système de culture appliqué dans les exploitations enquêtées pour la production de la pomme de terre.

IV.3.2.3. Les variétés cultivées

Les résultats de l'enquête sur les variétés cultivées dans les différentes parcelles ont révélé que la variété la plus cultivée dans la willaya d'Ain Defla est Spunta. Elle est cultivée seule ou en association avec d'autres variétés tel que Kondor (dans 25% des parcelles), Désirée dans 7,5% des parcelles), Bartina (7,5% des parcelles ou Bartina (5% des parcelles). Dans quelques exploitations, les variétés Royales et Kondor étaient cultivées seules (dans 10 et 12,5% des parcelles respectivement) (Figure 21).

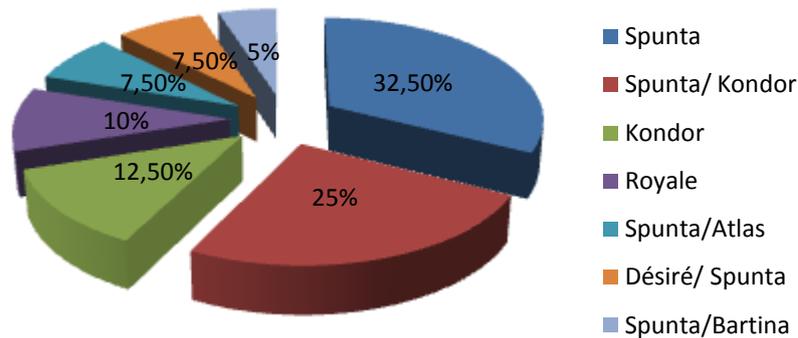


Figure 21 : Variétés cultivées dans les parcelles enquêtées.

IV.3.2.4. Environnement de la parcelle

IV.3.2.4.1. Cultures avoisinantes

D'après la figure 22, on remarque que la moitié des parcelles cultivées en pommes de terre (prospectées dans notre étude) sont entourées de parcelles cultivées de la même culture. Cependant, 32% des parcelles enquêtées sont entourées d'autres cultures, généralement, des céréales ou maraîchage. Il existe d'autres parcelles qui ne sont pas entourées de parcelles cultivées (17,5%).

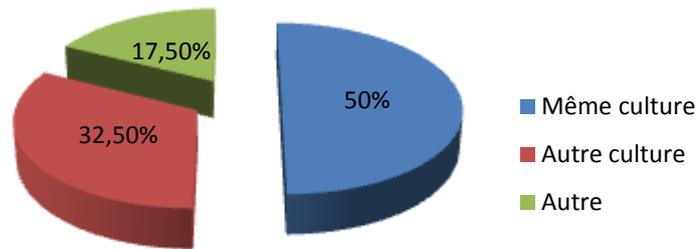


Figure 22: Environnement des parcelles cultivées en pomme de terre.

IV.3.2.4.2. Présence d’une bordure

Les résultats de l’enquête ont révélé que la majorité des parcelles enquêtées (75%) n’ont aucune bordure (Figure 23).

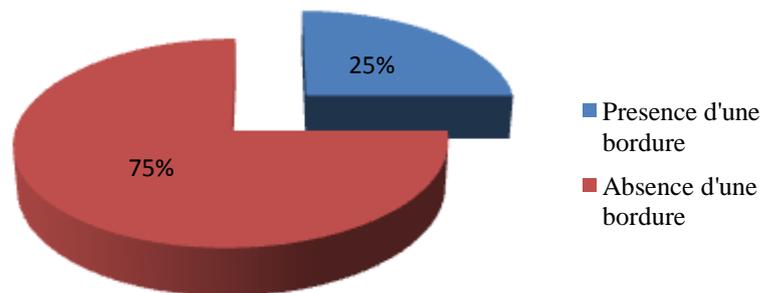


Figure 23: Présence ou absence d’une bordure autour des parcelles enquêtées.

IV.3.2.4.3. Texture du sol

Les réponses de quelques agriculteurs enquêtés n’ont pas apporté beaucoup d’informations concernant la texture du sol de leurs parcelles cultivées en pomme de terre. Cependant, d’autres ont décrit leurs sols comme des sols légers de couleur rouge qu’ils appelaient “*Hemri*”. Il y’a quelques agriculteurs (techniciens et ingénieurs) qui connaissent la texture de leurs sols (argileux- limoneux soit limoneux- argileux).

IV.3.2.5. Mécanisation

D’après les résultats obtenus, 95% des agriculteurs utilisent les machines agricoles dans leur système de production. Plusieurs machines comme les tracteurs avec charrues pour le labour, les

buttoirs (outil tracté pour faire les buttes), planteuses, souleveuses (outil tracté qui récolte les tubercules et qui les dépose au sol).

Ces moyens peuvent apporter plus de rentabilité aux producteurs. Cependant, ce qui est noté c'est l'échange du matériel entre les différentes exploitations et son mauvais entretien (Figure 24).

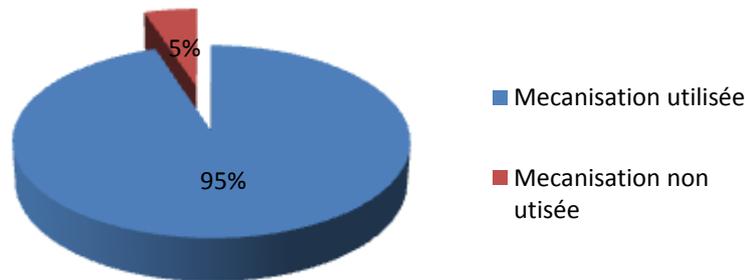


Figure 24: Utilisation des machines agricoles dans les exploitations agricoles enquêtées.

IV.3.2.6. Pratiques culturales (Plantes associées, Irrigation, Pratique de jachère, Labour)

D'après les résultats obtenus, nous avons noté qu'aucune plante n'est associée à la pomme de terre dans 85% des parcelles étudiées. D'autre part, la pomme de terre est associée à des arbres fruitiers dans 12,5% des parcelles et aux adventices 2,5% des parcelles (Figure 25).

Généralement l'aspersion est le moyen le plus utilisé pour l'irrigation de pomme de terre.

Les résultats montrent que dans 72,5% des exploitations enquêtées, la jachère n'est pas pratiquée (Figure 26).

Dans la plupart des cas, les travaux de préparation du sol, l'utilisation d'un tracteur avec charrue pour un labour plus profond est toujours souhaitable. (Figure 27)

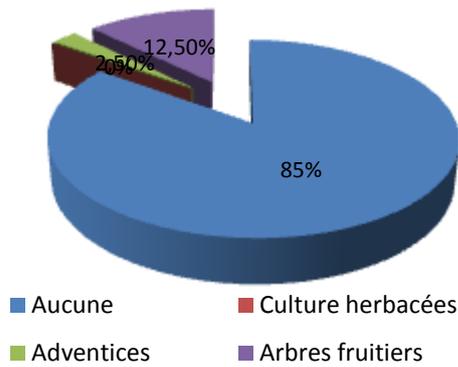


Figure 25 : Plantes associées à la pomme de terre dans les parcelles

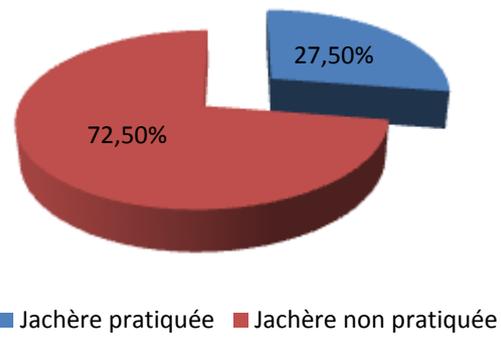


Figure 26: Pratique de la jachère dans les parcelles enquêtées

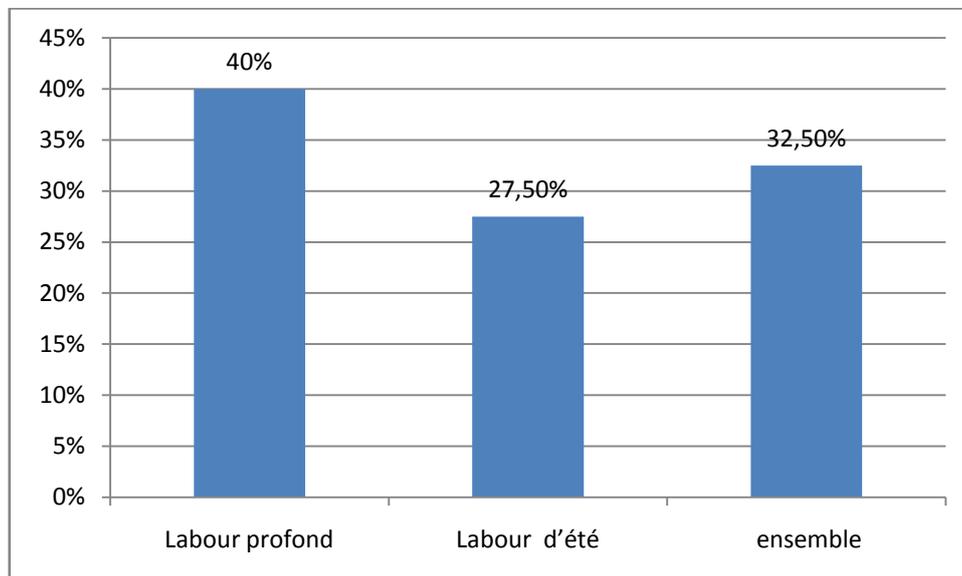


Figure 27: Type de Labour

IV.4. Connaissance de ces nématodes à kystes *Globodera sp*

Selon les résultats obtenus (Figure 28), on remarque que les agriculteurs enquêtés se répartissent en 4 catégories.

- Il y'a 15% 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.
- 60% des agriculteurs ne connaissent pas le parasite.
- Ceux qui connaissent le parasite mais ne connaissent pas sa morphologie ou ses symptômes. Ils représentent 7,5%.

- Les agriculteurs qui connaissent que les nématodes existent, mais ils les confondent avec d'autres ravageurs ; ils représentent 17,5%.

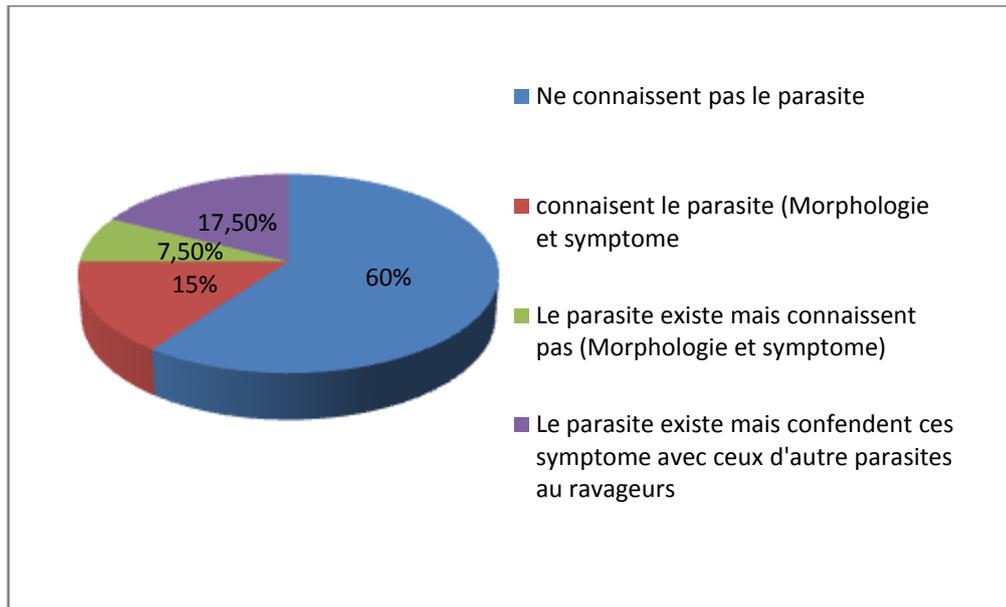


Figure 28: Connaissances des agriculteurs sur les nématodes à kystes *Globodera* sp.

IV.4.1. Analyse nématologique

Les résultats de l'enquête montrent que la plupart des agriculteurs enquêtés 65% ne font pas des analyses nématologiques. 35% de ces agriculteurs ont révélé que les organismes qui ont fait ces analyses sont la DSA qui prend des échantillons de sol puis ces derniers sont analysés à l'INPV de Chlef (Figure 29).

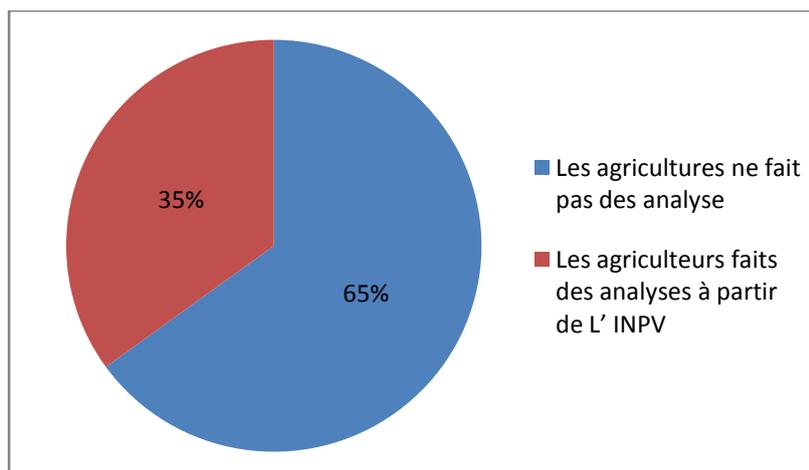


Figure 29: Importance des analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées.

IV.4.1.1. Résultats des analyses nématologiques effectuées dans les exploitations enquêtées

Les agriculteurs font des analyses nématologiques particulièrement dans les parcelles destinées à la multiplication de semences. L’INPV de Chlef est l’organisme qui s’occupe de ces analyses 65% des résultats sont positifs (la présence de nématode) et 35% des agriculteurs ont rapporté que les résultats étaient négatifs (l’absence de nématode) (Figure 30).

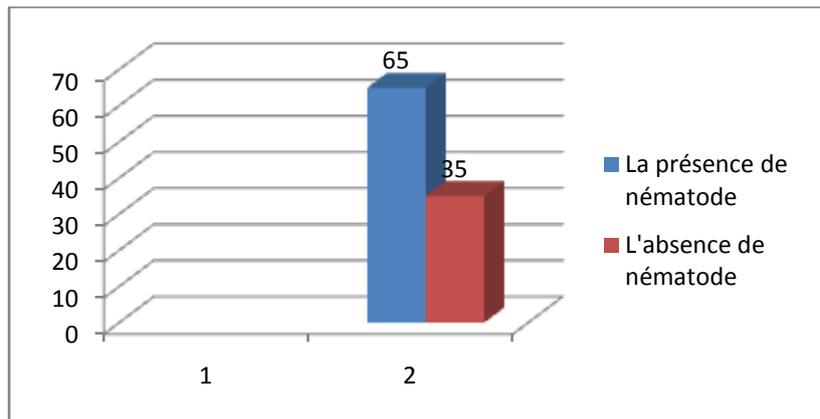


Figure 30 : Résultats des analyses nématologiques dans les parcelles enquêtées.

IV.5. Méthodes de lutte utilisées contre les nématodes enquêtés

- **(Désinfection de sol avant culture, Traitement du sol en cours de culture)**

32% des agriculteurs enquêtés désinfectent le sol avant la culture, mais la majorité des agriculteurs ne connaissent pas le nom du produit utilisé pour la désinfection du sol avant la culture. Cependant 17,5% des agriculteurs connaissent le nom commercial de produit utilisé. (Figure 31, 32).

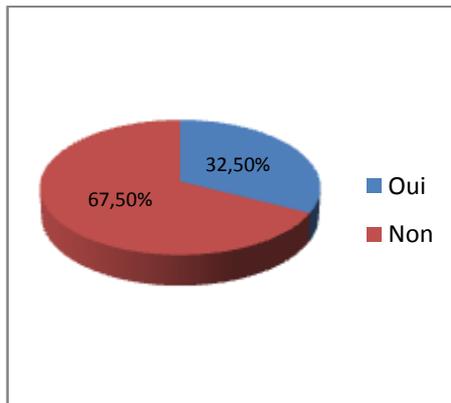


Figure 31: Désinfection de sol avant culture

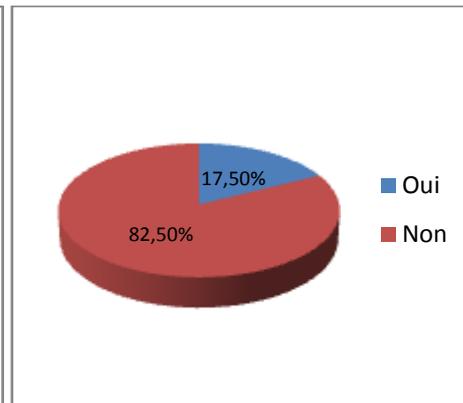


Figure 32 : Traitement du sol en cours de culture

• **Plantes nématicides**

Les réponses des agriculteurs sur les plantes nématicides révèlent que tout les agriculteurs n'utilisent pas ce moyen pour le traitement (Figure 33).

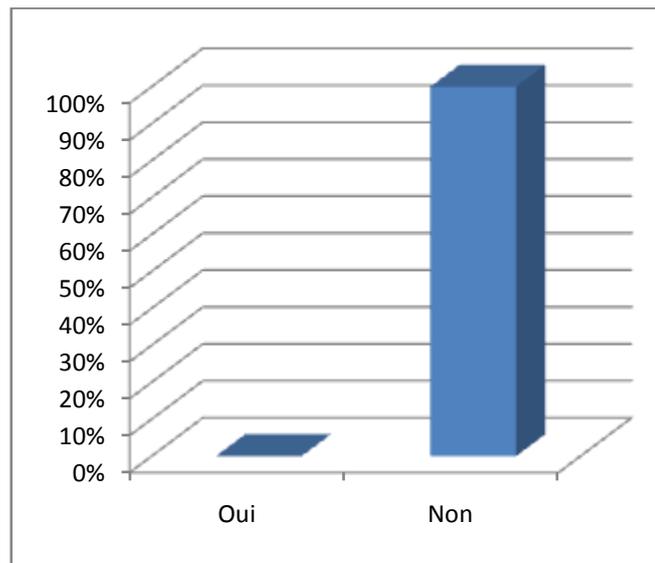


Figure 33: Utilisation des plantes nématicides.

- **Amendement :** La fertilisation organique n'est pas utilisée dans la plupart des exploitations enquêtées (pratiquée seulement dans 23% des exploitations). 77% des agriculteurs utilisent l'amendement minéral (NPK 15, 15,15). Les amendements organiques augmentent l'activité biologique du sol et le taux des champignons et des bactéries antagonistes, et par conséquent réduit l'infestation par les nématodes (Figure 35).

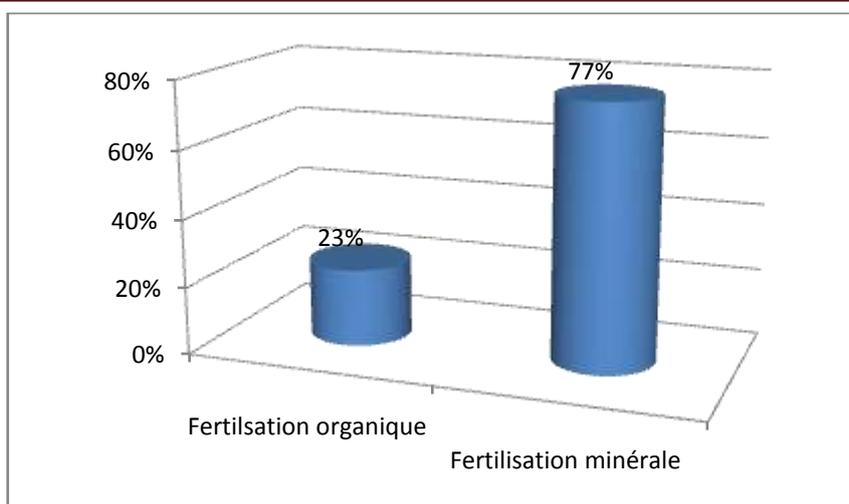


Figure 34: Amendement minéral et organique.

• **Traitements phytosanitaires**

Les agricultures enquêtées utilisent des traitements phytosanitaires : des insecticides, fongicides et herbicides. Les produits utilisés sont présentés dans le tableau 7. Parmi les produits utilisés le Mocap et le Ridomil (Metalaxyl) ont un effet

Tableau 7 : Les traitements phytosanitaires

Insecticides		Fongicides		Herbicides	
Non commercial	Matière active	Non commercial	Matière active	Non commercial	Matière active
CONFIDOR	Imidaploclid (200g/l)	KOSENTO®	Fénamidone+ Promamocarbe	-	Metribizine
IMACIDE		-	Mancozeb		Metrixone
DELTAMETHRINE		PROCURE			
MOSIPILAN	Acétamipride	RIDOMIL Gold	64% Mancozeb+ 3,88% Metalaxyl-M		
MOCAP					

IV.6. Degré d'infestation de quelques parcelles par les nématodes à kystes *Globodera*

IV.6.1. Dénombrement des kystes *Globodera* dans les quatre communes

Les prélèvements du sol ont été effectués dans 12 parcelles dans quatre communes de la wilaya d'Ain Defla (Ain Defla, El Amra, Mekhatria, Rouina) afin d'étudier l'état d'infestation de ces parcelles par les nématodes à kystes *Globodera*. Les résultats de l'analyse nématologique relatifs aux différentes parcelles sont présentés dans l'annexe 1 et dans la figure 35 qui montre le nombre moyens des kystes (pleins vides et totaux) par commune. L'analyse nématologique des échantillons de sol a montré la présence des kystes de *Globodera* dans toutes les parcelles : Le nombre de kystes pleins le plus élevé est enregistré dans la parcelle P2 de Mekhatria (61 kystes pleins/200 g du sol) et le nombre le plus faible est noté au niveau de la parcelle P2 de Rouina (11 kystes pleins/200g du sol). Nous avons également récolté des kystes vides dans toutes les parcelles prospectées (Annexes).

Nous estimé l'état d'infestation par commune en calculant les nombres moyens des kystes des trois parcelles pour chaque communes. Les résultats ont révélé que

Le nombre moyen de kystes pleins le plus élevé est obtenu dans la commune de Mekhatria (44,33 kyste/ 200g du sol) suivi du nombre moyen de la commune d'Ain Defla et celui obtenu dans la commune d'El Amra. Le nombre moyen le plus faible est enregistré dans la commune de Rouina avec 14,33 kystes pleins/200 g du sol.

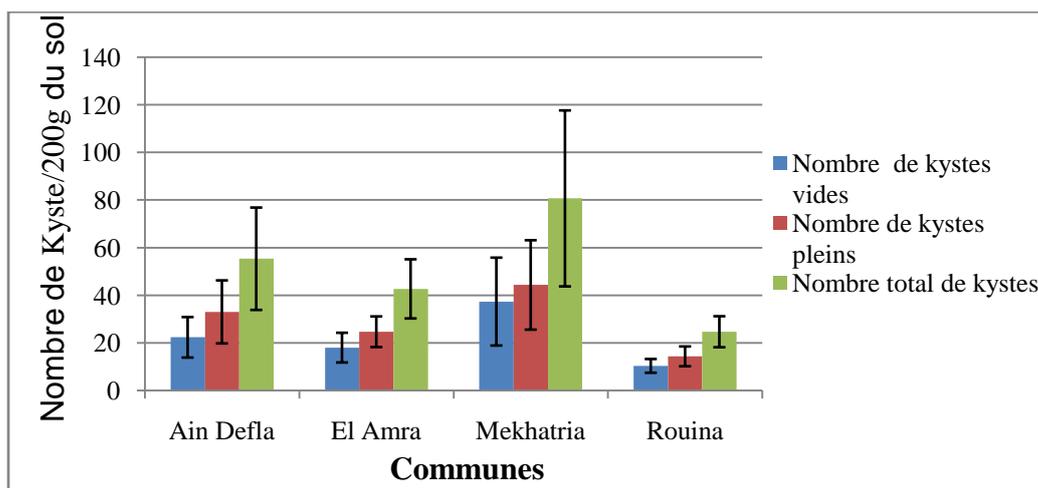


Figure 35: Nombres moyens des kystes (vides, pleins et totaux) de *Globodera*. En fonction des communes prospectées.

IV.6.2. Dénombrement des œufs et des larves de *Globodera* dans les communes

Dans toutes les parcelles prospectées, le degré d'infestation a atteint le seuil de nuisibilité dans 10 parcelles parmi les 12 prospectées. Il varie de 7,63 œufs + larves/g du sol (parcelle P3 de Rouina) à 55,45 œufs + larves/g du sol (parcelle P2 de Mekhatria) (Annexes 1).

Le nombre moyen d'œuf+J2/200g du sol de *Globodera* le plus élevé est obtenu dans la parcelle de Mekhatria où on a dénombré 35,77 œufs+J2/g du sol suivi de celui obtenu à Ain Defla (27,49 œufs+J2/g du sol) et El Amra (23,39 œufs+J2/g du sol). Un nombre moyen moins important est obtenu dans la commune de Rouina avec 9,66 œuf+J2/g du sol. (Figure 36).

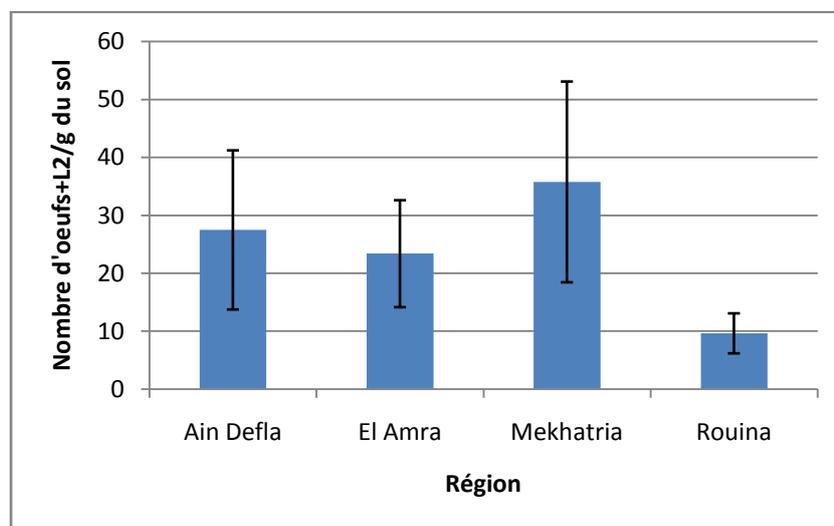


Figure 36: Degré d'infestation dans les communes étudiées.

- **Analyse de la variance**

Tous les résultats obtenus pour les variables liées à l'infestation des parcelles des quatre régions sont soumis à une analyse de la variance par le test de Kruskal-Wallis ou par un test paramétrique (Anova). Les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux 8, 9, 10 et 11.

Tableau 8 : les résultats de test de Kruskal-Wallis sur la variabilité des kystes vides en fonction de la région.

Dépend. : KV	ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; KV Var. indépendante (classement) : Région Test de Kruskal-Wallis : $H(3, N= 12) = 7,847953$ $p = ,049$		
	Code	N actif	Somme rangs
Ain Defla	101	3	23,00000
El Amra	102	3	19,00000
Mekhatria	103	3	30,00000
Rouina	104	3	6,00000

Les résultats de test de Kruskal-Wallis ont montré une variation significative. Des kystes vides en fonction de la région prospectée ($p = ,049$) (tableau 8).

Tableau 9: les résultats de test de Kruskal-Wallis sur la variabilité de nombre total des kystes de *Globodera* en fonction de la région.

Dépend. : NTK	ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; NTK (Feuillenm) Var. indépendante (classement) : Région Test de Kruskal-Wallis : $H(3, N= 12) = 8,076923$ $p = ,044$		
	Code	N actif	Somme rangs
Ain Defla	101	3	24,00000
El Amra	102	3	18,00000
Mekhatria	103	3	30,00000
Rouina	104	3	6,00000

Les résultats de test de Kruskal-Wallis ont montré une variation significative des nombre totaux des kystes en fonction de la région prospectée ($p = ,044$) (tableau 9)

Tableau 10 : les résultats de l'Anova sur la variabilité de nombre de kystes pleins de *Globodera* en fonction de la région.

	SCS	DDL	CM	F	p
ord. origine	10150,08	1	10150,08	69,28385	0,000033
Region	1454,92	3	484,97	3,31039	0,078072
Erreur	1172,00	8	146,50		

Les résultats de test de l'Anova ont montré qu'il n'existe pas de variations significatives entre les nombres des kystes pleins dans les régions prospectées ($p=0,078072$, elle est $<0,05$) (tableau 10)

Tableau 11: les résultats de l'Anova sur la variabilité de nombre d'œufs+larves de *Globodera* en fonction de la région.

	SCS	DDL	CM	F	p
ord. origine	6959,120	1	6959,1 20	47,56983	0,000125
Région	1069,802	3	356,60 1	2,43758	0,139517
Erreur	1170,342	8	146,29 3		

Les résultats de test de l'Anova ont révélé qu'il n'existe pas de variations significatives entre les nombres d'œufs+larves dans les régions prospectées ($p=0,139517$, elle est $<0,05$) (tableau 11).

IV.7. Discussion

Les résultats obtenus lors de notre étude montrent que 100% des parcelles prospectées sont infestées par les nématodes du genre *Globodera* sp. Ceci confirme que la pomme de terre est l'hôte principal de ce parasite.

L'ampleur de ce parasite de quarantaine et l'importance de sa répartition géographique à travers les communes prospectées dans la wilaya d'Ain Defla (Ain Defla, El Amra, Mekhatria et Rouina) est dû à la surexploitation des producteurs de pomme de terre des parcelles en question, au non- respect des itinéraires techniques spécialement la rotation, la non – utilisation les variétés considérées comme tolérantes.

Dans la majorité des parcelles prospectées (10 parcelles), le seuil de nuisibilité qui est estimée à 10 L2 par g de sol par MUGNIERY(1975) cité par DJEBROUNE(2013) est dépassé. 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 (melon, pastèque, laitue...) et parfois même les agriculteurs font recours à la monoculture. Plusieurs auteurs ont signalé que le type de rotation appliquée au sein de la parcelle est un facteur qui influence la densité de ces parasites.

En effet, la monoculture permet aux nématodes de se maintenir dans le temps et dans l'espace alors que la rotation des cultures qui est considérée comme une méthode de lutte efficace contre les nématodes réduit nettement la densité de ces parasites (RITTER, 1971 ; SCHNEIDER et MUGNIERY, 1971 ; BELAIR et LAPLANTE ; 2007). La rotation doit faire appel à des plantes qui n'abritent pas les nématodes tel que les céréales et les légumineuses (INPV, 2009). La variété cultivée Spunta est sensible à l'attaque des *Globodera* (GRECO et al., 2007). Le type d'irrigation par aspersion favorise aussi le développement des nématodes (REDDY 1983 in BELHAJ BEN YAHYA, 2007). De même, les conditions climatiques, la nature du sol, le vent, la semence, l'irrigation, l'éclosion et le matériel de travail du sol sont des facteurs qui contribuent à la dissémination de ces parasites (SCHNEIDER et MUGNIERY, 1971).

Nous avons détecté un nombre important de kystes vides dans les parcelles prospectées. Il pourrait s'agir de populations anciennes déjà écloses ou de femelles non fécondées voir même stériles.

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

Les résultats relatifs à l'enquête réalisée dans la wilaya d'Ain Defla ont montré que les causes majeures qui ont contribué à l'infestation par les nématodes *Globodera* sp sont.

Le faible niveau de technicité des agriculteurs : Il diminue le développement de la culture de pomme de terre dans la wilaya d'Ain Defla puisque le manque de formation et de technicité pourrait avoir une conséquence négative sur l'itinéraire technique de la culture choisi par les agriculteurs (type de rotation, choix des variétés, dates plantations, méthodes de lutte....).

L'environnement de parcelle cultivée : 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 (RITTER, 1971).

- **Type du sol :** La plupart des exploitations enquêtées avaient des sols soit argileux- limoneux soit limoneux- argileux. La plupart des parcelles cultivées des sols rouges et légers, elles

appellent selon les agriculteurs « hemri ». Les nématodes se multiplient bien dans les sols légers (SCHNEIDER et MUGNIERY, 1971).

- **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).
- **Type de rotation :** La rotation est le système le plus ancien, et encore un des plus efficace, pour contrôler les nématodes, les pathogène originaire du sol et un grand nombre d'insecte. Elle influence la conservation des sols et leur fertilité.
- **Le choix des variétés :** les variétés cultivées dans les différentes parcelles ont révélé que la variété la plus cultivée dans la willaya d'Ain Defla est Spunta et Kondor.
- Le mode d'irrigation par aspersion appliqué dans l'ensemble des exploitations, favorise aussi le développement de ces nématodes (HLAOUA et *al.*, 2010).
- Les pratiques culturales contribuant à contrôler ces nématodes comme la jachéré et le labour d'été, sont pratiqués dans quelques exploitations. Donc, le contrôle cultural doit s'insérer dans le système de production employé par le fermier et doit être assez efficace. La jachère annuelle entre deux cultures consiste à priver le parasite des plantes dont il se nourrit (TAYLOR, 1968).
- Amendements : Certain amendement organiques augmentent l'activité biologique du sol et le taux des champignons nématophages et des bactéries antagonistes, et par conséquent réduit l'infestation par les nématodes (RENCO et *al.*, 2007 ; D'ADDABBO et *al.*, 2009).
- Les réponses des agriculteurs sur les produits phytosanitaires utilisés dans les exploitations enquêtées il ya 32% des agricultures enquêtées désinfectent le sol avant la culture mais la majorité des agriculteurs ne connaissent pas les noms des produits utilisés, Cependant 17,5% des agriculteurs connaissent seulement les noms commerciaux des produits.
- Les agriculteurs ne font pas recours méthodes de traitement alternatives aux pesticides chimiques tels que les plantes nématicide.

Connaissance de ces nématodes à kystes *Globodera* sp.

- Il y'a 15% des agriculteurs enquêtés qui connaissent les nématodes à kystes *Globodera* (leur morphologie et leurs symptômes). Ils sont surtout les ingénieurs et les techniciens. Cependant, 60% des agricultures ne connaissent pas ces nématodes et parfois ils les confondent avec d'autres ravageurs et les autres agriculteurs connaissent le parasite mais ne connaissent pas sa morphologie ou ses symptômes. Ils représentent 7,5%. Ceci pourrait s'expliquer par l'inefficacité et le manque de performance des services de vulgarisation et de conseil agricole.

Selon Bédrani (1993), l'efficacité de la vulgarisation dépend d'abord du degré de formation (générale et technique) et d'information des agriculteurs. L'apprentissage d'un savoir-faire ou d'une technique est d'autant plus rapide (et donc moins coûteux) que celui auquel il s'adresse est préparé à le recevoir par ses connaissances générales et particulières.

Malgré les efforts fournis par les services de protection des végétaux de cette wilaya (DSA , INPV..) pour le contrôle de nématodes à kystes de la pomme de terre, il reste beaucoup à faire quant à la collaboration entre les services agricoles, les agriculteurs et chercheurs dans toutes les démarches entreprises pour prévenir l'introduction de ces parasites et pour limiter leur développement s'ils sont déjà installés.

- L'agriculteur doit comprendre qu'il est l'élément le plus important dans le processus de production. Il doit connaître ces nématodes et leur importance agronomique et économique.
- Les agents responsables de la vulgarisation doivent donner des informations sur la morphologie, les symptômes et les dégâts des nématodes, comment prévenir leur introduction et quelles les mesures de lutte qui doivent être entreprises une fois installés. La lutte contre ces nématodes doit commencer avant leur installation dans la parcelle, en maintenant les parcelles indemnes et propres par ces certaines mesures d'hygiène (nettoyage régulier de l'outil agricole, destruction des repousses des cultures précédentes...)
- Organisation de journées de sensibilisation et la vulgarisation au profit des agriculteurs par la collaboration des différentes institutions et l'utilisation des différents moyens (sorties, conférences, journaux, radio...).
- Les chercheurs peuvent aussi contribuer à limiter le développement de ces parasites en diffusant les résultats de leurs recherches afin que les agriculteurs et les organismes spécialisés dans la lutte contre les ennemis de végétaux puissent en profiter.

Conclusion

L'enquête menée sur ces nématodes dans la région d'Ain Defla a montré une méconnaissance de ce ravageur par les agriculteurs ceci est lié à leur niveau formation qui est généralement bas. Il est aussi le résultat de manque ou de l'inefficacité de système de vulgarisation. Le développement de ces parasites dans la région est aussi la conséquence de la non maîtrise de la conduite de la culture de la pomme de terre (choix des variétés, type de rotation et le mauvais choix des méthodes lutte).

L'analyse nématologique des échantillons du sol prélevés de 12 parcelles de quatre communes (Ain Defla, ELAmra, Mekhatria et Rouina) productrices de pomme de terre a montré que toutes les parcelles sont infestées et que dans 83,33% des parcelles, les degrés d'infestation ont atteint le seuil de nuisibilité.

Le degré d'infestation le plus élevé est noté dans la parcelle P2 de Mekhatria avec 55 œufs+larves/g du sol (dépasse de 5 fois le seuil de nuisibilité). De même, le degré d'infestation moyen le plus élevé est noté dans cette commune avec 35,77 55œufs+larves/g.

L'analyse de la variance a montré qu'il n'existe pas de différences significatives entre les nombres de kystes pleins récoltés dans les parcelles des quatre régions prospectées. Le degré d'infestation estimée par le nombre d'œufs +larves/g du sol, également, ne diffère pas significativement dans les quatre régions.

Il serait souhaitable que les services publics subventionnent un programme de vulgarisation au niveau des différents établissements d'enseignement ainsi qu'au niveau des centres de formation agricole et des instituts technique liés à la production de pomme de terre. C'est dans ce contexte que le problème posé par *Globodera* trouverait une solution

Il serait judicieux de faire une identification des espèces (nématodes) et étudier leur virulence.

Une meilleure connaissance de la biologie, la distribution géographique et les facteurs qui favorisent le développement de ces nématodes.

L'utilisation de rotations longues (4 à 6 ans) et de variétés résistantes à ces parasites pour augmenter la production.

Références bibliographiques

1. **ACIA, AGENCE CANADIENNE D'INSPECTION DES ALIMENTS**, Bonnes pratiques visant à prévenir la contamination par les nématodes à kyste de la pomme de terre, [En ligne], URL : <http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/pestrava/gloros/producf.shtml>
2. **ANONYME, 2007-** Pomme de terre en Afrique : [http://www. Potato2008.org/fr/monde/afrique](http://www.Potato2008.org/fr/monde/afrique). Html.
3. **ANONYME, 2006-** Idaho potato cyst nematode cooperative program. Ed. APHIS and Idaho State, Department of Agriculture. 2p.
4. **ANONYME, 2008-** FAO (l'Organisation des Nations unies pour l'Alimentation l'Agriculture.)
5. **ANONYME, 2012-** DSA d'Ain Defla. Evolution de la mise en œuvre des contrats de performance – Campagne agricole 2011-2012, Réalisation au 3^{ème} trimestre 2012.
6. **ARAKAWA T., 1999-** Food plant- delivered cholera toxin B subunit for vaccination and immunotolerization. *Adv Exp Med Biol*, 161, 464p.
7. **BALDWIN J. G., MUNDO. OCAMPO M., 1991-** Heteroderinae. In: *Manual of Agricultural Nematology*, Nickle W. R. Ed, 310 p.
8. **BALDWIN K. H., 2006-** Rotation des cultures dans les exploitations biologiques. Ed. CEEC (Centre for Environmental Farming System) , 18p.
9. **BALOUL D., 2012 -** *Contribution à l'étude de la bioécologie des nématodes à kystes, (Globodera sp.) inféodés à la culture de la pomme de terre*. Thèse de magister en Science Agronomique, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach, Alger, 116 p.
10. **BARKER k.R. 1998-** Introduction and Synopsis of Advancements in Nematologie. in : *Plant and Nematode Interactions*. Barker, KR., Pederson, G. L., and Windham, G L., eds. *American Society of Agronomy*, Madison, USA. pp 1-20.
11. **BEDRANI S., 1993-** La vulgarisation agricole au Maghreb : essai de synthèse d'un séminaire Cahiers Options Méditerranéennes *CIHEAM 2(1)*: 3-11.
12. **BEHRENS E., 1975-** *Globodera skarlovich 1959* un genre indépendant de la sous famille des Heteroderinae skarbiovich, 1949 (Nematoda : Heteroderidae). *Problemen der Phytoneumatologie* N 01, pp. 12-26.
13. **BELAIR G. et LAPLANTE G., 2007-** Le nématodes à kyste de la pomme de terre, *Globodera rostochiensis* : Mise au point sur la situation au Québec. *CRDH, St-Jean-sur-Richelieu; ACIA, Québec*.

14. **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.
15. **BERNAHARDS U., 1998** -La pomme de terre *Solanum tuberosum*L. Monographie
16. **BONANTS P.J.M., FITTERS P. FITTERS P.F.L., BELSER E., WAALWIJK C., HENFLING J.W.D.M., 1995-** *a basic serine prrotease form Paecilomyces lilacinus with biological activity against Meloidogyne hapla eggs, Rev. Microbiology, 141p.*
17. **BOUCHET PH., GUIGNARD J-L., VALLARD, 1999-** *Les champignons mycologie fondamentale et appliquée.* Ed : MASSON S.A- 120, bd Saint- Germain, 75280 Paris Cedex 06. 113P.
18. **BOUGAR D., 2010** - *Etude des nématodes à kystes du genre Globodera inféodés à la culture de la pomme de terre dans la wilaya d'Ain-Defla.* Mémoire d'ingénieur en Agronomie, Centre Universitaire de Khemis Miliana, 109 p.
19. **BOULAIN J., 1957-** *Etude des sols des plaines du Cheliff.* Thèse d'Etat de l'Université d'Alger, 582 p.
20. **BROWN S.M., KEPNER J.L., SMART G.C., 1985-** Increased crop yields following application *Bacillus penetrans* to field plots infested with *Meloidogyne incognita*. *Soil Biochem.*, Vol. 17. pp. 483-486
21. **CABI et OEPP, 1990** – Fiche informative sur les organismes de quarantaine : *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*. CABI et L'OEPP, préparé par le CABI et L'OOEPP pour l'UE sous contrat 90/399003,6p.
22. **CHAUVIN L., CAROMEL B ., KERLLIATE E. FOURNET S., CHAUVIN J. E., ELLISSECHE D.,-** La lutte contre les nématodes à kyste de la pomme de terre *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*. *Cahiers Agriculture, volume 17, numéro4, 368-374, Juillet- Août, 2008, Synthèse.*
23. **CHITWOOD D.J., HUTZELL P.A. et LUSBY W.R., 1985-** Sterol composition of the corn cyst nematode, *Hetzrodera zaeae*, and corn, *J. Nematol. Vol 17, pp.64-68*
24. **CRONQUIST A., 1988-** *The evolution and classification of flowing plants.* Ed. New York Botanical Garden Pr Dept (2nd edition), New York, 555 p.
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. **DJEBROUNE A., 2011** - *Etude des nématodes à kystes du genre Globodera inféodés à la culture de la pomme de terre dans la wilaya d'Ain-Defla.* Mémoire d'ingénieur en Agronomie, Centre Universitaire de Khemis Miliana, 116 p.

27. **DJEBROUNE A., 2013-** *Contribution à l'étude de la bioécologie des nématodes à kystes (Globodera sp.) inféodé à la culture de pomme de terre.* Thèse Magister en Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El-Harrach, Alger. 195 p.
28. **DUVAUCHELLE S. et ANDRIVON D., 1996-** Le mildiou et son agent *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. in : *La pomme de terre.* Rousselle, P., Robert, Y. et Crosnier, J. C., eds. INRA Editions. Paris. pp 283-291.
29. **EPPO/OEPP, 2004-** Diagnostic protocols for regulated pests- *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida.* *OEPP/EPPO Bulletin* 34, 309-314.
30. **FENWICK, D.W., 1940-** Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera schachtii* from soil. *J. Helminthology* 18: 155-172.
31. **FRANCO. JATALA P., 1979-** Détection des champignons du sol. Eds. INRA, Paris. France, pp. 13-46.
32. **GHEYSEN G. et FENOLL C., 2002-** Genre expression in nematode feeding sites. *Ann. Rev. Phytopathol*, 4: 191-219.
33. **GRECO N., DI VITO M., PARISI B., RANALLI P., BRANDONISIO A. et CATALANO F., 2007-** Resistance of new Italian potato breeding clones to cyst and root-knot nematodes. *Nematol. medit.*, 35: 227-235.
34. **GRUNDLER F., BETKA M. et WYSS U., 1991-** Influence of changes in the nurse cell system (syncytium) on sex determination and development of the cyst nematode *Heterodera schachtii* : Total amounts of proteins and amino acids. *Phytopathology*, pp 70-74.
35. **GUANY A. et MIMAUD J., 1971-** Les méthodes physique de lutte, Pp. 595-606 in : Les nématodes agent of *Globodera pallida*, *Journa. Nematol*, Vol. 13pp. 438-439.
36. **ITCMI, 2013-** La culture de la pomme de terre : Production et possibilités de transformation. *Journée de la pomme de terre CCI Dahra Mostaganem.* 04 Décembre, 2013.
37. **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.
38. **JATALA, P., 1985-** *Biological control of nematodes.* An advanced treatise on *Miloidogyne.* Biology and control. Raleigh, Department of Plant Pathology, North Carolina State University & USAID, 302p
39. **KERLAN C. 1996-** Maladies à virus. A virus. in : *La pomme de terre.* Rousselle, P., Robert, Y. et Crosnier, J. C., eds. INRA Editions (Paris). pp 232-260.
40. **KHENIOUI A., 2011-** *Impact des rotations sur l'infestation des cultures de céréales et de la pomme de terre par les nématodes à kyste du genre Heterodera et Globodera dans la région*

de Mila. Mémoire d'ingénieur en Agronomie, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach, Alger ,88 p.

41. **KORT J., 1974-** Identification of pathotypes of the potato cyst nematode. Bulletin OPP/ EPPO ? 4,511-518.
42. **MERLET J., LE HINGRAT Y., ELLIISSECHE D., CROUAU G. et LANGLADE, P., 1996-** Production du Plant. in : *La pomme de terre*. Rousselle, P., Robert, Y. et Crosnier, J. C., eds. INRA Editions (Paris). Pp. 415-448.
43. **MOKHTARI A., 2007 -** *Contribution à l'étude de l'impact d'une rotation sur l'évolution des densités de deux nématodes Heterodera et Globodera (Nématoda-Heteroderidae) à Mekhatria (Ain Defla)*. Mémoire d'ingénieur en Agronomie, Institut National Agronomique El-Harrach, Alger, 84 p.
44. **MOXNRS J.F. et HAUSKEN K., 2007-** The population dynamics of potato cyst nématodes. *Ecological modelling*, 207:339- 348.
45. **MUGNIERY D. et FAYET G. 1984-** Détermination du sexe de *Globodera rostochiensis* Woll et influence des niveaux d'infestation sur la pénétration, le développement et le sexe de ce nématode. *Rev. Nematol.*, pp 233- 238.
46. **MUGNERY D., 1996-** Nématodes. in : *La pomme de terre*. Rousselle, P., Robert, Y. et Crosnier, J. C., eds. INRA Editions (Paris). pp 164-171.
47. **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.
48. **MERAH F., 1998 -** *Etude comparative de l'infestation des régions du littoral et les pleines intérieures par le nématode doré de la pomme de terre*. Mémoire d'ingénieur en Agronomie, Institut National Agronomique El-Harrach, Alger, 74 p.
49. **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.
50. MYERS et DROPKING (1959)
51. **NAKACHIAN J-M. et JACQUEMONT R., 1971-**Les nématodes des cultures. ACTA-PNGPC, PP : 761-767.
52. **NOUAD M A., 2009-** Problématique sur la pomme de terre. Revue, *FILAHA INNOVE* n° 03. Pp 5 – 6.
53. **OERKE E., DEHNE H., SCHONBECK F. et WEBER A. 1994-** *Crop production and crop production : estimated losses in major food and cash crops*. Elsevier Science Publishers. Amsterdam Netherlands. 808 p.

54. **OESTIERLIN H., 2003-***Les nématodes phytoparasites du sol menacent nos cultures, biologie, dégâts provoqués, lutte*, p12.
55. **PASCO C. et JAUAN B., 1996-** Gale commune de la pomme de terre (*Streptomyces scabies* ; *Streptomyces sp.*). in : *La pomme de terre*. Rousselle, P., Robert, Y. et Crosnier, J.C., eds. INRA Editions (Paris).pp 265-269.
56. **PRIOR P. et SAMSON R., 1996-** Flétrissement des Solanacées et pourriture brune des tubercules : *Pseudomonas solanacearum*. in : *La pomme de terre*. Rousselle, P., Robert, Y. and Crosnier, J.C., eds. INRA Editions (Paris). pp 270-274.
57. **RENČO 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.
58. **REUSET. ? 1982-** *Contribution à l'appréciation de l'âge physiologique des tubercules de pomme de terre (Solanum tuberosum L.) et étude de son importance sur le rendement* (Thèse de Doctorat). Zurich : Ecole Polytechnique Fédérale, 113 p.
59. **RICE, S. L., LEADBEATER, B. S. C. et STONE, A. R., 1985-** Changes in cell structure in roots of resistant potatoes parasitized by potato cyst- nematodes. I. Potatoes with resistance gene H1 derived from *Solanum tuberosum* ssp. andigena. *Plant Pathol.* Pp 219-234.
60. **RICHARD L. et SAWYER., 1972-** Nématode à kyste de la pomme de terre, PP : 57-64in : la pomme de terre : bulletins d'information technique 1 à 19.
61. **ROBERTSON W. M., 1996-** Plant cell modifications by parasitic nematodes. in: *Histology, Ultrastructure and Molecular cytology of plant-microorganism interaction*. Nicole, M. and Gianinazzi-Pearson, V., eds. *Kluwer Academic Publishers*. pp 237-244.
62. **ROUSSELLE P., ROBERT Y. et GROSSUER J.C, 1996-** *La pomme de terre production, Amélioration, Ennemis et maladies*. Utiliation édition R' Doun, 278p.
63. **SALAM ATTIA S., 2010 -** *Etude de nématode doré de la pomme de terre (Globodera, Tylenchida, Heteroderidae) associée aux céréales dans la région de Chleff*. Mémoire d'ingénieur en Agronomie, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach, Alger, 72 p
64. **SAYRE, R.M. et STARR, M.P., 1985-** *Pasteuria penetrans* (ex Thome, 1940), a mycelial and endospore forming bacterium parasitic in plant- parasitic nematodes. *Proc. Helm. Soc. Wash.*, n° 52, 149p
65. **SCHLUTER, K., 1976-** The potato cyst eelworm *Heterodera rostochiensis* Woll. in Morocco: its distribution and economic importance. *Z.Pflanzenkr,Pflanzenschutz*, pp 401-406.

66. **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.
67. **SOLTNER D., 1999**- *Les grandes productions végétales*. Ed. CSTA (Collection Sciences et Technique agricoles), 20^{ème} édition, Angers, 472 p.
68. **SOMERHAUSEN E., 2006**-Nématodes de la pomme de terre : évaluation dangereuses d'une maladie de quarantaine, P4.
69. **STIRILING G. R., 1991**- *Biological control of plant parasitic nematodes: progress, problems and prospects*. CABI, walligford, 284p.
70. **STONE A.R., 1973**- *Heterodera pallida* (Nématoda: Heteroderidae), à second species of potato cyst nematode. *Nematologica* N°18, p 591.
71. **STONE L.E.W., WEBLEY D.P., LEWIS S., et EVANS E.G., 1973**- the persistence of potato cyst eelworm (*Heterodera pallida* Stone) under different non- host regimes. *Plant pathol.* 22, PP: 181-183.
72. **STONE A., 1977**-Recent developments and some problems in the taxonomy of *Heterodera*. *Rev. Nematologica*, vol.23, 273 p.
73. **STUART J., WALE H., WILLIAM P., NIGEL D. et CATTLIN., 2008**- Diseases, pests and disorders of potatoes: a colorhandbook. Ed: academicpress, 176 p.
74. **SPIRE D. et ROSSELLE P. 1996**- Origine socio-historique. in : *La pomme de terre*. Rousselle, P., Robert, Y. et Crosnier, J . C., eds. INRA(Paris). 25-48p.
75. **TAYLOR A.L., 1968**. Introduction à la recherche sur les nématodes phytoparasites. Manuel F.A.O., Rome, 135 p.
76. **THIERY M., 1996**- *Etude du polymorphisme biologique et moléculaire des nématodes à kyste des Solanacées*. Thèse de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes. 116p.
77. **TIRCHI N., 2015**- *Etude de la bioécologie des nématodes à kystes du genre Globodera inféodés à la culture de pomme de terre dans la plaine du Haut-Chélif*. Thèse Doctorat en Science Agronomique, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach, Alger, p.
78. **TURNER S. J., 1996**- Population decline of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis*, *Globodera pallida*) in field soils in northern Ireland. *Annals of Applied Biology*, 129 (2): 315-322.

Tableau 01 : Dénombrement de kystes de *Globodera* (pleins, vides et total) dans les quatre parcelles étudiées

Commune	Parcelle	Nombre de kyste vide	Nombre de kyste plein	Totale de nombre de kyste	% de kyste vide	% de kyste plein	Œuf+Larve/200	Œuf+Larve/g
Ain Defla	R1	14	23	37	37,83	62,16	3506	17,53
	R2	22	28	50	44	56	4361	21,80
	R3	31	48	79	39,24	60,75	8630	43,15
	Moyennes	22,33	33,00	55,33	40,36	59,64	5499,00	27,49
	Ecart type	8,50	13,23	21,50	3,23	3,23	2745,02	13,73
El Amra	R1	25	32	57	43,85	56,14	6799	33,99
	R2	13	22	35	37,14	62,85	3807	19,03
	R3	16	20	36	36,11	55,55	3433	17,16
	Moyenne	18	24,67	42,67	39,03	58,18	4679,67	23,39
	Ecart type	6,24	6,43	12,42	4,20	4,06	1844,90	9,22
Mekhatria	R1	53	48	101	52,47	47,52	5798	28,99
	R2	42	61	103	40,77	59,22	11091	55,45
	R3	17	24	38	44,73	63,15	4577	22,88
	Moyenne	37,33	44,33	80,67	45,99	56,63	7155,33	35,77
	Ecart type	18,45	18,77	36,96	5,95	8,13	3462,63	17,31
Rouina	R1	12	19	31	38,70	61,29	2732	13,66
	R2	7	11	18	38,88	61,11	1542	7,71
	R3	12	13	25	48	52	1527	7,63
	Moyenne	10,33	14,33	24,67	41,86	58,13	1933,67	9,66
	Ecart type	2,89	4,16	6,51	5,32	5,31	691,42	3,46

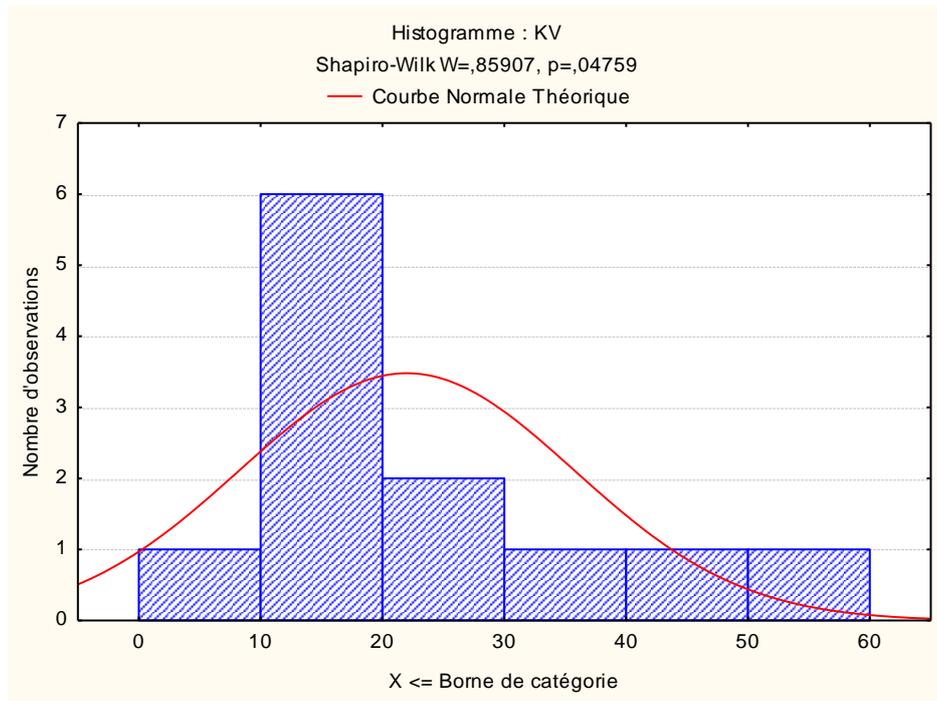


Figure 01 : Test de normalité (Shapiro- wilk) des résultats relatifs aux nombres kystes vides de *Globodera*

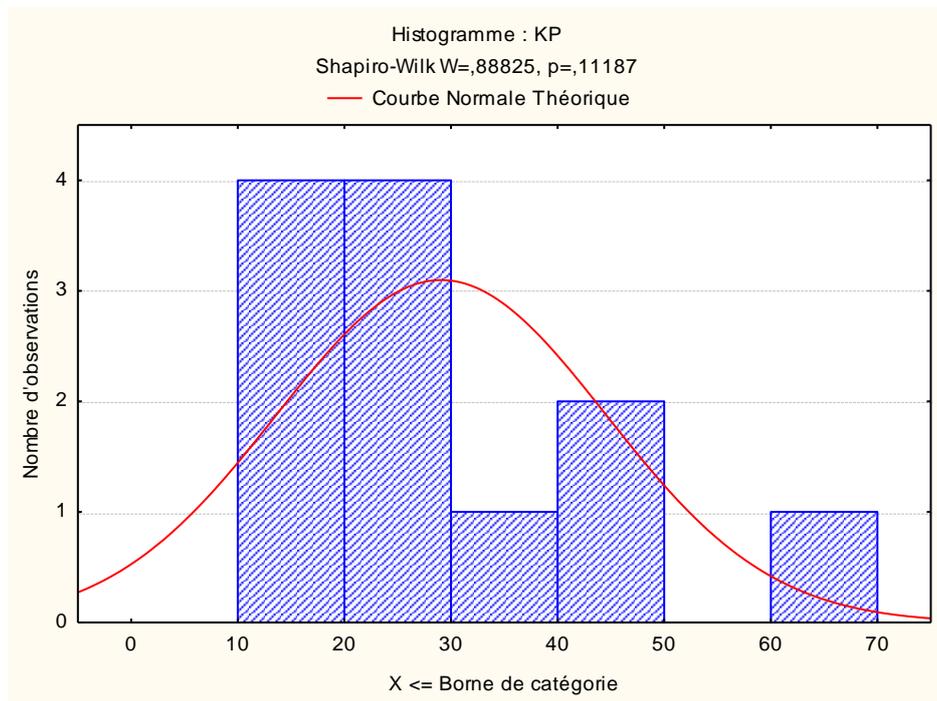


Figure 02 : Test de normalité (Shapiro- wilk) des résultats relatifs aux nombres kystes pleins de *Globodera*

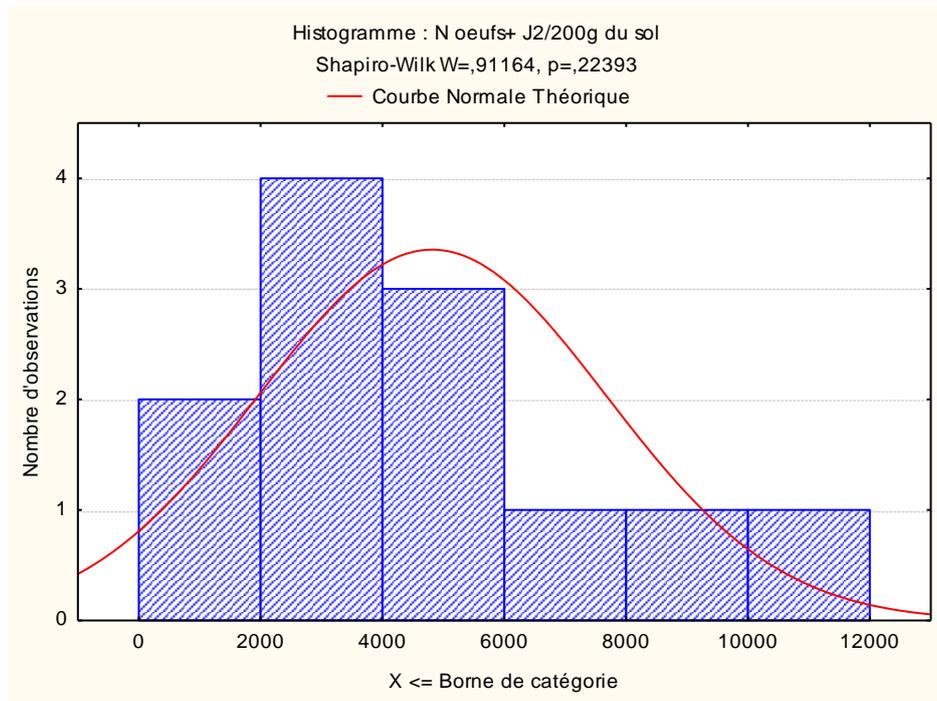


Figure 03: Test de normalité (Shapiro- wilk) des résultats relatifs aux 'œufs+J2/200 de *Globodera*

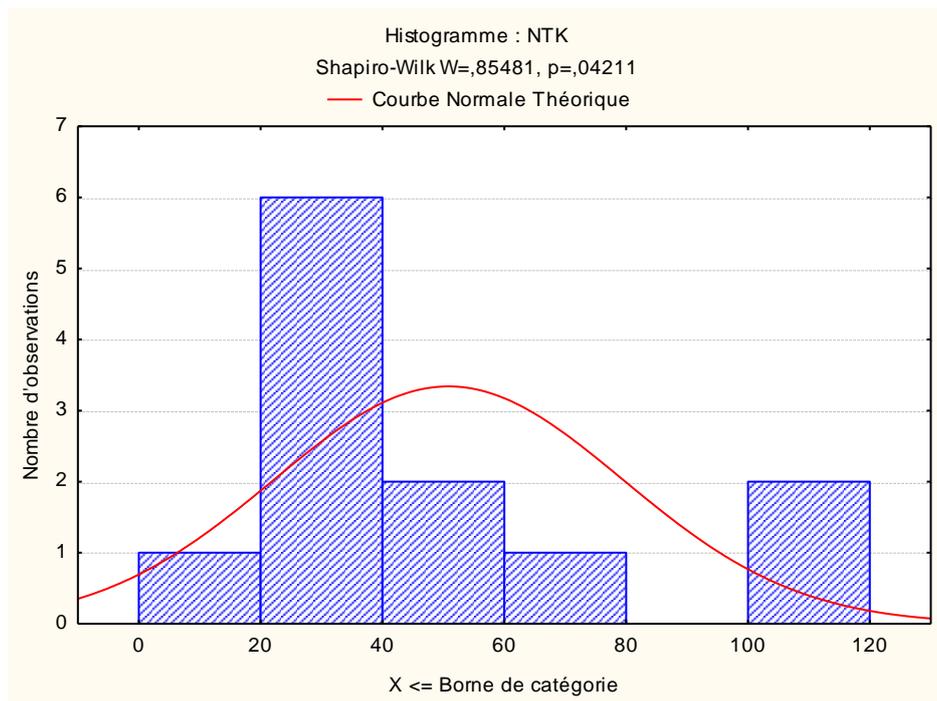


Figure 04 : Test de normalité (Shapiro- wilk) des résultats relatifs aux nombre total des kystes de *Globodera* .

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.....

Méthodes de lutte utilisées contre les nématodes

Lutte préventive

Rotation culturale Monoculture Polyculture Jachère Labour d'été

Désinfection du sol avant culture : Oui No

Nématicide utilisé :

Nom commercial.....Matière active

Dose.....

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

Plante nématocide Oui Non

Biofumigation Oui Non

Traitement du sol en cours de culture Oui Non

Produit utilisé :

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

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

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

Amendement

MinéralDose.....

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

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

Autres traitement

InsecticidesFréquence.....Effet nématocide Oui Non

Fongicides Fréquences..... Effet nématocide Oui Non

Herbicides Fréquence.....Effet nématocide Oui Non

Autres Fréquence..... Effet nématocide Oui Non

Résumé

Le présent travail consiste à une enquête auprès des exploitations agricoles sur les nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre dans la région d'Ain Defla. Il s'intéresse aussi à l'état d'infestation de quelques parcelles par ces parasites dans quatre communes de cette région.

Les résultats de l'enquête ont mis en évidence les causes principales de l'infestation par les nématodes *Globodera* sp. à savoir le faible niveau de formation des agriculteurs, le manque de la vulgarisation agricole et le mode de conduite de la culture inadéquat.

Les résultats des analyses nématologiques ont révélé que toutes les parcelles prospectées sont infestées et le seuil de nuisibilité a été dépassé dans 83,33% des parcelles.

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

Abstract

The present work consists to an investigation by the agricultural exploitations on potato cyst nematodes in Ain Defla region. It is also interested in the state of infestation of some parcels by these parasites in four townships of this region.

the nematodes with *Globodera* cysts of the potato in the region of Ain Defla. He/it is also interested in the state of infestation of some parcels by these parasites in four townships of this region.

The results of the investigation put in evidence the main reasons of the infestation by the nematodes *Globodera* sp. namely the low level of formation of the agriculturists, the lack of the agricultural vulgarization and the inadequate mode of conduct of the culture.

The results of the analyses nématologiques revealed that all prospected parcels are infested and the doorstep of damage threshold was exceeded in 83,33% of the parcels.

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

المخلص

هذا العمل يتضمن بحث اجري في بعض المستثمرات الفلاحية حول الديدان الخيطية ذات الأكياس *Globodera* المضررة بزرعة البطاطا في ولاية عين الدفلى . قمنا بدراسة حالة الإصابة في بعض القطع الأرضية تقع في أربع مناطق في هذه الولاية اظهرت نتائج البحث أن الأسباب الأساسية للإصابة بالديدان هي نقص تكوين الفلاحين و كذلك نقص الإرشاد لأفلاحي وكذا نمط التسيير الغير ملائم لزراعة البطاطا.

اظهرت نتائج التحليل النيماتولوجي أن حد الضرر قد فاق 83.33 % من القطع الأرضية المدروسة.

كلمة مفتاح : *Globodera*, بحث, البطاطا, درجة الإصابة