

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



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

Département: Sciences Agronomiques

Spécialité: Production Végétale

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

Spécialité : production végétale

Thème

Etat d'infestation de quelques parcelles par nématodes à kystes de la pomme de terre dans trois wilayas de l'ouest algérien

Présenté par :

M^{elle} GUTRANE Amina

Melle HAMMADI Chiraz

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

Président : Mme ABIDI L.

MCB

UDBKM

Promotrice : Mme TIRCHI N.

MCA

UDBKM

Examinatrice : Mme TABOUCHE A.

MAA

UDBKM

Examinatrice : Mme DJEBROUNE A.

MAA

UDBKM

Invité : Ricardo HOLGADO

Chercheur

NIBIO (Norvège)

Année universitaire : 2017-2018

Remerciements

Avant tout

Nous remercions Allah, c'est grâce à lui que nous avons accédé à ce niveau.

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.

Nos chaleureux remerciements à notre promotrice : Mme. TIRCHI N., pour son aide, son soutien moral et pour ses précieux conseils et orientations qu'elle nous a prodigué tout le long de ce travail de recherche.

Nous tenons également à remercier Mme. ABIDI L. d'avoir accepté de présider notre jury.

Nos remerciements vont également à Dr. Ricardo HOLGADO, chercheur à NIBIO l'Institut Norvégien de la Recherche Bioéconomique (Norwegian Institute of Bioeconomy Research), qui nous a honorées par sa présence.

Nous tenons à remercier chaleureusement et respectueusement Melle DJEBROUNE A. pour son aide, sa gentillesse, ses encouragements et sa bienveillance. Mais également d'avoir accepté d'examiner ce travail.

De même, nous remercions Mme TABOUCHE A. qui nous a honorées en acceptant d'être l'examinatrice de notre travail.

On remercie Melle. Wahiba Responsable du laboratoire de Nématologie.

On tient également à remercier toute la classe de 2^{ème} année Master de la spécialité Production Végétale.

En fin nous tenons à exprimer, nos remerciements à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

**Merci à tous et à
Toutes.**

Dédicace

Je remercie dieu de m'avoir inspiré ses connaissances et de m'avoir aidée à réaliser
ce travail

Avant tout, je dédie à :

A mes très chers parents *qui m'ont toujours encouragée à poursuivre mes études,*
pour arriver a cette étape. *Que Dieu les gardes en bonne santé.*

A ma très chère mère Lynda qui a été toujours présente avec beaucoup d'amour et
tendresse dans les moments les plus importants de ma vie.

A mon père Hamza : Merci mon père de m'avoir donné le soutien tout le temps, et
de m'avoir guidée et orientée tout au long de ce travail de recherche, avec tous mes
respects et ma reconnaissance pour les grands sacrifices consentis au service de la
famille.

A mon mari Houssam que j'aime très fort

*A mes fidèles compagnons dans les moments les plus délicats de cette vie
mystérieuse mes très chères sœurs: Kawter, Hiba et mon petit frère Zaki, les
prunelles de mes yeux*

Ma grande mère et mon grand père

*A mes très chers amis qui ont partagé avec moi les moments heureux et pénibles:
Zahia, Zineb, Rayhana, Nesrin, Farida, Hakima, Habiba, Ibtisem, Nawel, et mon
frère Abd Allah.*

Atoutes mes amies et mes collègues de cette promo

Une spéciale dédicace a mon binome Chiraz

Amina Guetrane

Liste des abréviations

FAO : Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture.

DSA: Direction des Services Agricoles.

INPV : Institut National de la Protection des Végétaux.

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

ITCMI: Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles.

µm : micromètre.

g : Gramme.

ha : Hectare.

% : Pour cent.

°C : degré Celsius.

Fig. : Figure

Qx : quintaux

G. : *Globodera*

R : répétition

Kp ; Kyste plain

Kv : Kyste vide

CM : carré moyen

DDL : Degré de liberté

EAC : Exploitation Agricole collective

EAI : Exploitation Agricole individuel

F : valeur de Fisher

J2 : Juvéniles

L2 : Larve

P : Probabilité

SCE : Somme de carrés des écarts.

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
1	Aspect phytosanitaire de la pomme de terre en Algérie. (Bouznade et al, 2008).	9
2	La différences entre les deux especes de nématodes à kystes de la pomme de terre (les parametres sont mesure en μm).(Turner et rowe, 2006)	17
3	Répartition géographique des nématodes <i>Globodera pallida</i> et <i>Globodera rostochiensis</i> dans le monde (OEPP/ EPPO, 1990).	21
4	Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% des variables étudiées en fonction des wilayas prospectées	44
5	Résultats du test Newman-Keuls au seuil 5% relatifs au degré d'infestation en fonction des wilayas prospectées.	45
6	Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% des variables étudiées en fonction des communes prospectées	45

Liste des figures

Numéro	Titre	Page
1	Morphologie de la plante de la pomme de terre.(FAO,2008)	5
2	Morphologies de la tubercule (SOLTNER, 1979).	6
3	Les étapes du développement de la culture de la pomme de terre (FAO, 2008).	8
4	valeur nutritionnelle pour 100 g de pomme de terre cuites et épluchées avant consommation (OSWALDO, 2010).	9
5	Principaux producteurs de la pomme de terre au monde en 2016 (FOA stat, 2018).	11
6	Evolution de production de la pomme de terre en algerie (MADR, 2014).	12
7	Adulte mâle d'un nématode à kyste de la pomme de terre (ITCMI, 2006).	14
8	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).	15
9	Kystes de <i>Globodera</i> sp. (BELAIR et LAPLANTE, 2007).	15
10	Le deuxième stade larvaire du Nématode à kyste de pomme de terre (RICHARD et SAWYER, 1972).	16
11	Cycle de développement des nématodes à kystes de la pomme de terre (CHAUVIN <i>et al.</i> , 2008).	19
12	Répartition géographique des nématode <i>Globodera pallida</i> et <i>Globodera.rostochiensis</i> dans le mande(E.P.P.O, 2006 in anonyme, 2011).	22
13	Limites géographiques de la région de Chlef (DSA 2017).	27
14	Limites géographiques de la région de Mostaganem (DSA 2017)	28
15	Limites géographiques de la région de Mascara (DSA 2017)	29
16	Méthode d'échantillonnage au niveau de chaque parcelle	31
17	Échantillonnage du sol (original).	31
18	Conditionnement des échantillons (original).	32
19	Séchage du sol (original).	32

.20	Pesage du sol (original)	33
21	Appareil de FENWICK (original).	34
22	Extraction des kystes (original).	34
23	La récupération de l'extrait (original).	35
24	Prélèvement des kystes sous une loupe binoculaire (original).	35
25	Ecrasement des kystes sous un microscope optique (G:x4). (original)	36
26	Kystes de <i>Globodera</i> pleins vu sous loupe binoculaire (G :4X10) (Original).	38
27	Kyste de <i>Globodera</i> écrasé libérant des œufs vu sous loupe binoculaire (G: 2X10) (Original).	38
28	Nombre moyens de kystes (vides, pleins et totaux) de <i>Globodera</i> dans les parcelles de la wilaya de Chlef.	40
29	Nombre moyen des kystes (vides, pleins et totaux) de <i>Globodera</i> dans les parcelles de la wilaya de Mostaganem.	41
30	Nombres moyens des kystes (vides, pleins et totaux) de <i>Globodera</i> dans les parcelles de la wilaya de Mascara.	42
31	Degrés d'infestation moyens dans les différentes des trois wilayas prospectées	43
32	Nombres moyens d'œufs et larves par kyste dans les différentes parcelles des trois wilayas prospectées.	44
33	Dendrogramme de classification hiérarchique des communes prospectées basées sur leur degree.	46

Introduction	1
Généralités sur la culture de la pomme de terre et leur plante hôte	
I.1. Généralités sur la culture de la pomme de terre	3
I.1.1. Origine de la pomme de Terre	3
I.1.2. Classification	3
I.1.3. Description botanique	3
I.1.3.1. Partie aérienne	4
I.1.3.2. Partie souterraine	4
I.1.4. Structure du tubercule	5
I.1.4.1. Structure externe du tubercule	5
I.1.4.2. Structure interne du tubercule	5
I.1.5. Cycle de reproduction et physiologie	6
I.1.5.1. Cycle sexué	6
I.1.5.2. Cycle végétatif	7
I.1.5.2.1. Dormance	7
I.1.5.2.2. Germination	7
I.1.5.2.3. Levée	7
I.1.5.2.4. Tubérisation	7
I.1.6. La valeur nutritionnelle de la pomme de terre	8
I.1.7. Aspect phytosanitaire de la pomme de terre en Algérie	9
I.1.8. Importances économique de la culture de pomme de terre	10
I.1.8.1. Dans le monde	10
I.1.8.2. En Algérie	11
I.2. Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre	13
I.2.1. Position systématique et principales espèces	13
I.2.1.1. Position systématique	13
I.2.1.2. Principales espèces	13
I.2.2. Caractères morphologiques	14
I.2.2.1. Les mâles	14
I.2.2.2. La femelle	14

I.2.2.3. Les kystes	15
I.2.2.4. La larve	16
I.2.2.5. Distinction entre <i>Globodera rostochiensis</i> et <i>Globodera pallida</i>	16
I.2.3. Cycle de développement	17
I.2.4. Facteurs influençant la densité des populations des nématodes	19
I.2.4.1. Facteurs abiotiques	19
I.2.4.1.1. Le climat	19
I.2.4.1.2. Les facteurs édaphiques	20
I.2.4.2. Facteurs biotiques	20
I.2.5. Distribution géographique dans le monde et en Algérie	20
I.2.5.1. Dans le monde	20
I.2.5.2. En Algérie	23
I.2.6. Méthodes de lutte	23
I.2.6.1. Méthodes culturales	23
I.2.6.2. Lutte physique	24
I.2.6.3. Lutte biologique	24
I.2.6.4. Lutte chimique	25
I.2.6.5. Lutte intégrée	25
Chapitre II: Matériel et méthodes	
II.1. Objectif de l'étude	26
II.2 Présentation des régions d'études	26
II.2.1. Wilaya de Chlef	26
II.2.1.1. Situation géographique	26
II.2.1.2. Limites géographiques de la wilaya	26
II.2.1.3. Climat	27
II.2.2. Wilaya de Mostaganem	27
II.2.2.1. Situation géographique	27
II.2.2.2. Limites géographiques de la wilaya	27
II.2.2.3. Climat	27
II.2.3. Wilaya de Mascara	29

II.2.3.1.. Situation géographique	29
II.2.3.2. Limites géographiques de la wilaya	29
II.2.3.3. Climat	30
II.2.3.4. Caractéristiques du sol	30
II.3. Etat d'infestation de quelques parcelles cultivées en pomme de terre par les nématodes à kyste de genre <i>Globodera</i> dans les trois wilayas prospectées	30
II.3.1. Analyse nématologique	30
II.3.1.1. Echantillonnage	30
II.3.1.2. Séchage du sol	32
II.3.1.3. Pesage	33
II.3.1.4. Extraction des kystes	33
II.4. Mode Opérateur	34
II.4.1. Récupération et prélèvement des kystes	35
II.4.1.1. Récupération de l'extrait	35
II.4.1.2. Prélèvement des kystes	35
II.5. Dénombrement des kystes, des œufs et juvéniles contenus dans les kystes	36
II.5.1. Dénombrement des kystes	36
II.5.2. Dénombrement des œufs et des larves	36
II.6. Analyse statistique des résultats	36
Chapitre III : Résultats et discussion	
III.1. Résultats	38
III.1.1. Les caractères morphologiques des kystes	38
III.1.2. Importance de l'infestation par les <i>Globodera</i> dans les différentes wilayas	39
III.1.2.1. Dénombrement des kystes de <i>Globodera</i>	39
III.1.2.2. Degré d'infestation dans les différentes parcelles des trois wilayas prospectées	42
III.1.2.3. Nombre d'œufs et larves par kyste	43
III.1.2.4. Analyse statistique des données	44

III.1.2.4.1. Variabilité en fonction des wilayas prospectées	44
• Test de Newman-Keuls	45
III.1.2.4.2. Variabilité en fonction des communes prospectées	45
• Classification hiérarchique des communes prospectées dans les trois wilayas en fonction de leur degré d'infestation	46
III. 2. Discussion	47
Conclusion	50
Références bibliographiques	52
Annexes	

Introduction générale

Introduction générale

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) appartient à la famille des Solanacées et au genre *Solanum* (Quezel et Santa, 1963), comprend 1000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses (Dore et al, 2006 ; Hawkes, 1990). On pensait autrefois que la pomme de terre était issue d'une plante sauvage unique, l'espèce *S. tuberosum*, Dès 1929, les botanistes avaient montré que cette origine était plus complexe et que l'on retrouvait parmi les ancêtres des espèces de pomme de terre cultivées, des plantes sauvages différentes (Rousselle et al., 1992; Dore et al., 2006).

La pomme de terre est la quatrième culture la plus importante dans le monde après le riz, le maïs et le blé. Elle est largement répandue dans le monde. La production est répartie entre 152 pays producteurs de la pomme de terre dans une surface de 20 millions d'hectares (FAO, 2013 in Djebbour, 2015).

En Algérie la pomme de terre occupe une place extrêmement importante par rapport aux autres cultures maraîchères. Elle est cultivée sur la cote méditerranéenne, qui jouit d'un climat tempéré propice à sa culture tout au long de l'année. On en trouve aussi à 500 mètres, sur les montagnes et les vallées entre la cote et les monts Atlas ainsi que sur les hauts plateaux (FAO, 2008). Actuellement, cette culture est conduite aussi au Sahara où sa production a été initiée il y'a une vingtaine d'années (ITCMI, 2013). L'Algérie est un des plus grands producteurs en Afrique (FAOSTAT, 2012). En 2016, la superficie réservée à la pomme de terre a été de 156 196 ha produisant 4.5 million de tonne (FAOSTAT, 2018).

La culture de pomme de terre est sujette à plusieurs maladies et ravageurs, dont les nématodes du genre *Globodera*. Ils sont des ravageurs dommageables (Chauvin et al., 2008 ; Schneider et Megniery, 1971). Ces parasites sont d'une très grande importance économique. En effet, les deux espèces appartenant à ce genre, *G. rostochiensis* et *G. pallida*, provoquent des dégâts considérables sur la culture de pomme de terre et elles sont inscrites dans la quasi-totalité des pays du monde sur la liste des parasites de quarantaines dont la lutte est obligatoire (INPV, 2009).

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). Afin de contribuer à la lutte contre ces parasites, nous avons effectué une étude dans trois wilayas de l'ouest algérien dont l'objectif est de d'évaluer l'état d'infestation de quelques parcelles cultivées en pomme de terre par ces

Introduction générale

nématodes et mettre en évidence les facteurs qui peuvent contribuer à leur développement dans ces régions.

Notre travail contient trois chapitres, premièrement nous présenterons quelques données bibliographiques sur la pomme de terre et les nématodes à kystes du genre *Globodera* qui s'attaquent à cette culture. Dans le deuxième chapitre nous présenterons le matériel et les méthodes utilisés pour la réalisation de cette étude et enfin, le troisième chapitre est consacré à la présentation des résultats obtenus et leur discussion et nous terminerons avec une conclusion générale.

Chapitre I
Généralités sur les
nématodes à kystes de la
pomme de terre et leur
plante hôte

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

Chapitre I : Généralités sur la culture de la pomme de terre et leur plante hôte

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

I.1.1. Origine de la pomme de terre

La pomme de terre est cultivée dans le monde depuis longtemps ; sa présence dans les pays andins et plus particulièrement près du Littoral du Pérou, d'où elle est originaire, date d'environ 9000 ans avant J.C. (**Spire et Rousselle, 1996**). Son introduction en Europe est probablement en quelques années avant la fin du XVI^{ème} siècle et ceci par deux entrées; la première l'Espagne vers 1570 et la seconde les îles Britanniques (1588-1593) (**Rousselle et al., 1996**).

En Algérie, la pomme de terre a probablement été introduite une première fois au XVI^{ème} siècle par les Maures andalous qui ont propagé les autres cultures dans la région: tomate, poivron, maïs, tabac... puis elle est tombée dans l'oubli n'ayant pas suscité d'intérêt. (**Meziane, 1991**).

I.1.2. Classification

Selon (**Hawkes, 1990**) la place de la pomme de terre dans le règne végétal est:

Ordre: Solanales

Famille: Solanaceae

Genre: *Solanum*

Section: *Petota*

Série: *Tuberosa*

Espèce: *Solanum tuberosum* L.

I.1.3. Description botanique

La plante comporte à la fois des tiges aériennes et des tiges souterraines (**Figure 01**). C'est une plante à fleurs gamopétales, dicotylédones. Son port est plus ou moins dressé suivant les variétés (**Darpoux et Dubelley, 1967**).

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

Il est intéressant de signaler que les caractéristiques botaniques et morphologiques que nous allons examiner subissent d'importantes variations, liées en particulier au facteur variétal mais aussi aux conditions climatiques et aux techniques culturales (**Grison, 1983**).

I.1.3.1. Partie aérienne

Une touffe de pomme de terre comprend un nombre plus ou moins élevé de tiges principales d'abord dressées mais qui, avec l'âge, peuvent rester dressées ou devenir partiellement ou totalement rampantes, donnant à la plante un port plus ou moins étalé. (**Bourahla, 2007**).

Certaines fleurs sont souvent stériles. La production de fruits est généralement rare parfois nulle. On connaît des variétés de pommes de terre qui fleurissent abondamment mais qui ne fructifient pas (**Soltner, 1988**).

I.1.3.2. Partie souterraine

Le système souterrain représente la partie la plus intéressante de la plante puisqu'on y trouve les tubercules qui confèrent à la pomme de terre sa valeur alimentaire. L'appareil souterrain comprend le tubercule mère desséché et des tiges souterraines ou stolons (**Bernhards, 1998**).

Les racines prennent naissance sur différentes parties: au niveau des nœuds enterrés des tiges feuillées, au niveau des nœuds des stolons ou encore au niveau des yeux du tubercule. (**Boufares, 2012**).

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

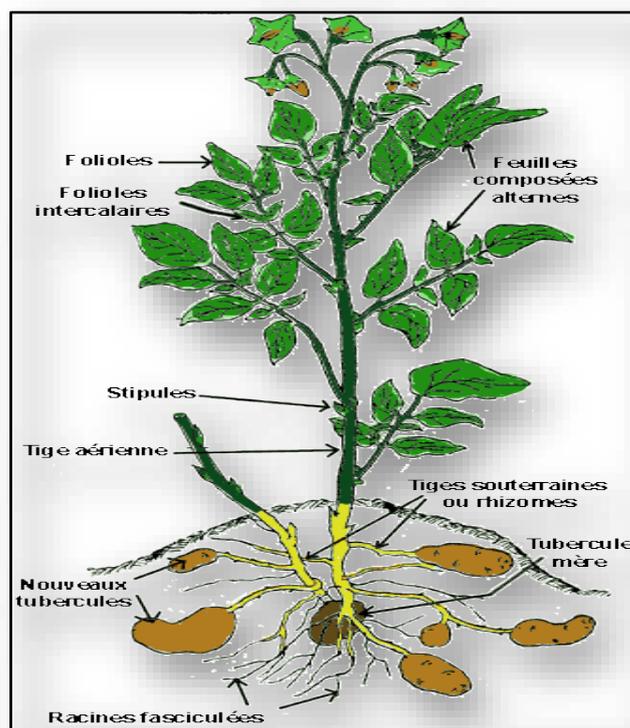


Figure 01: Morphologie de la plante de la pomme de terre (FAO, 2008).

I.1.4. Structure du tubercule

I.1.4.1. Structure externe du tubercule

A l'extrémité apicale du tubercule ou couronne, se trouve le bourgeon terminal ou apical tandis qu'à l'opposé, du côté proximal, se trouve le point d'attache du stolon, l'ombilic. Les yeux se disposent régulièrement sur le tubercule suivant une phyllotaxie spiralée, correspondant à l'emplacement des bourgeons axillaires. Des lenticelles parcourent la surface du tubercule et jouent un rôle essentiel dans la respiration du tubercule (Rousselle et al., 1996).

I.1.4.2. Structure interne du tubercule

En coupe longitudinale d'un tubercule mature (Figure 02), on distingue de l'extérieur vers l'intérieur: le péri derme, le cortex ou parenchyme corticale, l'anneau vasculaire composé des phloèmes externes, xylèmes et des parenchymes vasculaires. On peut également remarquer la zone péri médullaire ou parenchyme péri médullaire contenant le phloème interne et externe et enfin, la moelle ou parenchyme médullaire (Rousselle et al. 1996).

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

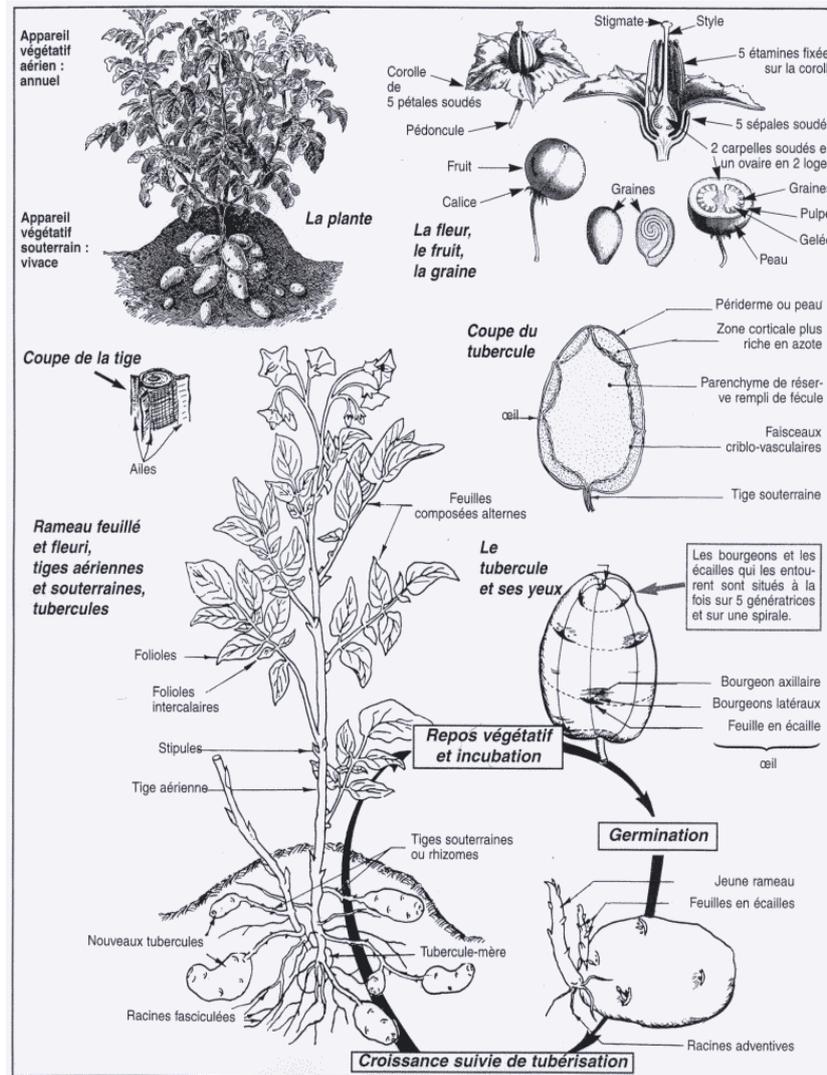


Figure 02: morphologiques de la tubercule (Soltner, 1979).

I.1.5. Cycle de reproduction et physiologie

I.5.1. Cycle sexué

La pomme de terre est très peu reproduite par graines dans la pratique agricole, cependant la graine est un outil de création variétale (Soltner, 2005). Le fruit est sphérique ou ovoïde de 3 centimètres de diamètre, il contient généralement plusieurs dizaines de graines (Bernhards, 1998) et peut contenir jusqu'à 200 grains (Rousselle et al., 1992).

La germination est épigée et les cotylédons sont portés-dessus du sol par le développement de l'hypo cotyle. En conditions favorables, quand la jeune plante a seulement

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

quelques centimètres de hauteur, les stolons commencent à se développer d'abord au niveau des cotylédons puis aux aisselles situées au dessus, et s'enfoncent dans le sol pour donner des tubercules (**Bernhards, 1998**).

I.1.5.2. Cycle végétatif

I.1.5.2.1. Dormance

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

I.1.5.2.2. Germination

A la fin du repos végétatif, le germe rentre en croissance s'il n'y a pas dormance induite par les conditions du milieu (**Madec, 1966**).

Madec et Perennec (1962) ont dénommé stade d'incubation, le stade de tubérisation des germes, et la période (phase) d'incubation, le temps s'écoulant entre le départ de la germination et la formation des nouvelles ébauches du tubercule par les germes.

I.1.5.2.3. Levée

La formation des premières tiges aériennes avec apparition des premières feuilles au même temps que les racines commencent leur élongation et leur ramification (**Grisson, 1983**). Pendant cette période, la plante est dépendante des réserves du tubercule mère.

I.1.5.2.4. Tubérisation

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

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

cours de la sénescence du feuillage (Bernhards, 1998). Le cycle végétatif de la pomme de terre est représenté dans (figure 03).

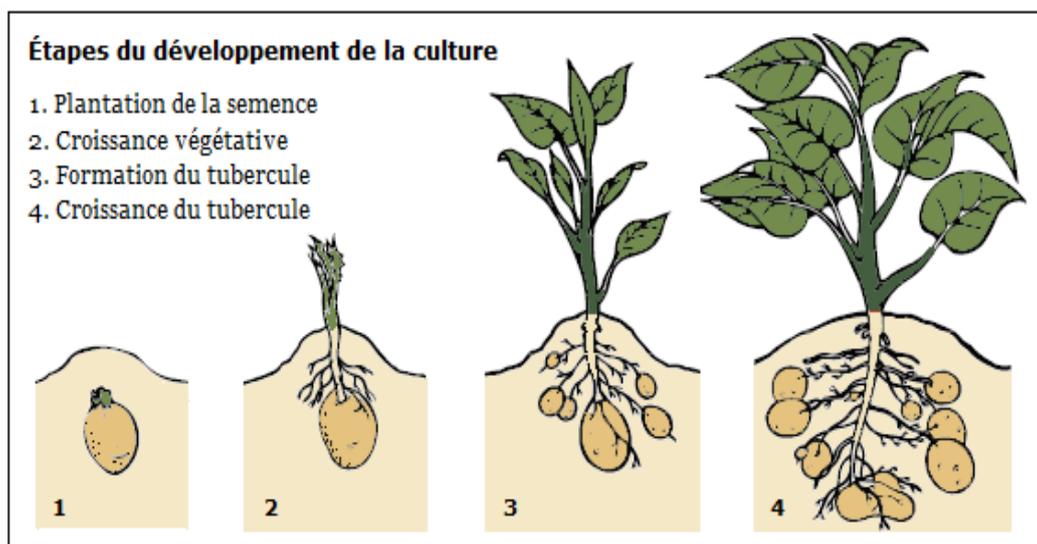


Figure 03: Les étapes du développement de la culture de la pomme de terre (FAO, 2008).

I.1.6. La valeur nutritionnelle de la pomme de terre

La pomme de terre a une valeur nutritionnelle très satisfaisante. En effet, elle apporte des vitamines, des oligoéléments et autres minéraux qui sont nécessaires à une alimentation saine et équilibrée. La pomme de terre représente une bonne source d'énergie grâce à l'amidon renfermé dans son tubercule. Elle a donc une haute teneur en glucides. En effet, dans l'environnement de 20% de sa matière sèche, on trouve 60% à 80% d'amidon. Elle contient environ 90 kcal pour 100 g.

La quantité de protéines apportée par la pomme de terre est faible, mais de bonne qualité. Elle contient que des traces de lipides mais est riche en micronutriments, en particulier en vitamine C. La pomme de terre est une source modérée de fer et sa forte teneur en vitamine C en favorise l'absorption.

C'est une bonne source de vitamine B1, B3, et B6 et de sels minéraux comme le potassium, le phosphore et le magnésium. Elle contient aussi des vitamines B9, B5 et B2. La pomme de terre renferme, par ailleurs, des antioxydants utiles dans la prévention de maladies liées au vieillissement, et des fibres alimentaires essentielles au métabolisme (Oswaldo,

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

2010). La valeur nutritionnelle pour 100 g de la pomme de terre cuites et épluchées avant consommation est représentée dans la **Figure 04**.

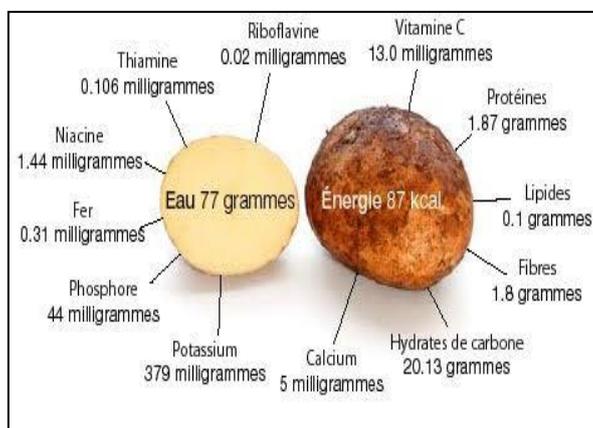


Figure 04: Valeur nutritionnelle pour 100 g de pomme de terre cuites et épluchées avant consommation (Oswaldo, 2010).

I.1.7. L'aspect phytosanitaire de la pomme de terre en Algérie

La pomme de terre est sujette à plusieurs maladies et ravageurs qui causent d'importants dégâts quantitatifs. Selon (Bouznad et al., 2008). Les principales maladies et ravageurs de la pomme de terre et leurs agent causaux sont résumés dans le (tableau 01).

Tableau 01: Aspect phytosanitaire de la pomme de terre en Algérie (Bouznade et al., 2008).

Maladies	Agent Causal	Symptômes
Maladies fongiques		
Le mildiou de la pomme de terre	<i>Phytophthora infestans</i> (Mont) de Barry	<ul style="list-style-type: none"> - Des taches foliaires avec bordure jaune et feutrage blanc à la face des feuilles. - Des nécroses des feuilles et des tiges. - Des pourritures sur tubercules.
L'alternariose de la pomme de terre	<i>Alternaria solani</i> <i>Alternaria alternata</i> (Fr) <i>keissel</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Des lésions typiques avec taches nécrotiques en anneaux concentriques et halo jaunâtre. - Des pourritures sèches sur tubercules.
Maladies bactériennes		
La jambe noire et pourriture molle de la pomme de terre	<i>Erwinia carotovora sub sp atroseptica</i> van hall <i>Erwinia carotovora sub sp carotovora</i> Johns, 1901.	<ul style="list-style-type: none"> - Sur feuillages, nécroses plus ou moins sèches - Pourriture humide à la base des tiges, jaunissement, flétrissement et /ou enroulement du feuillage.

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

		- Sur tubercule pourriture molle interne.
Les pourritures brunes de la pomme de terre	<i>Rolstonia solanacetun</i> Smith, 1896	- Flétrissement de la plante. - Pourriture brune de l'anneau vasculaire. - Présence d'un mucus blanchâtre.
Les pourritures annulaires de la pomme de terre.	<i>Clavibacter michigamensis</i> <i>sub sp sepedonicus</i> speckermann et kottof, 1914.	- Flétrissement de la plante. - Pourriture de l'anneau vasculaire avec nécrose.
Gale commune de la pomme de terre.	<i>Streptomyces scabies</i> Thaxter, 1992	- Développement de lésions superficielles ou profondes, parfois ces lésions couvrent la surface entière du tubercule.
Maladie virales		
La mosaïque plane de la pomme de terre.	Virus X de la pomme de terre (PVX)	- Des mosaïques planes ou bénignes.
Le virus de la pomme de terre.	Virus Y de la pomme de terre (PVYNTN)	- Des mosaïques accompagnées de nécroses foliaires, de jaunissement et de flétrissement des feuilles et parfois de la mort prématurée des plantes.
Les viroses de la pomme de terre.	Virus A de la pomme de terre (PVA). Virus S de la pomme de terre (PVS). Virus M de la pomme de terre (PVM).	- Déformation, enroulement et rigidité des feuilles ou encore un nanisme de la plante. Sur le tubercule nécroses superficielles par PVY ntm.
Maladies dues aux ravageurs.		
La teigne de la pomme de terre.	<i>Phthorimaea operculella</i>	- Les feuilles se fanent.
Maladies dues aux nematodes		
Nématode à kyste de la pomme de terre	<i>Globodera rostochiensis</i> <i>Globodera pallida</i>	- Flétrissement et mort de la plante.

I.1.8. Importance économique de la culture de pomme de terre

I.1.8.1. Dans le monde

La pomme de terre est une plante d'importance économique dans le monde entier. Les cultivateurs produisent environ 325 millions de tonnes de pomme de terre annuellement.

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

Alors que la production était de 100 millions de tonnes dans les années 90 et de 30 millions de tonnes dans les années 60.

2013, la Chine figure toujours comme premier producteur mondial de la pomme de terre suivie de l'Inde, la Russie, l'Ukraine et les États-Unis (FAOST, 2014). Les principaux producteurs de la pomme de terre au monde en 2016 sont présentés dans la Figure 05.

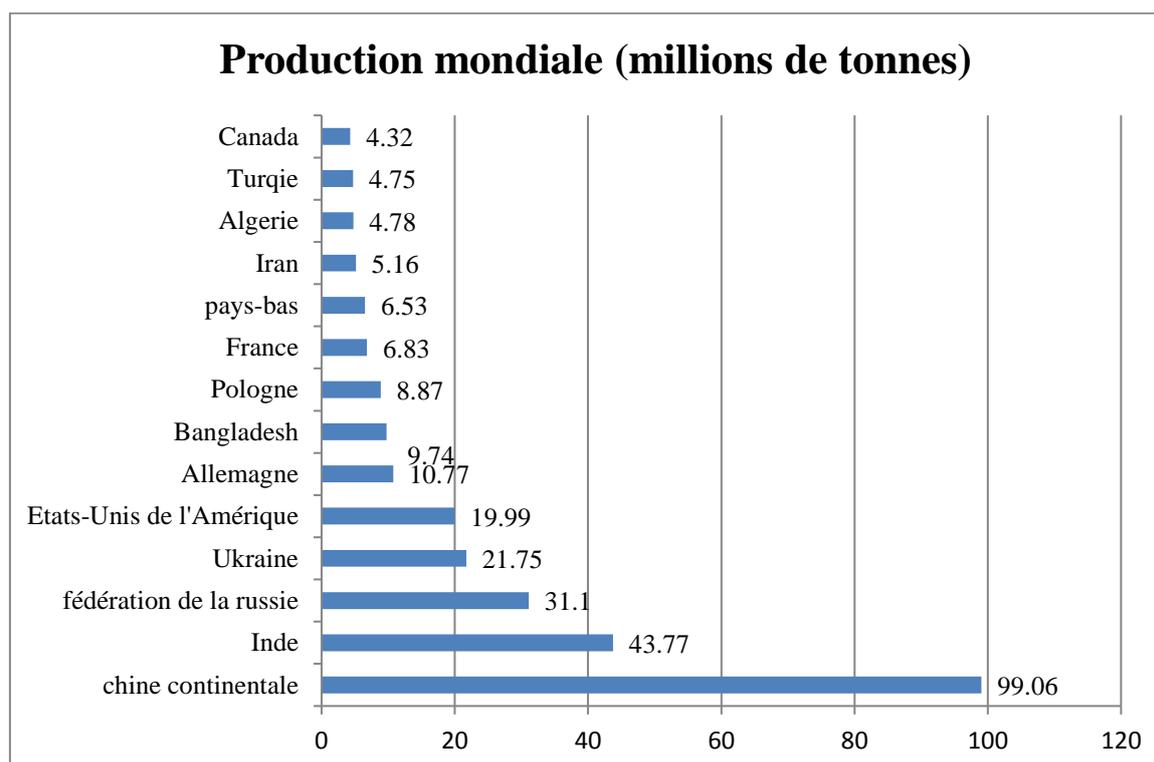


Figure 05: Principaux producteurs de la pomme de terre au monde en 2016 (FOA stat, 2018).

I.1.8.2. En Algérie

En Algérie, la pomme de terre occupe une place extrêmement importante par rapport aux autres cultures maraîchères. Elle représente actuellement 38 % de la superficie cultivée en cultures maraîchères et 30 % de la production totale (ITCMI, 2004 in Zine, 2009).

La pomme de terre est l'un des aliments de base le plus consommé en Algérie, cette spéculation occupe la deuxième place après le blé (Amirouche, 2009). La consommation annuelle, qui était de 35 kg/par habitant en 1990, est passée à 57 kg en 2005. (FAO, 2009). Arrivant à une consommation moyenne de 60 kg/habitant /an (Noued, 2009). La pomme de terre est surtout cultivée sur la côte méditerranéenne, qui jouit d'un climat tempéré propice à

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

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 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 productrice de pomme de terre au niveau national avec un taux de 27% de la production nationale (**DSA d'Ain Defla, 2012**).

En 2013, l'Algérie a occupé la deuxième place, après l'Égypte, dans la production de la pomme de terre en Afrique. La production nationale durant la décennie (2003-2013) a augmenté de 1 879 918 tonnes en 2003 à 4 400 000 tonnes en 2013 pour une augmentation de la surface cultivée de 88 660 hectares en 2003 à 140 hectares en 2013.

La **figure 06** présente l'évolution de la production de la pomme de terre en 2013 de 2006 à 2013.

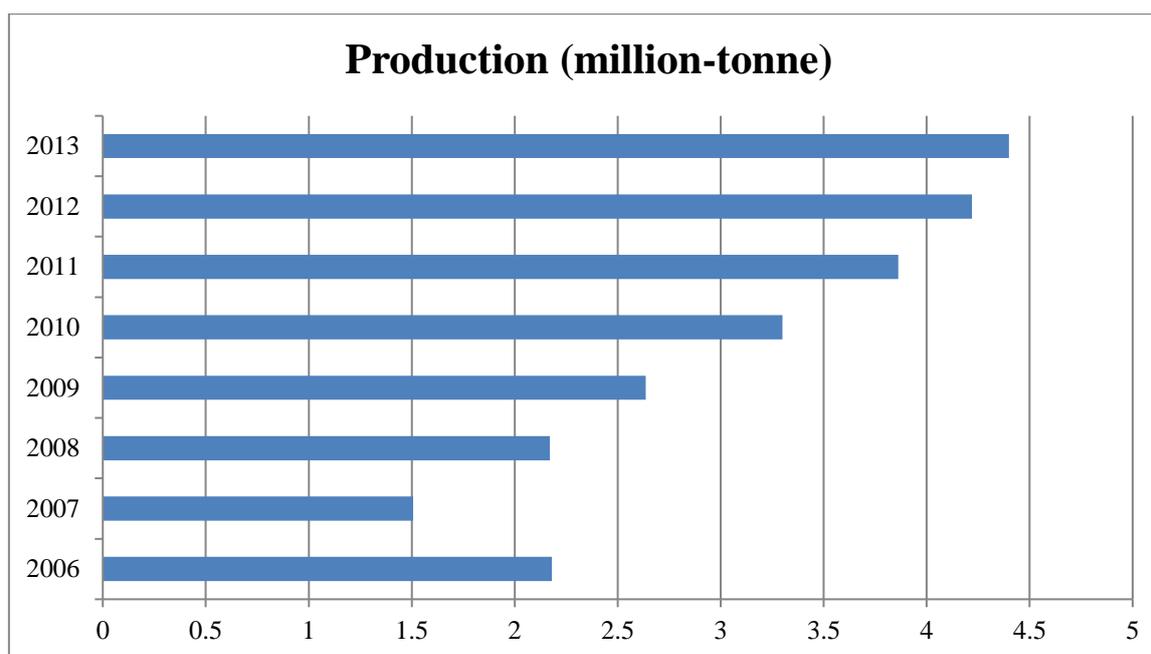


Figure 06 : Evolution de production de la pomme de terre en Algérie (**MADR, 2014**).

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

I.2. Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre

Les nématodes à kystes *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).

I.2.1. Position systématique et principales espèces

I.2.1.1. Position systématique

La classification que nous avons retenue est celle de (Stone, 1977)

Embranchement: Nematelminthes

Classe: Secernentea

Sous classe: Nematoda

Ordre: Tylenchida

S/ordre: Tylenchida

Super famille: Heteroderidea

Famille: Heteroderidae

Sous famille: Heteroderinae

Genre: *Globodera*

Espèce: *Globodera rostochiensis*, *Globodera pallida*

I.2.1.2. Principales espèces

Deux espèces appartenant au genre *Globodera* parasitent la pomme de terre: *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) (Behrens, 1975)

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

Synonymes: *Heterodera pallida* Stone *Heterodera rostochiensis* Wollenweber

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

Nématode blanc de la pomme de terre (français).

I.2.2. Caractères morphologiques

Globodera rostochiensis et *Globodera pallida* sont des endoparasites sédentaires des racines, caractérisés par un dimorphisme sexuel des adultes (**Schneider et Mugniery, 1971**).

I.2.2.1. Les mâles

Les mâles sont filiformes, mobiles et atteignent 1 mm de long. (**Figure 07**)



Figure 07: Adulte mâle d'un nématode à kyste de la pomme de terre (**ITCMI, 2006**).

I.2.2.2. La femelle

La femelle a un corps cylindrique avec un cou en saillie, de couleur jaune puis brune pour *Globodera rostochiensis* (**figure 08. A**) et blanche puis brune pour *Globodera pallida* (**figure 07. B**) avec un diamètre d'environ 450 μm . La plus importante différence entre les deux espèces se situe au niveau de la zone périnéale.

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte



Figure 08: Femelle de *Globodera rostochiensis* (A) et *G. pallida* (B) sur les racines de pomme de terre (Stuart *et al.*, 2008).

I.2.2.3. 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 09).



Figure 09: Kystes de *Globodera* sp. (Belair et Laplante, 2007).

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

I.2.2.4. La larve

Le deuxième stade larvaire du nématode à kyste de la pomme de terre a une morphologie caractéristique. Ce stade, qui ne peut être étudié qu'à l'aide d'un microscope, ressemble typiquement à un ver rond allongé et filiforme avec deux extrémités effilées et annulaires. La longueur du corps est comprise entre 440 à 470 μm (Schneider et Mugniery, 1971) (Figure 10).

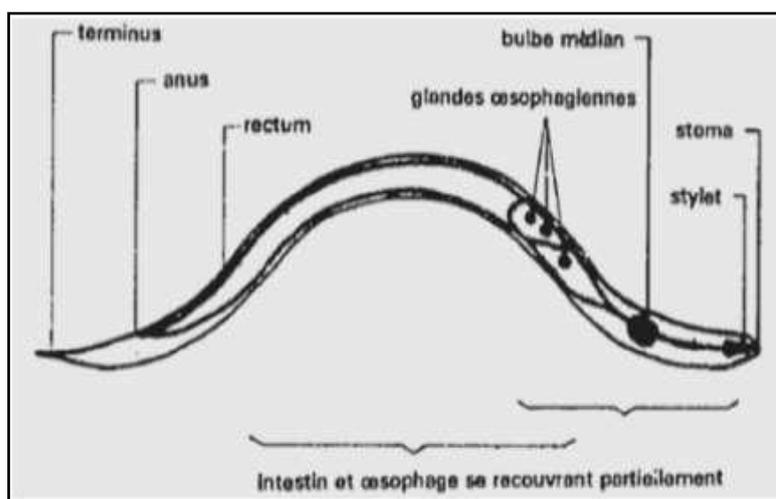


Figure 10: le deuxième stade larvaire du nématode à kyste de pomme de terre (Richard et Sawyer, 1972).

I.2.2.5. Distinction entre *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*

Malgré les grandes similitudes morphologiques et biologiques des *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida* (Tableau 02), elles sont deux espèces distinctes (Stone, 1972). La distinction entre ces deux espèces se fait sur la base des caractères morphologiques et morphométriques, à partir d'observations effectuées sur les kystes et sur les juvéniles. Mais le caractère le plus important dans la différenciation entre ces deux espèces c'est le nombre de rides entre l'anus et la fenestre vulvaire (Greco, 1988). Toutefois, le statut spécifique de ces deux espèces a été confirmé par la démonstration de leur non-interfécondité après hybridation in vitro (Mugniery, 1979).

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

Tableau 02: la différence entre les deux espèces de nématodes à kystes de la pomme de terre (les paramètres sont mesurés en μm) (Turner et Rowe, 2006).

Paramètre	<i>Globodera rostochiensis</i>	<i>Globodera pallid</i>
Longueur du corps des larves L2	468(445-500)	486(450-510)
Longueur du stylet	21,8(19,0-22,8)	23,8(22,0-24,4)
Largeur et forme des boutons basaux du stylet	3,5-4,5 arrondis	4,0-4,5 robuste, carre crochu
Longueur de la vraie queue	43,9(37,0-47,0)	51,1 (45,0-55,0)
La longueur de l'hyaline sur l'exterminé de la queue	26,5 (21,0-31,0)	26,4 (23,0-29,0)
Distance entre l'anus et la bordure des fenestres	66 (50,0-77,0)	45 (35,0-55,0)
Diamètre du bassin vulvaire	Généralement <19,0	Généralement 19,0
Nombre de rides entre l'anus et les fenestres vulvaires	Généralement <14	Généralement <14
Ration de Graek (distance anus-vulve /distance fenestre-vulve)	3,2	<3,0

I.2.3. Cycle de développement

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 11**. Les juvéniles de deuxième stade (J2) des nématodes à kystes 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.

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

Une sécrétion fluide, provenant des glandes oesophagiennes 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 entraînent la formation d'une cellule géante multinucléée, à cytoplasme dense, appelée 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 morte. 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,

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

présence de certains gènes de résistance), un plus grand nombre de mâles se développent (Mugniery, 1996).

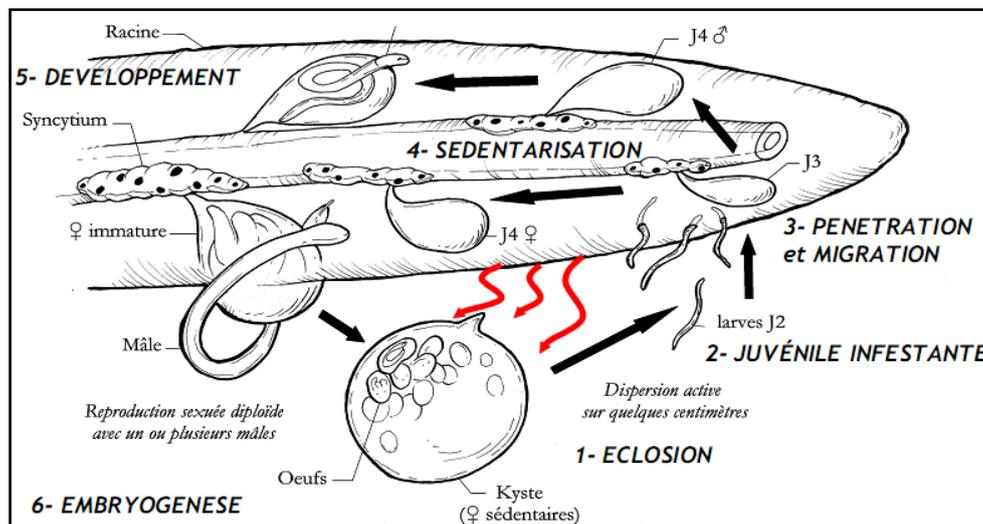


Figure 11: Cycle de développement des nématodes à kystes de la pomme de terre (Chauvin *et al*, 2008).

I.2.4. Facteurs influençant la densité des populations des 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).

I.2.4.1. Facteurs abiotiques

I.2.4.1.1. Le climat

Le climat joue un rôle important dans l'évolution de 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'à 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 la vigueur de la plante, et sur

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

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 (**Scheinder et Mugniery, 1971**).

- **L'humidité:** L'humidité est le principal facteur influençant la dynamique des populations des nématodes (**Richard et Sawyer, 1972**).

I.2.4.1.2. Les facteurs édaphiques

- **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
- **La composition chimique du sol:** Elle paraît avoir peu d'effet direct sur l'activité du nématode. Par contre, toute carence, quelle qu'elle dans le sol est plus élevée (**Schneider et Mugniery, 1971**), 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**).

I.2.4.2. 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 infestantes situées dans les kystes, éclosion moins forte avec *Globodera pallida* que chez *Globodera rostochiensis* (**Rousselle et al., 1996**).

I.2.5. Distribution géographique dans le monde et en Algérie

I.2.5.1. Dans le monde

Après la découverte du nématode doré de la pomme de terre en Amérique du sud et décrit comme *Heterodera rostochiensis*. Cette espèce a été signalée dans la plupart des pays

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

de l'Europe (Turner, 1996). La répartition actuelle de *Globodera* comprend les zones tempérées jusqu'au niveau de la mer et des zones tropicales à des altitudes supérieures (Figure 12).

A l'intérieur de ces zones, la répartition est liée à celle de la culture de pomme de terre (CABI et OEPP, 1990).

Les deux espèces de *Globodera* diffèrent dans leurs exigences ce qui affecte leurs distributions géographiques dans le monde (Moxnes et Hausken, 2007).

La répartition des deux espèces des nématodes à kystes de la pomme de terre dans le monde (D'après OEPP/EPPO, 1990), est présentée dans le **tableau 03**.

Tableau 03: Répartition géographique des nématodes *Globodera pallida* et *Globodera rostochiensis* dans le monde (OEPP/ EPPO, 1990).

<i>Globodera rostochiensis</i> OEPP	<i>Globodera pallida</i> OEPP
Albanie , Algérie, Allemagne, Autriche, Belarus, Belgique, Bulgarie, Chypre, Danemark, Egypte, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Iles Féroé, Islande, Irlande, Lettonie, Liban, Lituanie, Luxembourg, Malte, Maroc, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Russie, Slovaquie , Suède, Suisse, Tunisie, Ukraine, Yougoslavie.	Algérie, Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Espagne, France, Grèce, Irlande, Islande, iles Féroé, Italie, Luxembourg, malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Royaume-Uni, Russie, Slovaquie, Suède, Suisse, Tunisie, yougoslavie.

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

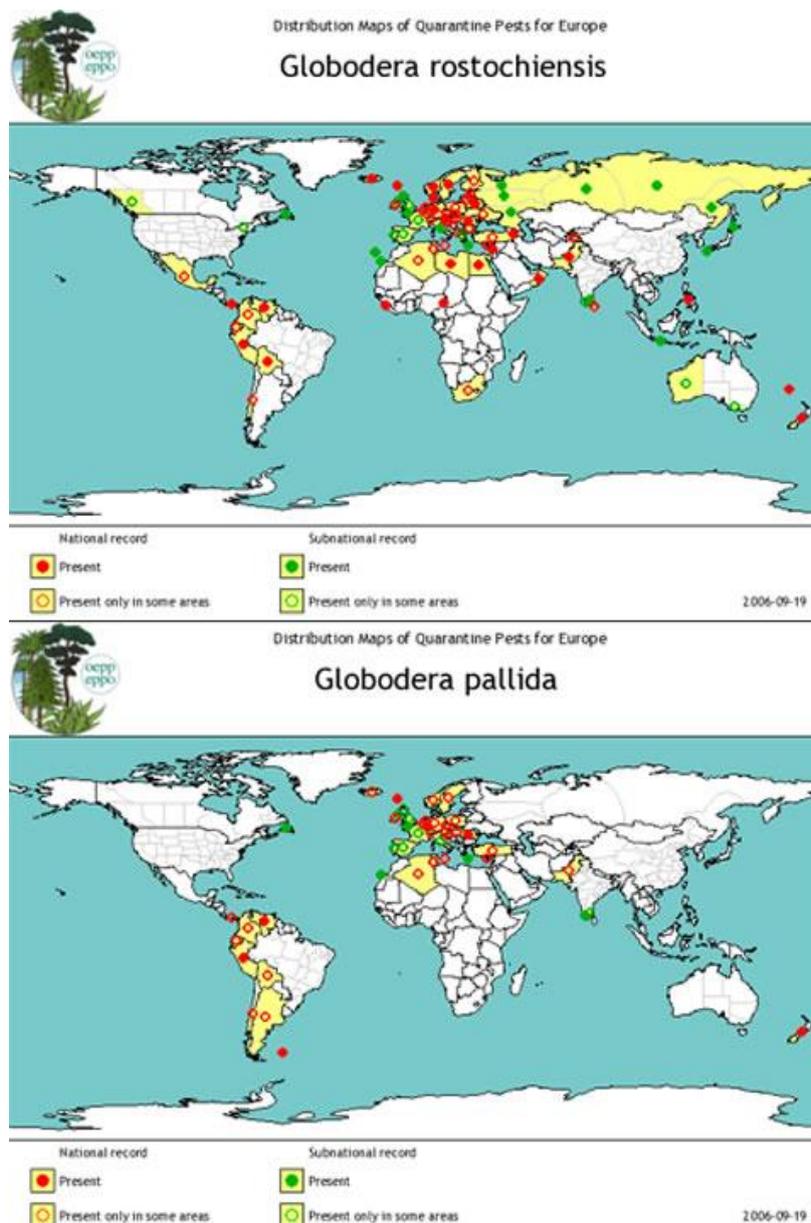


Figure 12: Répartition géographique des nématodes *Globodera pallida* et *Globodera rostochiensis* dans le monde (E.P.P.O, 2006 in Anonyme, 2011).

I.2.5.2. 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).

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

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 productrices de la pomme de terre tel. En effet, Il a été signalé dans la région de Bouira par **Merah (1998)**, à Chlef par **Salam Attia en 2010 et Mazouz en 2011**, à Boumerdes (**Kacem, 1992**), à Tipaza (**Belhadj Ben Yahia, 2007**), à Mila (**Khenioui, 2011**) et à Ain Defla où sa présence a été mise en évidence **par Mokhtari (2007), Bougar (2010), Djebroune (2011, 2013), Baloul (2012) et Tirchi (2015)**.

I.2.6. Méthodes de lutte

Inscrits parmi les parasites de quarantaine, les nématodes à kyste, *Globodera rostochiensis* et *G. 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 présents 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**).

I.2.6.1. 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

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

est plus efficace lorsqu'on la combine à des pratiques telles que l'épandage d'engrais (Baldwin, 2006).

I.2.6.2. 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 on 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).

I.2.6.3. 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 noeud collant. Plusieurs essais de commercialisation de

Chapitre I : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre et leur plante hôte

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 les nématodes parasites ce qui limite fortement leur utilisation (**Mugniery, 1975**).

I.2.6.4. Lutte chimique

La lutte chimique s'inscrit comme un moyen plus efficace, destinée à réduire les populations des 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**).

I.2.6.5. 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, est très recherchée (**Scheider Mugniery, 1971**).

Chapitre II
Matériel et méthodes

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Objectif de l'étude

Les dégâts et symptômes induits par les nématodes à kystes du genre *Globodera* 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 dévaluer l'état d'infestation de quelques parcelles par ce ravageurs.

Notre étude a été menée au niveau de quelques parcelles cultivées en pomme de terre, situées dans 12 communes de trois wilayas située dans l'ouest Algérie : Chlef (Boukadir, Ouled Fares, Chlef, Oud Fedda), Mostaganem (Bougirat, Ain Nouissi, Mesra, Hassi Memache) et Mascara (Ghriss, Froha, Matmora, Makda).

II.2. Présentation des régions d'études

II.2.1. Wilaya de Chlef

II.2.1.1. Situation géographique

La wilaya de Chlef est située au nord –ouest du pays à mi-distance entre Alger et Oran. La wilaya est formée par quatre ensembles géographiques.

- Une cote méditerranéenne s'étend sur 120 km².
- La chaîne de Dahra au nord.
- Le mont de l'Ouarsenis au sud.
- La vallée du Chélif entre les deux ensembles montagneux.

L'oued Chélif est le plus important cours d'eau. Il traverse la wilaya d'Est en Ouest et y coupé par deux importants barrages: Oued Fedda et Sidi Yakoub.

La wilaya de Chlef s'étend sur une superficie de 4791 km² avec une population de 1002088 hab, soit une densité de 209 hab /km².

La wilaya de Chlef comprend 13 daïra, qui regroupent 35 communes.

Notre travail est effectué dans les communes: Chlef, Oued Fedda, Boukadir, Ouled Faress.

II.2.1.2. Limites géographiques de la wilaya

La wilaya de Chlef est limitée géographiquement comme suit: (Figure 13)

Au nord: Mer méditerranée.

Chapitre II: Matériel et méthodes

Au sud: Tissemsilt.

A l'est: Ain Defla, Tipaza.

A l'ouest: Mostaganem, Relizane

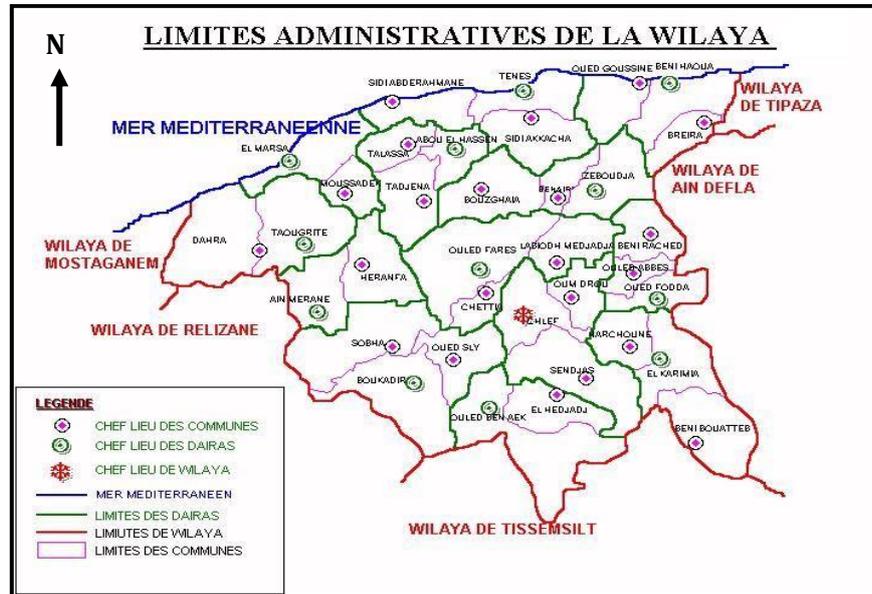


Figure 13: Limites géographiques de la région de Chlef (DSA de Chlef, 2017).

II.2.1.3. Climat

La wilaya est caractérisée par un climat méditerranéen subhumide dans la partie nord et un climat continental au sud, froid en hiver et chaud en été. Elle est située dans une cuvette séparée de la mer par les monts du Dahra.

Malgré son climat sub – humide, Chlef est une des régions les plus chaudes d’Algérie. La Pluviométrie moyenne est de 420 mm /an. Elle est caractérisée par l’importance du massif forestier (chêne liège et le chêne vert).

La wilaya de Chlef bénéficie d’un climat tempéré chaud. L’hiver à Chlef se caractérise par des précipitations bien plus importantes qu’en été. Selon la classification de Koppen-Geiger, le climat est de type CSA. En moyenne, la température à Chlef est de 18.6°C. Il tombe en moyenne 394 mm de pluie par an.

II.2.2 Wilaya de Mostaganem

II.2.2.1. Situation géographique

La wilaya de Mostaganem se situe au nord –ouest du pays. Elle s’étend sur une superficie de 226900 km².

La wilaya est dotée d’un littoral de 124km, et la wilaya comprend des ressources hydriques:

- Barrage du Cheliff.
- Barrage de kramis.

Chapitre II: Matériel et méthodes

- Barrage de Gargar.
- Barrage de sidi Abed.

Ces barrages font partie des 65 barrages opérationnels en Algérie.

La wilaya compte une population de 737118 habitants (recensement en 2015) avec une superficie totale de 2269 km².

La wilaya de Mostaganem compte 32 communes regroupées en 10 daïras.

Notre travail est effectué dans les communes: Mesra, Hassi Mamache, Ain Nouissi, Bouguirat.

II.2.2.2. Limites géographiques de la wilaya

La wilaya de Mostaganem est limitée géographiquement comme suit: (figure 14)

Au nord: La Mer Méditerranéenne.

A l'ouest: La wilaya d'Oran.

Au sud: Les wilayas de Mascara et Relizane.

A l'est: La wilaya de Chlef.



Figure 14: Limites géographiques de la région de Mostaganem (DSA de Mostaganem, 2017).

II.2.2.3. Climat

Le climat de la wilaya se caractérise par un climat semi aride à hiver tempéré et une pluviométrie qui varie entre 350 mm sur le plateau et 400 mm sur les piémonts de Dahra.

Mostaganem se caractérise par un climat de steppe. Il y'a peu de précipitations, quelque soit la période de l'année, A Mostaganem, la classification de Koppen-Geiger est de type BSk. Sur l'année, la température moyenne est de 17,9°C et la précipitation moyenne est de 347mm.

II.2.3 Wilaya de Mascara

II.2.3.1.. Situation géographique

La wilaya de Mascara se situe dans la région du nord ouest du pays. Elle s'étend sur une superficie de 594100 ha. Elle fait partie intégrante du Tell sur le plan physique. Elle présente quatre grandes zones distinctes:

- Les plaines Sig et de Habra au nord, couvrent 25% du territoire de la wilaya.
- Les plaines des Benni-Chougrane en amont. Couvrent 32 % du territoire de la wilaya.
- La haute plaine de Ghriss au centre. Couvrent 27% du territoire de la wilaya.
 - Les monts de Saïda au sud. Couvrent 16% du territoire de la wilaya.

La wilaya compte une population de 784073 habitants (recensement) avec une superficie totale de 5941 km².

La wilaya de Mascara compte 47communes regroupées en 16 daïras.

II.2.3.2. Limites géographiques de la wilaya

La wilaya de Mascara est limitée géographiquement comme suit: (figure 15)

Au nord: les wilayas d'Oran et de Mostaganem.

A l'est: La wilaya de Tired.

Au sud: La wilaya de Saïda.

A l'ouest: La wilaya de Sidi Bel Abbès.

Notre travail est effectué dans les communes: Ghriss, Froha, Matmoura, Makda.

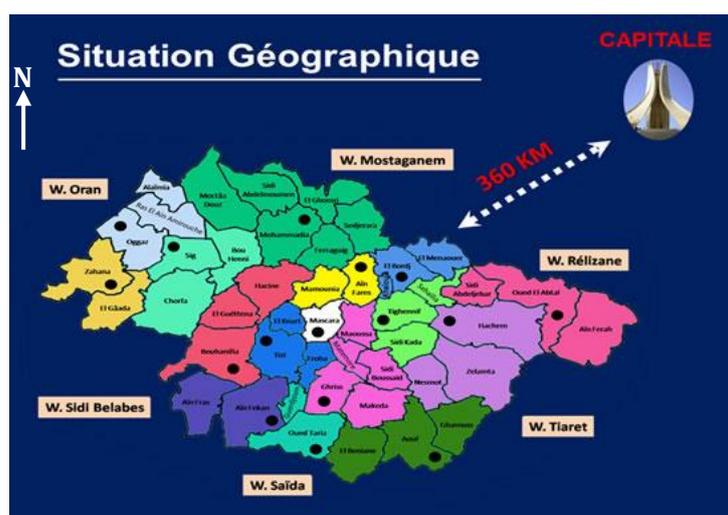


Figure 15: Limites géographiques de la région de Mascara (DSA de Mascara, 2017).

II.2.3.3. Climat

Le climat de la wilaya est de type méditerranéen avec une tendance à la semi aridité les chutes de pluies sont plus fréquentes à la fin de l'automne et au début du printemps. Le territoire de la wilaya est aussi soumis au phénomène de la gelée qui dure en moyenne 22 jours par ans. Le climat y est chaud et tempéré. A Mascara, les précipitations sont plus importantes en hiver qu'en été. Les précipitations annuelles moyennes sont de 478 mm. La classification de Koppen-Geiger est de type Csa. La température moyenne annuelle est de 16.6°C.

II.2.3.4 Caractéristiques du sol

Selon des études géologiques spécialisées, les sols de la wilaya sont en général, lourds, meubles et fertiles. Le sol est perméable et on note une battance importante d'où une mauvaise stabilité structurale. Faible porosité texture légère

On distingue une mosaïque de textures à savoir:

- Sableux-limoneux.
- Limono-argileux.
- Argileux-limoneux

II.3. Etat d'infestation de quelques parcelles cultivées en pomme de terre par les nématodes à kyste de genre *Globodera* dans les trois wilayas

II.3.1. Analyse nématologique

L'analyse nématologique permet de connaître la densité des populations des nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre dans le sol et mettre en œuvre des méthodes de lutte efficaces.

Les méthodes les plus habituelles pour déterminer la densité de population des nématodes sont l'observation des racines, et l'analyse du sol qui comprend trois étapes:

- l'échantillonnage du sol.
- l'extraction.
- la récupération et prélèvement des kystes.

II.3.1.1. Echantillonnage

Nous avons effectué des sorties sur le terrain pour faire un échantillonnage dans des parcelles cultivées en pomme de terre situées dans trois wilayas productrices de ce légumes (Chlef, Mostaganem et Mascara).

L'échantillonnage est réalisé au moment où la plante est en phase de maturation (approche de la récolte).

Chapitre II: Matériel et méthodes

Dans les trois wilayas Chlef, Mostaganem et Mascara, l'échantillonnage est effectué pendant la culture d'arrière saison en décembre 2017 au niveau de 36 parcelles cultivées en pomme de terre. Pour le prélèvement des échantillons, il est préférable de diviser les très grandes surfaces (supérieures à 1 hectare) en parcelles élémentaires d'1 hectare pour l'échantillonnage.

Pour effectuer un échantillonnage représentatif des différentes parcelles, 20 sous-échantillons sont prélevés selon les deux diagonales de chaque parcelle (figure 16) puis rassemblés pour former un échantillon composite de 2 kg. Le prélèvement des sous-échantillons est effectué à l'aide d'une pelle au niveau de la zone racinaire à une profondeur allant de 5 à 20 cm (figure 17) et à partir de chaque échantillon, quatre sous échantillons pesant 250 g chacun sont prélevés et analysés.

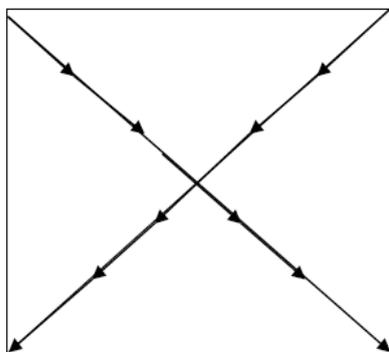


Figure 16: méthode d'échantillonnage au niveau de chaque parcelle



Figure 17:échantillonnage du sol (original).

- Conditionnement des échantillons

Mettre l'échantillon dans un sac en plastique neuf et propre qui porte une étiquette où sont mentionnées toutes les informations nécessaires, (la date de prélèvement, numéro de la parcelle, la commune, la wilaya), et fermer le sachet contenant échantillon (figure 18).



Figure 18: Conditionnement des échantillons (original).

II.3.1.2. Séchage du sol

Tous les échantillons du sol prélevés sont étalés sur du papier journal dans une salle bien aérée pour qu'il sèche rapidement (figure 19).



Figure 19: Séchage du sol (original).

II.3.1.3. Pesage

Le sol séché est pesé à l'aide d'une balance électrique de précision. Nous prenons en considération quatre sous échantillons de 250 g (4 répétition) pour chaque parcelle (figure 20).



Figure 20: Pesage du sol (original).

II.3.1.4. Extraction des kystes

L'appareil de Fenwick (figure 21) a pour but de séparer les kystes des autres composantes de l'échantillon du sol.

Les kystes sont séparés des autres fractions de l'échantillon grâce à:

- leur densité qui est inférieure à 1 pour les kystes secs de *Globodera*, légèrement supérieure à 1 pour les kystes de *Globodera* humides et pour les kystes d'autres genres.
- leur taille: comprise entre 200 à 600 μm .

La méthode utilisée consiste à une mise en suspension de l'échantillon dans l'eau (flottation des kystes), tamisage du surnageant, et récupération du produit sur un tamis de mailles adaptées à la taille des kystes recherchés (250 μm).

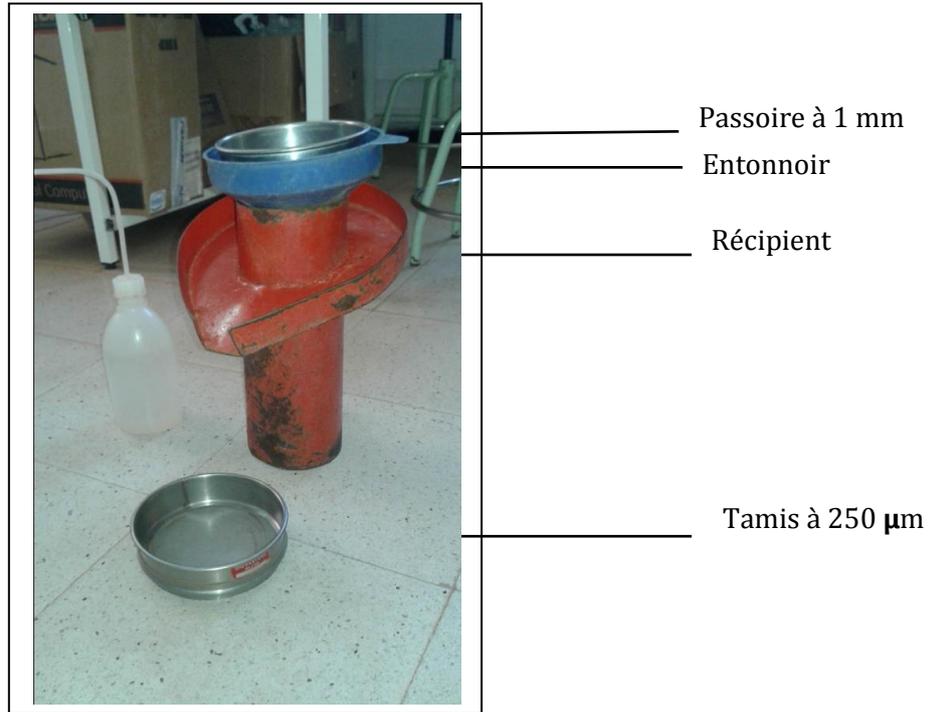


Figure 21: Appareil de FENWICK (original).

II.4. Mode Opérateur

Placer l'échantillon du sol sec dans le tamis supérieur de l'appareil préalablement rempli d'eau. A l'aide d'un courant d'eau, le sol est entraîné dans l'appareil à travers le tamis de maille de 1 mm. Maintenir le débit d'eau de manière à conserver un rapport suffisant pour évacuer les 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 (figure 22).



Figure 22: extraction des kystes (original).

II.4.1. Récupération et prélèvement des kystes

II.4.1.1. Récupération de l'extrait

La fraction retenue sur le tamis est nettoyée sous pression d'eau à l'aide d'un jet fin pour éliminer les particules les plus fines. Elle est ensuite, récupérée sur papier filtre par un jet de pissette. Le filtre et son contenu sont mis à sécher naturellement à température ambiante et mis ensuite dans des boîtes de Pétri (figure 23).



Figure 23: Récupération de l'extrait (original).

II.4.1.2. Prélèvement des kystes

Après le séchage de l'extrait, on le met sous une loupe binoculaire (G: 10X2, ou G: 10X4). Ensuite, les kystes sont prélevés à l'aide d'un pinceau. Une fois récupéré, les kystes sont disposés dans des boîtes de Pétri tapissées de papier filtre (figure 23), portant une étiquette sur laquelle sont notées les informations nécessaires (nombre des kystes, la commune, la wilaya, et le nombre de répétition).



Figure 24: Prélèvement des kystes sous une loupe binoculaire (original).

II.5. Dénombrement des kystes, des œufs et juvéniles contenus dans les kystes

II.5.1. Dénombrement des kystes

Sous une loupe binoculaire et à l'aide d'un pinceau très fin, on sépare les kystes vides et les kystes pleins. Ils sont dénombrés par la suite. Les kystes pleins sont reconnus grâce à leur aspect turgescents, leur grande taille mais parfois petite et leur couleur foncée et parfois claire, alors que les kystes vides sont identifiés par leur couleur claire qui devient transparente lorsqu'ils sont au contact d'une goutte d'eau, apparaissent dépourvus des œufs ou des larves.

II.5.2. Dénombrement des œufs et des larves

Les kystes pleins contiennent des œufs et des larves. À l'aide d'un pinceau, on met un kyste sur une lame et on ajoute une goutte d'eau. Ensuite, on l'écrase en deux à l'aide d'un scalpel. Les œufs et les juvéniles sont ensuite libérés en séparant les œufs et les juvéniles regroupés à l'aide d'une épingle (figure 25). Ensuite, on calcule la somme des œufs et des juvéniles contenus dans l'ensemble des kystes pour avoir une densité par 250g du sol. Enfin, les degrés d'infestation sont obtenus en reportant cette à un gramme du sol afin d'estimer si le niveau des différentes populations a atteint le seuil de nuisibilité.



Figure 25: Ecrasement des kystes sous un microscope optique (G:x4) (Original)

II.6. Analyse statistique des résultats

L'analyse statistique des résultats a été effectuée à l'aide du logiciel **STATISTICA** (version 6.1). L'analyse de la variance ANOVA a été appliquée pour tester la signification de la variance des moyennes pour les variables étudiées (nombre de kystes pleins, vides et totaux et le degré d'infestation) en fonction de la région. Lorsque les variations sont significatives, un test de Newman-Keuls est effectué pour classer les régions en fonction de leur degré d'infestation.

Chapitre II: Matériel et méthodes

De même, pour classer les différentes régions (communes) en fonction de leur degré d'infestation, nous avons établi une classification hiérarchiques ascendante par la méthode de saut minimum.

Chapitre III
Résultats et discussion

Chapitre III : Résultat et discussion

III .1. Résultats

III .1.1. Les caractères morphologiques des kystes

L'observation microscopique a mis en évidence les caractéristiques morphologiques des kystes. Les kystes de *Globodera* présentent une forme arrondie avec une tête qui lui permet la fixation sur les racines de la plante hôte. Ils sont de tailles variées et leur couleur varie entre les classes du marron (marron clair, marron foncé, brun clair, brun foncé) (figure 26).



Figure 26 : Kystes de *Globodera* pleins vu sous loupe binoculaire (G :4X10) (Original).

L'observation des kystes de *Globodera* et leur écrasement nous a permis de distinguer des kystes vides et des kystes pleins contenant des œufs ou des larves. Les œufs sont de forme rectangulaire et les larves sont filiformes. Les œufs et les larves sont d'une couleur transparent à blanchâtre (figure 27).

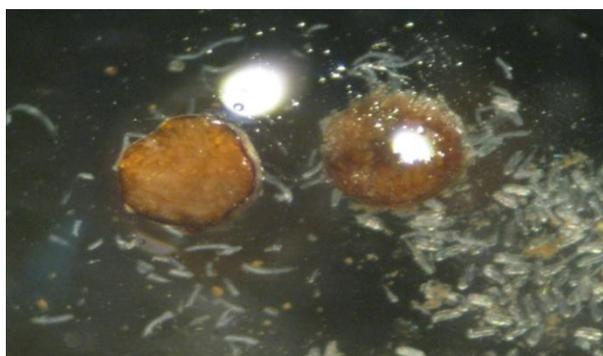


Figure 27 : Kyste de *Globodera* écrasé libérant des œufs vu sous loupe binoculaire (G : 2X10) (Original)

III .1.2. Importance de l'infestation par les *Globodera* dans les différentes wilayas

Les résultats de l'analyse nématologique sont mentionnés dans le tableau en annexes et présentés dans les figures 29, 30, 31, 32 et 33.

III .1.2.1. Dénombrement des kystes de *Globodera*

- **Au niveau de la wilaya de Chlef**

Les résultats de l'analyse nématologique réalisée sur des échantillons du sol, prélevés de différentes parcelles situées dans quatre communes de la wilaya de Chlef (figure 28), montrent que les nématodes à kystes *Globodera* sont présents dans toutes les parcelles étudiées. Cependant, on a noté que le nombre des kystes vides est plus important par rapport aux kystes pleins dans toutes les parcelles.

Le nombre total des kystes le plus élevé est noté dans la parcelle P1 de Chlef (32.75 kystes/250g du sol) alors que le nombre le plus faible est dénombré dans la parcelle P3 de Boukadir (4.75 kystes/250g du sol). Concernant les kystes pleins, le nombre le plus élevé est noté dans la parcelle P1 de Chlef avec un nombre moyen de 7.5 kystes pleins/250g du sol suivi de la parcelle P2 de la commune de Chlef (7 kystes pleins/250g du sol) puis par la parcelle P3 de Ouled Fares et P3 de Chlef. Le nombre le plus faible est enregistré dans les parcelles P2 et P3 de Boukadir (1.5 kystes pleins/250g du sol). Quant aux kystes vides, le nombre le plus élevé est enregistré dans la parcelle P1 de Chlef avec (25.25 kystes vides/250g du sol) suivi de la parcelle P3 de Chlef, puis P3 de Ouled Fares (avec 15,25 et 11,5 kystes vides/ 250g du sol respectivement) et le nombre le plus faible est noté dans la parcelle P3 de Boukadir (avec 3.25 kystes vides/250g du sol).

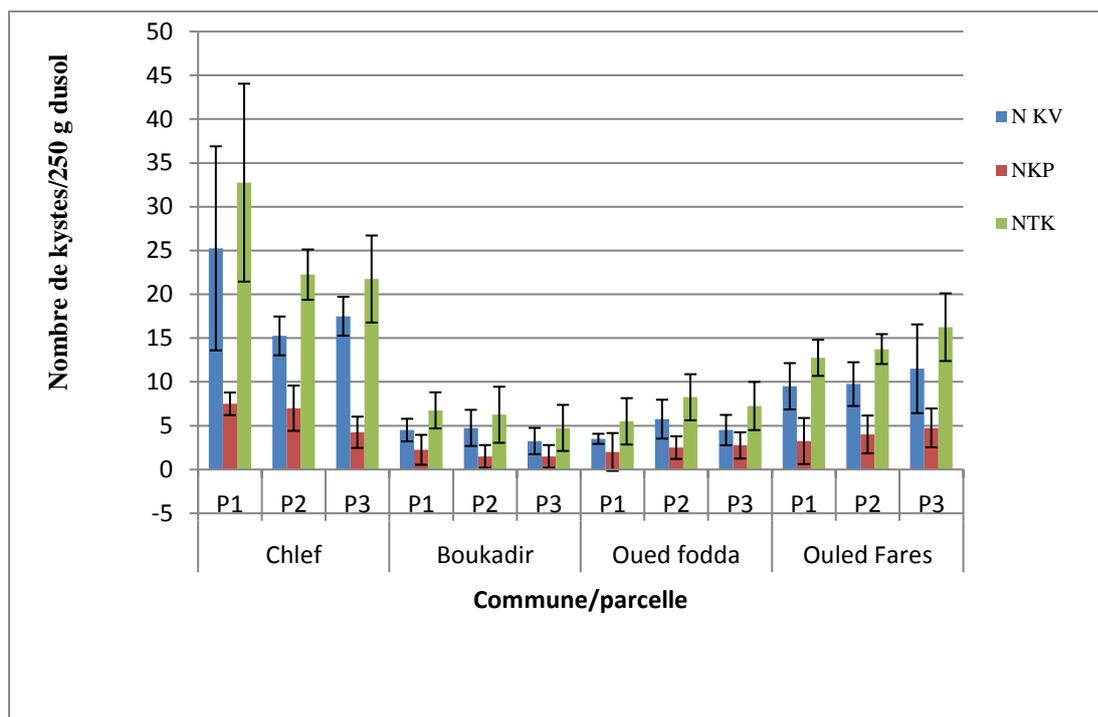


Figure 28 : Nombre moyens de kystes (vides, pleins et totaux) de *Globodera* dans les parcelles de la wilaya de Chlef.

- **Au niveau de la wilaya de Mostaganem**

Les douze parcelles échantillonnées au niveau de la wilaya de Mostaganem se sont avérées infestées par les nématodes *Globodera* (Fig. 29). Comme il a été noté au niveau de la wilaya de Chlef, on a aussi noté l'abondance des kystes vides par rapport aux kystes pleins dans l'ensemble des parcelles prospectées cette wilaya.

Le nombre total des kystes le plus élevé est noté dans la parcelle P2 de Hassi Memeche (19 kystes/250g du sol) alors que le nombre le plus faible est dénombré dans la parcelle P3 de la même commune (2.25 kystes/250g du sol). Concernant les kystes pleins, le nombre le plus élevé est noté dans la parcelle P1 de Mesra avec (4 kystes pleins/250g du sol) suivi la parcelle P2 de Bouguirat (3.25 kystes pleins/250g du sol) puis par parcelle P1 de Bouguirat et P2 de Ain Nouissy (3 kystes pleins/250g du sol). Le nombre le plus faible est enregistré dans la parcelle P3 de Bouguirat (0.25 kystes pleins/250g du sol).

Quant aux kystes vides, le nombre moyen varie de 4 (P2 de Mesra) à 16,25 kystes vides/250 g du sol (P2 de Hassi Memache).

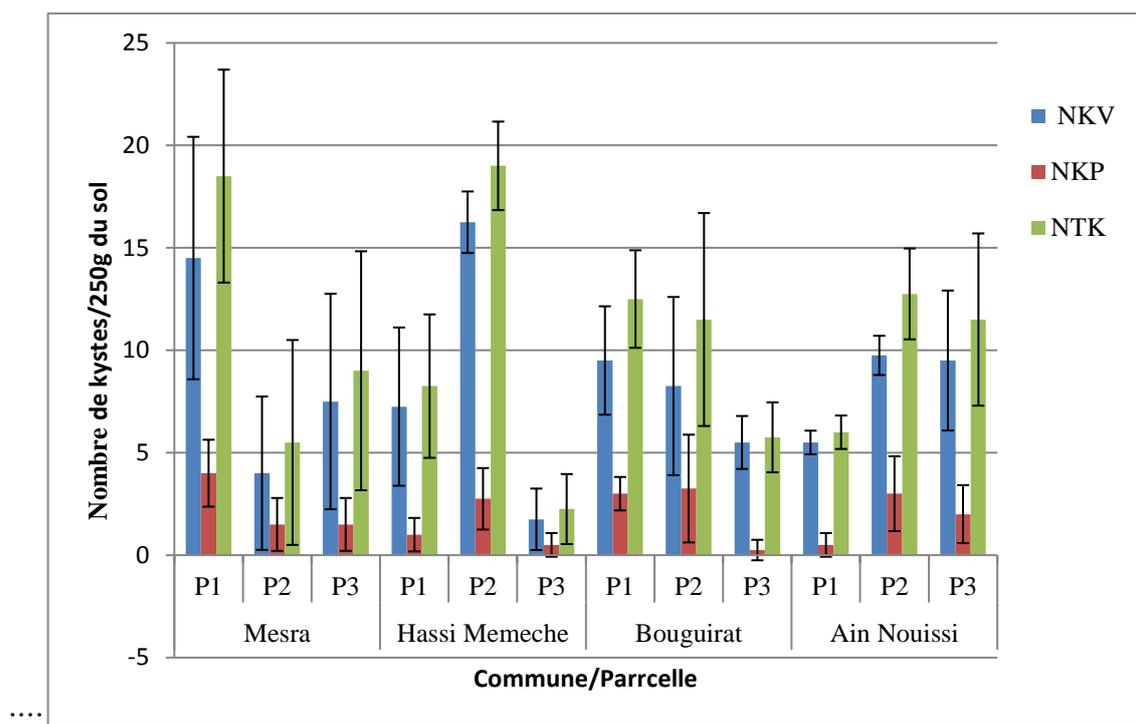


Figure 29: Nombres moyens des kystes (vides, pleins et totaux) de *Globodera* dans les parcelles de la wilaya de Mostaganem.

- **Au niveau de la wilaya de Mascara**

Les résultats indiquent la présence des kystes de *Globodera* dans les douze parcelles prospectées au niveau de la wilaya de Mascara (Fig. 30). Dans deux de ces parcelles (P3 de Metmoura et P2 de Froha), seulement des kystes vides sont collectés. On a noté que les nombres moyens des kystes (vides, pleins et totaux) dénombrés dans les parcelles de cette wilaya sont faible par apport à ceux enregistrés dans les deux autres wilayas prospectées.

Le nombre total des kystes le plus élevé est noté dans la parcelle P3 de Ghriss (10.25 kystes/250g du sol) alors que le nombre le plus faible est dénombré dans la parcelle P3 de Metmoura (2.25 kystes/250g du sol). Les nombres moyens de kystes vides calculés dans les différentes parcelles de cette wilaya varient de 2.25 (P3 de Metmoura et P3 de Froha) à 12 kystes vides/250g du sol (P3 de Ghris). Quant à la densité des kystes pleins, elle varie de 0 (P3 de Metmoura, P2 de Froha) à 1.25 kystes pleins/250g du sol (P1 de Makda).

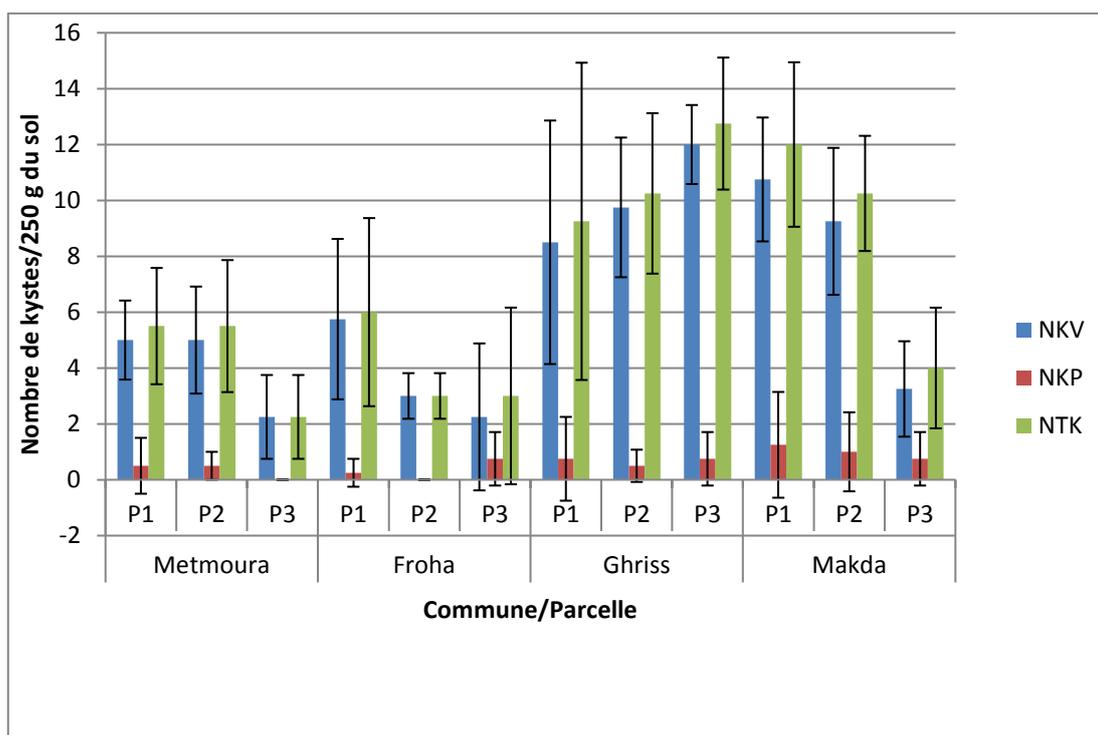


Figure 30: Nombres moyens des kystes (vides, pleins et totaux) de *Globodera* dans les parcelles de la wilaya de Mascara.

III .1.2.2. Degré d'infestation dans les différentes parcelles des trois wilayas prospectées

Le degré d'infestation (estimé par le dénombrement des œufs+juvéniles par gramme du sol) n'a pas atteint le seuil de nuisibilité (fixé à 10 larves/g du sol) dans toutes les parcelles prospectées dans les trois wilayas (Chlef, Mostaganem et Mascara) (figure 31). Il varie de 0 à 4.34 œufs+juvéniles/g du sol.

Les degrés d'infestation les plus élevés sont notés dans la wilaya de Chlef où les moyennes calculées par parcelle varient de à 0,83 à 4.34 œufs+juvéniles/g du sol. Le nombre moyen d'œufs+juvéniles le plus élevé est enregistré dans la P1 de la commune de Chlef et le nombre le plus faible a dénombré dans la P3 de Boukadir.

Des degrés d'infestation moins importants sont calculées au niveau des parcelles de la commune de Mostaganem où les nombres moyens d'œufs +juvéniles/du sol estimés dans les différentes parcelles variait de 0,11 à 3,53 juvéniles/g du sol. Le nombre d'œufs + juvéniles le plus élevé est noté dans la parcelle P1de Mesra (3.53 œufs+juvéniles/g du sol), il est suivi de celui de la parcelle P2 de Hassi Memeche (1.92 œufs+juvéniles/g du sol) et des degrés plus faibles sont obtenus dans la P3 Hassi Memeche, P1 Ain Nouissi et P3 Bouguirat (avec 0,22, 0,21 et 0,11 œufs+juvéniles/g du sol respectivement).

Chapitre III : Résultats et discussion

Dans la wilaya de Mascara, nous avons noté les degrés d'infestation les plus faibles. Les moyennes calculées au niveau des différentes parcelles variaient de 0 à 0,78 œufs+juvéniles/g du sol. En effet, dans les parcelles P3 de Metmoura et P2 de Froha, nous n'avons noté aucun juvénile ou œuf car aucun kyste plein n'a été détecté. Dans les autres parcelles, les nombres moyens d'œufs et juvéniles obtenus par gramme du sol sont faibles (peu de kystes pleins sont collectés dans les différentes parcelles). Le degré d'infestation le plus important a été enregistré dans la P2 de Makda.

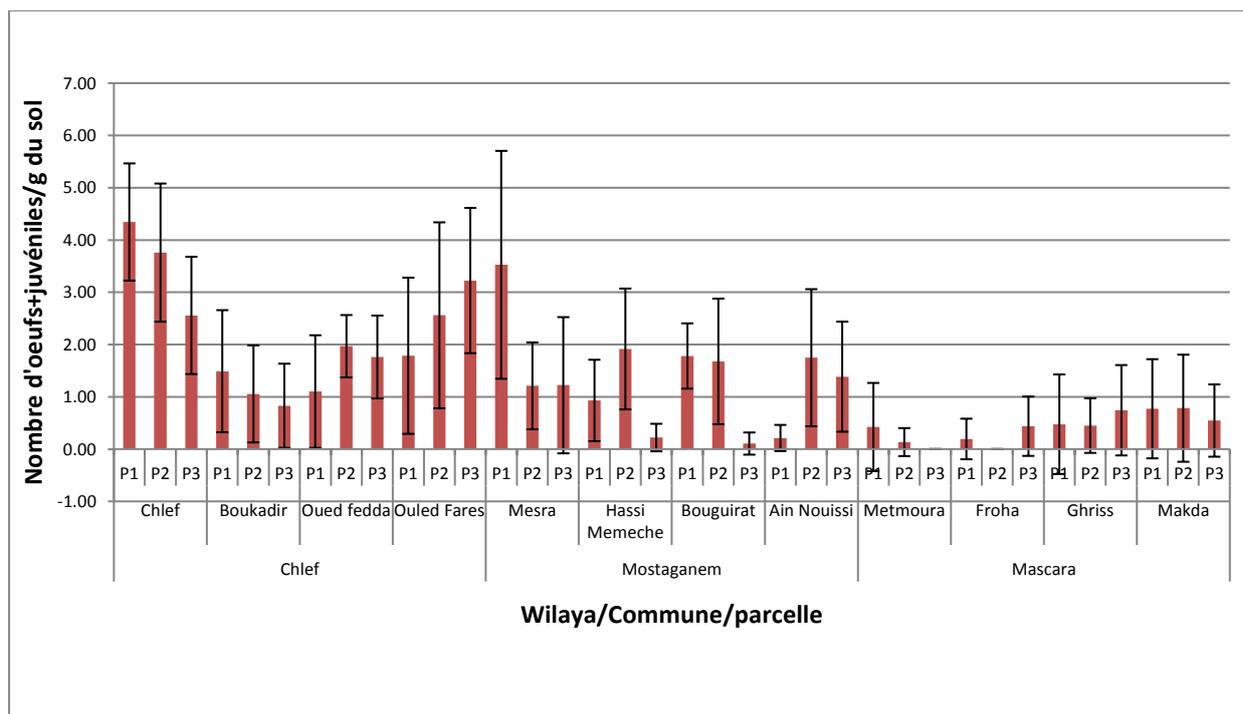


Figure 31 : Degrés d'infestation moyens dans les différentes des trois wilayas prospectées

III.1.2.3. Nombre d'œufs et larves par kyste

Le nombre d'œufs et larves par kyste est estimé dans toutes les parcelles infestées dans les trois wilayas (Chlef, Mostaganem et Mascara) (figure 32). Il est variable d'une population à une autre (varie de 106,5 à 247,67 œufs+juvéniles par kyste). Le nombre le plus élevé est noté dans la wilaya de Mascara dans la parcelle P3 de la commune de Ghriss (247,67 œufs+juvéniles/kyste). Quant au nombre le plus faible, il est enregistré dans la P1 de la commune de Ain Nouissi (106,5 œufs+juvéniles/kyste).

Chapitre III : Résultats et discussion

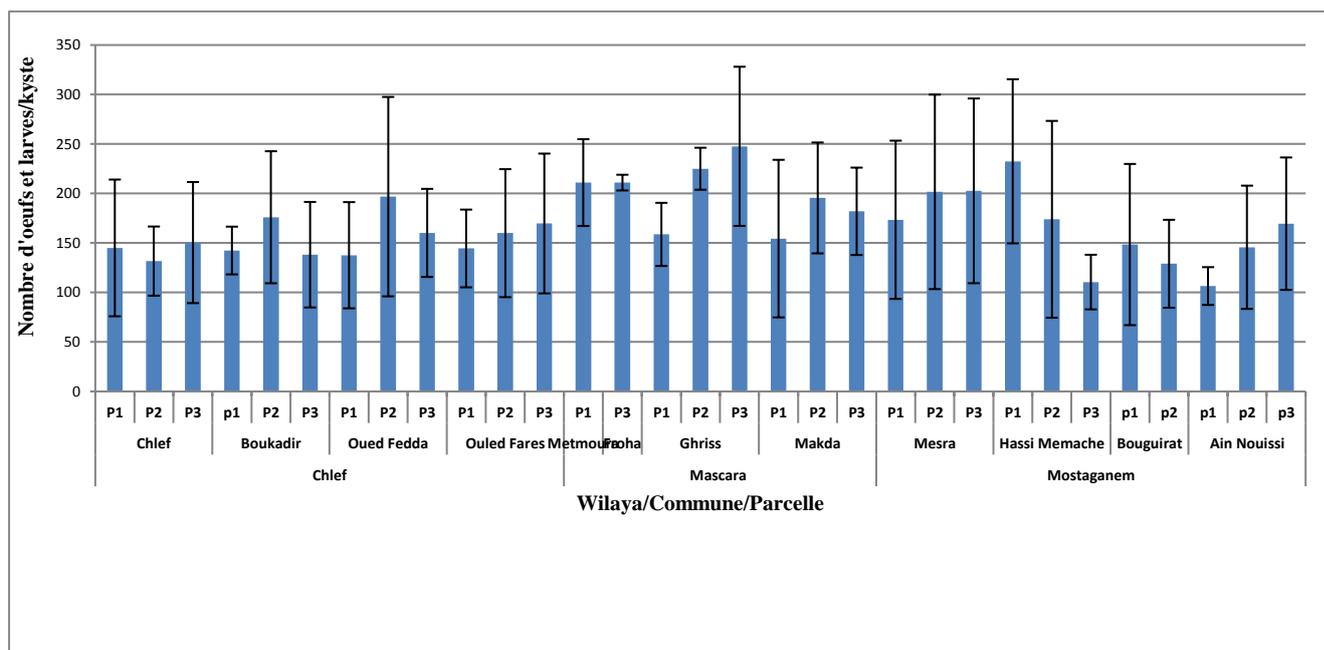


Figure 32: Nombres moyens d'œufs et larves par kyste dans les différentes parcelles des trois wilayas prospectées.

III .1.2.4. Analyse statistique des données

III .1.2.4.1. Variabilité en fonction des wilayas prospectées

Les résultats de l'analyse de la variance ont révélé des variations significatives des nombres de kystes vides ($p=0,015296$) et des variations très hautement significatives pour les variables nombres de kystes pleins ($p=0,000000$), nombre total de kystes ($p=0,000052$) et nombre d'œufs et juvéniles par gramme du sol ($p=0,000000$) en fonction des wilayas prospectées. Cependant, une différence non significative est observée pour la variable nombres œufs et juvéniles par kyste ($p=0,061142$) (Tableau 04).

Tableau 04: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% des variables étudiées en fonction des wilayas prospectées

Variable	SC	dl	MC	SC	dl	MC	F	P
Nombre de kystes vides	281,5139	2	140,7569	4608,458	141	32,68410	4,30659	0,015296
Nombre de kystes pleins	222,7222	2	111,3611	488,104	141	3,46173	32,16919	0,000000
Nombre total de kystes	996,4306	2	498,2153	6630,229	141	47,02290	10,59516	0,000052
Nombre de larves+œufs/kyste	76,3862	2	38,1931	206,117	141	1,46182	26,12704	0,000000
Nombre de larves+œufs/kyste	25276,67	2	12638,34	1285356	287	4478,592	2,821944	0,061142

Chapitre III : Résultats et discussion

• Test de Newman-Keuls

Le test de Newman-Keuls au seuil 5% a révélé l'existence de trois groupes hétérogènes en fonction des wilayas prospectées selon le degré d'infestation (larves + œufs / 1g) (Tableau 05). Le premier groupe comprend la wilaya de Chlef qui est la plus infestée avec un degré d'infestation moyen de 2,196917 larves+œufs/1g. Le deuxième correspond à la wilaya de Mostaganem où un degré d'infestation de 1,327833 larves+œufs/1g a été enregistré et le dernier est celui de Mascara caractérisé par un degré d'infestation moyen le plus faible (0,413083 larves+œufs/1g du sol) (Tableau 5).

Tableau 05 : Résultats du test Newman-Keuls au seuil 5% relatifs au degré d'infestation en fonction des wilayas prospectées

Wilaya	L+Œuf/1g	1	2	3
Mascara	0,413083	****		
Mostaganem	1,327833		****	
Chlef	2,196917			****

III .1.2.4.2. Variabilité en fonction des communes prospectées

Une différence très hautement significative est obtenue entre les communes prospectées pour les variables nombre des kystes pleins et vides et le nombre totale des kystes et le nombre œufs et juvéniles par gramme du sol ($p=0,000000$) et une différence significative est obtenue pour la variable nombres œufs et juvéniles par kyste ($p=0,033301$) (Tableau 6).

Tableau 06 : Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% des variables étudiées en fonction des communes prospectées

Variable	SC	dl	MC	SC	dl	MC	F	P
Nombre de kystes vides	2476,306	11	225,1187	2413,667	132	18,28535	12,31142	0,000000
Nombre de kystes pleins	376,910	11	34,2645	333,917	132	2,52967	13,54505	0,000000
Nombre total de kystes	4415,576	11	401,4160	3211,083	132	24,32639	16,50126	0,000000
Nombre de larves+œufs/g du sol	126,322	11	11,4838	156,182	132	1,18319	9,70575	0,000000
Nombre de larves+œufs/kyste	93938,15	11	8539,832	1216694	278	4376,599	1,951248	0,033301

Chapitre III : Résultats et discussion

- **Classification hiérarchique des communes prospectées dans les trois wilayas en fonction de leur degré d'infestation**

Nous avons effectué une classification hiérarchique (méthode de saut minimum) en se basant sur toutes la variable nombre d'œufs+juvéniles/ g du sol (degré d'infestation) (figure 33). Cette classification a montré l'existence de deux groupes. Le premier est formé par la commune de Chlef où on a détecté les parcelles les plus infestées (degré d'infestation variant entre 2,56 à 4,34 œufs+ larves/ du sol avec une moyenne). Le second est formé par toutes les autres communes. Dans ce dernier, trois sous groupes sont observés :

- le premier comprend commune de Mesra du Mostaganem (degré d'infestation variant entre 1,21 à 3,53 œufs+ larves/ g du sol) et celle de Ouled Fares (Chlef) (degré d'infestation variant entre 1,79 à 3,22 œufs+ larves/ g du sol).
- le deuxième est formé par la commune de Oued Fedda de Chlef (1,10 à 1,97 œufs+ larves/g du sol) et celle de Ain Nouissi de Mostaganem (0,21 à 1,75 œufs+ larves/ g du sol).
- Le troisième comprend toutes les quatre communes de Mascara, la commune Boukadir de Chlef et Boughirat de Mostaganem, les parcelles prospectées dans ces communes sont les moins infestées et dans deux sont aucun kyste plein de ce parasite n'a été détecté (P3 de Metmoura et P2 de Froha).

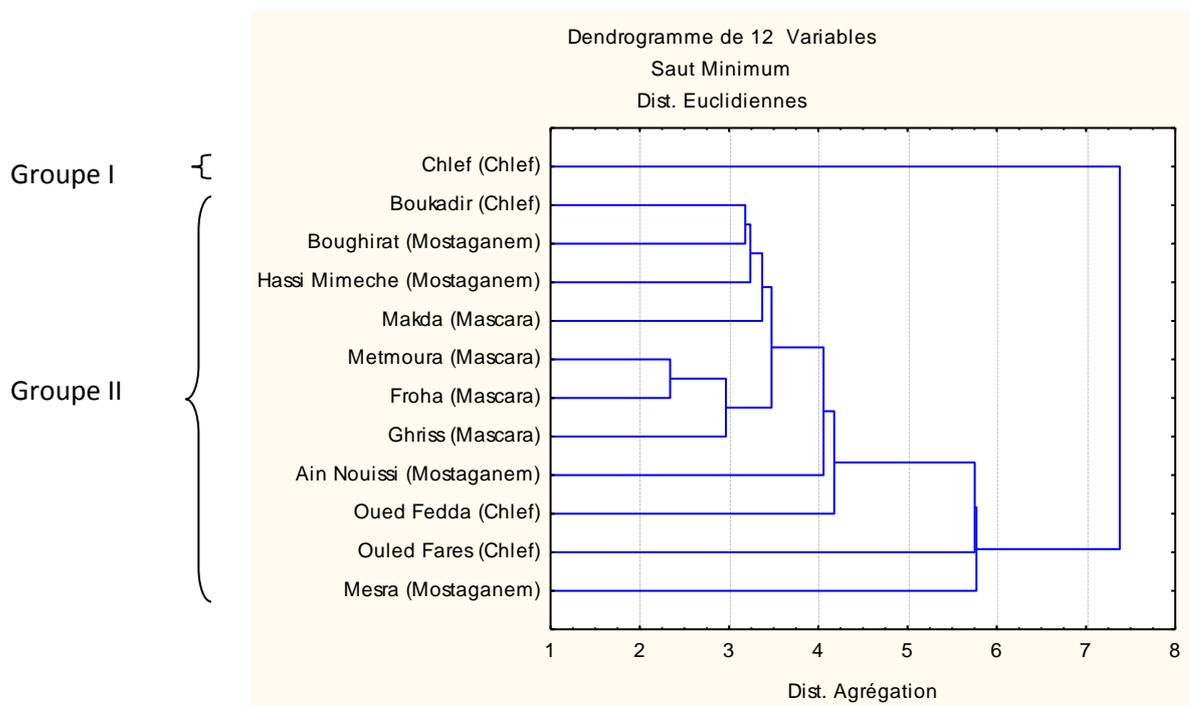


Figure 33: Dendrogramme de classification hiérarchique des communes prospectées basées sur leur degré

Chapitre III : Résultats et discussion

III.2. Discussion

Nous avons étudié l'état de l'infestation de trente six parcelles cultivées en pomme de terre par les nématodes à kystes du genre *Globodera* inféodés à cette culture. Les prospections ont été effectuées dans douze communes situées dans trois wilayas de l'ouest algérien : (Chlef, Boukadir, Ouled Faress, Oued Fedda) dans la wilaya de Chlef, (Bouguirat, Ain Nouissi, Mesra, Hassi Memache) dans la wilaya de Mostaganem, (Ghriss, Metmoura, Froha, Makda) dans la wilaya de Mascara.

L'analyse nématologique, a montré la présence de ces nématodes dans toutes les régions prospectées. La fréquence de l'infestation est très importante puisque dans trente quatre des trente six parcelles échantillonnées, nous avons détecté des kystes pleins contenant des œufs et des juvéniles de ces nématodes. Cependant, le degré d'infestation n'a pas atteint le seuil de nuisibilité dans toutes les parcelles infestées dans les trois wilayas.

L'état d'infestation diffère entre les trois wilayas. En effet, des différences significatives à très hautement significatives sont notées pour les nombres des kystes pleins et vides et le nombre total des kystes et le nombre œufs et juvéniles par gramme en fonction des wilayas et fonction des communes, voir en fonction des parcelles. Cette différence serait liée aux variations des facteurs influençant le développement et la dissémination de ces parasites dans les différentes régions prospectées.

Nous avons noté que le nombre de kystes vides est nettement plus important que le nombre de kystes pleins, le nombre élevé de kystes vides nous laisse supposer qu'il s'agit de kystes anciens qui ont déjà éclos dans le temps, comme on peut penser à des femelles non fécondées voir même stériles, ou bien à l'effet des variétés résistantes qui bloquent le développement de ces nématodes, le climat joue aussi un rôle très important dans l'évolution des nématodes, en effet, les larves de *Globodera* ne peuvent éclore que si la température du sol dépasse +7° ce que l'optimum pour l'émergence des juvéniles à partir des kystes se situe entre +15° et 20°C (Schneider et Mugniery, 1971).

Le degré d'infestation élevé noté dans la parcelle P1 de Chlef avec 4,34 œufs+juvéniles par gramme du sol, pourrait être lié à plusieurs facteurs : l'irrigation par aspersion qui favorise la dissémination de ces nématodes (Hlaoua et al., 2010), la sensibilité de la variété de la pomme de terre cultivées (Spunta) (Greco et al., 2007, Hlaoua et al., 2010), le précédent cultural

Chapitre III : Résultats et discussion

(céréale- pomme de terre) et les conditions climatiques sont favorables pour le développement des nématodes.

Le degré d'infestation le plus faible noté dans les parcelles de Mascara serait dû aux précédents culturels (jachère-céréales) ainsi que la variété cultivée (kondor) qui serait résistante au développement des nématodes *Globodera* (**Djebroune, 2013**)

Le dénombrement des œufs et juvéniles des kystes des différentes populations collectées dans les parcelles infestées n'a pas montré de différences significatives. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que quelques populations ayant les mêmes caractéristiques de point de vue fécondité seraient disséminées dans plusieurs régions ce qui serait lié à la capacité qu'ont ces parasites à se déplacer et à se disséminer (**Schneider et Mugniery, 1971**) surtout que les parcelles prospectées dans la même commune étaient très proches les unes des autres.

Lors de nos prospections, un entretien a été effectué avec les agriculteurs propriétaires des parcelles prospectées concernant l'historique des parcelles et l'itinéraire technique utilisé (tableau 5 en annexes). De même, nous avons effectué des observations personnelles sur les caractéristiques des parcelles et leur environnement. Toutes les informations collectées, nous ont permis de mettre en évidence les causes majeures qui ont contribué à l'infestation par ces parasites de quarantaine, les pratiques qui contribuent à leur multiplication et dissémination mais aussi les pratiques qui seraient positives pour leur gestion :

- L'environnement de parcelles cultivées : 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**).
- La nature du sol serait l'un des facteurs qui ont contribué à cette la fréquence élevée de l'infestation puisque le sol de la majorité des parcelles prospectées est léger. Les sols légers et poreux conviennent à la multiplication des nématodes du genre *Globodera* (**Schneider et Mugniery, 1971**).
- La variété (Spunta) cultivée dans la majorité des parcelles dans les trois wilayas est sensible à l'attaque des *Globodera* (**Greco et al., 2007**).
- Le mode d'irrigation par aspersion appliqué dans l'ensemble des exploitations, favorise aussi la dissémination de ces nématodes (**Hlaoua et al., 2010**).

Chapitre III : Résultats et discussion

- La rotation est le système le plus ancien, et encore un des plus efficace, pour contrôler les nématodes et les pathogènes originaires du sol et un grand nombre d'insectes. Elle influence la conservation des sols et leur fertilité. Dans les parcelles prospectées la pomme de terre est cultivée en rotation avec des plantes non hôtes n'appartenant pas à la famille des Solanacées (telles que la pastèque, le melon, la laitue, le pois-chiche, les céréales...). De même, dans plusieurs parcelles, nous avons noté que agriculteurs introduisent dans la rotation culturale des périodes de jachère. Ces pratiques seraient l'une des causes que les degrés d'infestation ne sont pas élevés dans la majorité des parcelles. La jachère annuelle entre deux cultures consiste à priver le parasite des plantes dont il se nourrit (**Taylor, 1968**).
- Les pratiques culturales contribuant à contrôler ces nématodes comme la jachère 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 fertilisation organique n'est pas utilisée dans la majorité des exploitations enquêtées. La fertilisation minérale est la plus utilisée. Les amendements organiques ont des effets répressifs sur le développement des nématodes phytoparasites y compris les nématodes à kystes (**Renčo et al., 2007**).

Comme aucune méthode de lutte n'étant fiable, ce sont les méthodes prophylactiques qui doivent être respectées : planter en parcelle indemne (ou testée), utiliser des semences certifiées, pratiquer la jachère, respecter des rotations longues (4 ans minimum), éliminer les repousses dans les parcelles et utiliser des variétés résistantes (**Anonyme, 1990**).

Des prospections régulières et des échantillonnages intensifs doivent être conduits les wilayas prospectées et dans les autres régions productrices de la pomme de terre en Algérie pour compléter l'information sur la distribution de ces nématodes et établir une cartographie de leur répartition à l'échelle nationale et établir ainsi une stratégie de contrôle intégrée.

Conclusion générale

Conclusion

Dans notre étude nous nous sommes intéressés à l'étude de l'état d'infestation de quelques parcelles situées dans l'ouest algérien (Chlef, Mostaganem, Mascara) par les nématodes à kystes *Globodera* inféodés à la culture de la pomme de terre.

Les résultats obtenus montrent que ces parasites sont présents dans l'ouest algériens puisqu'ils sont détectés dans les différents sites d'échantillonnage des trois wilayas étudiées. Ils sont signalés sous forme de kystes pleins ou vides avec une abondance des kystes vides. Les densités de ces derniers sont significativement différentes dans les régions étudiées.

La fréquence de l'infestation est très élevée puisque dans trente quatre des trente six parcelles échantillonnées (soit une fréquence de 94,44%), des kystes pleins de ces nématodes sont détectés.

Les degrés d'infestation estimés par le nombre des œufs et des larves par gramme du sol diffèrent d'une wilaya à une autre, d'une commune à une autre voir entre les parcelles. Cependant, ces degrés n'ont pas atteint le seuil de nuisibilité dans les trois wilayas étudiées. Le degré le plus élevé est noté dans la parcelle P1 de Chlef avec 4,34 œufs + juvéniles /g du sol. P ??? Mascara avec 0,78 œufs + juvéniles /g du sol.

Les variations des nombres d'œufs et des larves contenus dans les kystes des différentes populations collectées dans les différentes régions n'étaient pas significatives.

L'interaction de différents facteurs (climatiques, édaphiques et humains) serait la cause de l'infestation des parcelles prospectées. La rotation non raisonnée, le type d'irrigation et le choix de la variété de la pomme de terre cultivée sont les principaux facteurs qui influencent le développement et la dissémination de ces nématodes. Donc, il faudrait utiliser des rotations longues (4 à 6 ans) en introduisant des plantes non hôtes et choisir des variétés résistantes à ce ravageur afin de limiter sa pullulation et sa propagation et ainsi augmenter le rendement et la production de la pomme de terre.

En perspectives :

Il serait intéressant d'élargir cette étude à d'autres régions productrices de la pomme de terre en Algérie. Il faut faire des prospections régulières afin de compléter l'information sur la distribution de ces nématodes et les densités de leurs populations dans le sol.

Identifier les espèces qui sont présentes dans les différentes régions afin de choisir les méthodes de lutte appropriées.

Il faut développer la bioécologie de ces nématodes en accordant une attention particulière aux pathotypes.

Etudier la virulence des populations des espèces de *Globodera* à l'égard des variétés de la pomme de terre.

Conclusion

Faire des test de sensibilité des variétés de pomme de terre vis-à-vis de ces nématodes afin de choisir les plus résistantes pour les introduire dans le système de culture.

Il serait intéressant de rechercher des méthodes de lutte alternatives aux nématocides chimiques qui seraient plus respectueuses pour l'environnement et à la vie humaine.

Il serait primordial d'organiser des campagnes de vulgarisation et de sensibilisation des agriculteurs sur les dégâts qui peuvent être occasionnés par ces nématodes sur la culture de pomme de terre.

Créer des services spécialisés dans la surveillance qui pourraient détecter la présence de ces ravageurs précocement et intervenir par des méthodes de lutte appropriés afin de diminuer les risques d'infestation, le développement et la dissémination de ces parasites.

***Références
bibliographiques***

References bibliographiques

- **AGRIOS G.N. ,2005**-plant pathologie,5Hedn.Ed Academic press.USA.922P
- **AMIROUCHE L., 2009**- Le développement de la culture de pomme de terre en algérie: rappels historiques et état des lieux. Revue FILAHA INNOVE, n° 03, 7 p.
- **ANONYME, 2000**. Histoire de la pomme de terre, fédération des producteurs de la pomme de terre de Québec CF.PPTQ: www.fpptq.aq.ca.
- **BALDWIN K. H., 2006**- Rotation des cultures dans les exploitations biologiques. Ed. CEEC (Centr for Enviromental Farming Système), 18p.
- **BALOUL D., 2012** - *Contribution à l'étude de la bio écologie 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.
- **BEHRENS E., 1975- Globodera skarlovich 1959** un genre indépendant de la sous famille des Hetroderinae skarbiovich, 1949 (Nematoda : Heteroderidae). *Problemen der Phytoneumatologie* N 01, pp. 12-26.
- **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*.
- **BELAIRE G., 2005**-les nematodes, ces anguillules qui font suer les plantes par la Racine .phytoprotection, 86(1):65-69.
- **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 (Desirée et Spunta) au laboratoire*. Mémoire d'ingénieur en Agronomie, Institut National Agronomique El-Harrach, Alger, 57 p.
- **BERNAHARDS U., 1998** -La pomme de terre Solanum tuberosumL. Monographie.
- **Blanchard A., 2007**- *Identification, polymorphisme et évolution moléculaire de gènes du pouvoir pathogène chez le nématode à kyste de la pomme de terre Globodera pallida*. Thèse Doctorat, Université de Rennes. 264 p.
- **BLAXTER M.L, 1998**-caenorhabdites elegans is a nematode , sciences 282(5396)-2041-2046.
- **BLUMENTHAL T et DAVIS RE, 2004**- Exploiring nematode diverisity, nature genetics, 36:1246-1247.

- **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.*
- **BOUCHET PH., GUIGNARD J-L., VALLARD, 1999-** *Les champignons mycologi fondamentale et appliquée.* Ed : MASSON S.A- 120, bd Saint- Germain, 75280 Paris Cedex 06. 113P.
- **BOUFARES K, 2012.** Comportement de trois variétés de pommes de terre (Spunta, Désirée et Chubaek) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique. Thèse de magister. Université Aboubekr Belkaid Tlemcen. 108p.
- **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.
- **BOURAHLA A, 2007.** Evaluation de la réponse de la culture de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) conduite en apport d'eau limité. Thèse de magister. INA d'El Harrach. Alger. P.60.
- **BOUZNAD Z.,AITOUDA M.,KEDA A.,MOKABLIA A.,SIAFA A., et YAHIAOUI S.,2008-**principaux ravageurs et maladies de la pomme de terre :agent responsables , dégât , condition de développement et méthode de lutte journée d'étude sur la filière pomme de terre :situation actuelle et perspective I.N.A el Harrach.
- **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.
- **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, 6.
- **CHAUMETON H., JUTIER S., FRANGNAUD C, 2006.** *La culture des pommes de terre.* 93p.
- **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, Synthès.
- **CHEYSEN G.,et FENOLL C.,2002-** genre expression in nematode feeding sites, *ann.rev.phytopathol*, 4 :191-219.

- **D.S.A DE MASCARA, 2017.** Direction des services Agricoles de la wilaya de Mascara.
- **D.S.A DE MOSTAGANEM ,2017.** Direction des services Agricoles de la wilaya de Mostaganem.
- **D.S.A.DE CHLEF, 2017.**Direction des services Agricoles de la wilaya de Chlef
- **DARPOUX R et DUBELLEY M., 1967.** *Les plantes sarclées.* Edition. J.B. Baillière et fils France. Collection d'Enseignement Agricole. 307p.
- **DJEBBOUR F Z, 2015.** Evaluation de l'état d'infestation de quelques parcelles par les nématodes à kystes Globodera de la pomme de terre-Enquête sur ces parasites dans la région d'Ain Defla. Mémoire ing. Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana.74p.
- **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.
- **DORE T., LE BAIL M, MARTIN P., NEY B., ROGER-ESTRADE J., 2006.** *L'agronomie aujourd'hui.* Quae: Paris.
- **EPPO,2009-EPPO Standars – Diagnostics – PM 7/40(2) Globodera rostochiensis and Globodera pallida .** Bull.
- **EPPO/OEPP, 2004-**Diagnostic protocols for regulated pestes Globodera rostochiensis and Globodera pallid. OEPP/EPPO.
- **FAO (Food and Agriculture Organization), 2012-.** Les principaux producteurs et consommateurs de la pomme de terre dans le monde. FAOSTAT.
- **FAO 2009.** Union national des producteurs de la pomme de terre. CONGRES 2014.
- **FAO 2013.** FILIERE POMMES DE TERRE EN NORD6PAS DE CALAIS. Affaires économiques et prospective-juin 2015.
- **GHEYSEN G. et FENOLL C., 2002-** Genre expression in nematode feeding sites. *Ann.Rev. Phytopathol*, 4: 191-219.
- **GRECO N., 1988-** potato cust nematodes. Globodera rostochiensis and *G. Pallida.* Ed. f l c. deot- agri. ET consumer serv. Nematologist, agraria Italy, 337 p.
- **GRISON C, 1983.** *La pomme de terre caractéristiques et qualité alimentaire.* Ed. CSTA. Rue de général Fay. 75008. Paris. 88p.
- **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.

- **GUANY A. et MIMAUD J., 1971**-Les méthodes physique de lutte, Pp. 595-606in: Les nématodes agent of *Globodera pallida*, *Journa. Nematol*, Vol. 13pp. 438-439.
- **HAWKES J G, 1990**. *The potato, Evolution, Biodiversity and genetic resources* .London. Belhaven Press. 259p.
- **HLAOUA et al.,** la sensibilités de la varieties de la pomme de terre cultivateés (spunta)
- **HOUIDI H et AHMADI I, 2007**. Contribution à l'étude de l'effet de la fertilisation azotée-potassique sur pomme de terre (*Solanum tuberosum* L. var KONDOR) dans la région de Souf. Mémoire ing. Université Kasdi Merbah. Ouargla.162p.
- **HUGOT JP , BAUJARD P,and MOURAD S,2001** :biodiversity in helminthes and nemathodes as a field of study : anoverview *nematology*,3(3) :199-208.
- **INPV ,2016. (Institut national de la protection des végétaux)**.nematodes a kyste de la pomme de terre *Globodera rostochiensis* et *G. pallida* .Ed :inpv .p
- **ITCMI. ,2006(Institut technique des cultures maraichères et industrielles)**. La production de la pomme de terre en Algérie. Agriculture et développement .INVA, Alger.
- **JATALA, P., 1985-** *Biological control of nematodes*. Anadvanced treatise on *Miloidogyne*. Biology and control. Raleigh, Department of Plant Pathology, North Carolina State University & USAID, 302p.
- **KACEM N,1992-répartition des nématodes a kyste de la pomme de terre dans la wilaya de boumerdes, mémoire d ingénieur en agronomie, institue national agronomique el harnache Alger, 72p.**
- **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.
- **LAHOUEL Z, 2015**. Etude diagnostique de la filière pomme de terre dans la région de Tlemcen. CAS de deux fermes pilotes: Hamadouche et Belaidouni. Mémoire master. Université Aboubekr Belkaid. Tlemcen. 95p
- **MADEC P et PERENNEC, 1962**. *Les relations entre l'induction de la tubérisation et la croissance chez la pomme de terre*. *Ann. Physio. Veg* pp 05-83.

- **MADEC P, 1966.** *Croissance et tubérisation de la pomme de terre.* Bull. Soc. Fr. Plysio. Veg (12) .pp 159-173.
- **MADER-2006-** statistiques de ministère de l agriculture et du développement rural.
- **MAZOUZ K ,2011-** étude préliminaire de la répartition et de la distribution des nématodes a kyste de la pomme de terre ,du genre globodera dans la wilaya de chlef. Mémoire d ingénieure en agronomie, université hassiba ben bouli, chlef,75 p.
- **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.
- **MEZIANE D., 1991-**Histoire de la pomme de terre. Detitique, n°25, 29 p.
- **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.
- **MOXNRS J.F. et HAUSKEN K., 2007-** The population dynamics of potato cyst nématodes. *Ecological modelling*, 207:339- 348.
- **MUGNERY D., 1996-** Nématodes. in : *La pomme de terre.* Rousselle, P., Robert, Y. et Crosnier, J. C., eds. INRA Editions (Paris). pp 164-171.
- **MUGNIERY D, 1979-** Hybridation entre globodera rostochiensis (willenvele et g.pallida(stone).revue de nematologie, 2(2) : 153-159.
- **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.
- **MUGNIERY D., 1975-** Importance des dégâts provoqués par les nématodes à kyste de la pomme de terre: *Globodera pallida* et *Globodera rostochienisis* (Wooll). *Ext. Pro. Agro.* France, pp. 636-644.
- **NOUAD M A., 2009-** Problématique sur la pomme de terre. Revue, *FILAHA INNOVE* n° 03. Pp 5 – 6.
- **OSWALDO T., 2010-** Hommage a la pomme de terre – haute école de sante de Genève, 11 p.
- **QUEZEL P., SANTA S., 1963.** *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.* Ed .C.N.R.S. Paris. 1 .
- **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.

- **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.
- **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.
- **ROUSSELLE P., ROBERT Y. et GROSSUER J.C, 1996-** *La pomme de terre production, Amélioration, Ennemis et maladies.* Utiliation édition R' Doun, 278p.
- **ROUSSELLE P., ROUSSELLE B., ELLISSECHE D, 1992.** *La pomme de terre in Amélioration des espèces végétales cultivées.* Gallais A, Bammerot H. 1992- SAE. 2006.
- **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.
- **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.
- **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.
- **SOLTNER D, 1988.** *Les grandes productions végétales la pomme de terre* Tomme II col. Sciences et techniques agricoles. p.p 240-247.
- **SOLTNER D., 2005-** les grandes productions végétales. 20 Emme édition. Collection sciences et technique agricoles. 472 p.
- **SOMERHAUSEN E., 2006-**Nématodes de la pomme de terre : évaluation dangereuses d'une maladie de quarantaine, P4.
- **STIRILING G. R., 1991-** *Biological control of plant parasitic nematodes: progress, problems and prospects.* CABI, walligford, 284p.
- **STONE A. R, 1972-** *heterodera pallida n.sp (nematoda: Heteroderidae), a second species of potato cyst nematode.* *Nematologica*, 18(4):591-606.

- **STONE A., 1977**-Recent developments and some problems in the taxonomy of *Heterodera*. *Rev. Nematologica*, vol.23, 273 p.
- **STONE A.R., 1973**- *Heterodera pallida* (Nématoda: Heteroderidae), à second species of potato cyst nematode. *Nematologica* N°18, p 591.
- **STUART J., WALE H., WILLIAM P., NIGEL D. et CATTLIN., 2008**- Diseases, pests and disorders of potatoes: a colorhandbook. Ed: academicpress, 176 p.
- **THIERY M, 1996**- etude du polymorphisme biologique ET moléculaire de nematode a kyste de solanacees these de l école nationale supérieure agronomique a Rennes, 116 p.
- **TUNERNER S. J., 1996**- population decline of potato cyst nematodes (*globodera rostochinsis* , *globodera pallida*) in field soils in northern Ireland – annals of applied biology, 129 (2) : 315 – 322.
- www.producteursdepommesdeterre.org.
- **ZINE S, 2009**. Etude de l'effet du paillage plastique noir sur la culture de la pomme de terre *Solanum tuberosum* L., var. Spunta conduite sous système d'irrigation goutte à goutte dans la région d'Oued-Souf. Mémoire ing. Université d'Ouargla. 76p.

Annexes

Annexe 01 : Nombres moyens des kystes (vides, pleins et totaux) de *Globodera* dans les parcelles des trois wilayas prospectées (Chlef, Mascara, Mostaganem).

Wilaya	Communes	Parcelles	Répétition	N KV	NKP	NTK	% KV	% K P	L+ OF/250g	L+OF/1g
Chlef	Chlef	p1	R1	27	9	36	75	25	1191	4,76
			R2	12	7	19	63,16	36,84	942	3,77
			R3	22	8	30	73,33	26,67	1424	5,70
			R4	40	6	46	86,96	13,04	787	3,15
			Moyenne	25,25	7,5	32,75	74,61	25,39	1086	4,34
			Ecart type	11,64	1,29	11,30	9,75	9,75	280,12	1,12
		p2	R1	16	10	26,00	61,54	38,46	1301	5,20
			R2	14	8	22,00	63,64	36,36	1073	4,29
			R3	18	4	22,00	81,82	18,18	557	2,23
			R4	13	6	19,00	68,42	31,58	756	3,02
			Moyenne	15,25	7	22,25	65,82	26,13	939,71	3,76
			Ecart type	2,22	2,58	2,87	9,11	9,11	330,26	1,32
		p3	R1	22	7	29	75,86	24,14	1062	4,25
			R2	17	4	21	80,95	19,05	687	2,75
			R3	18	4	22	81,82	18,18	512	2,05
			R4	13	2	15	86,67	13,33	296	1,18
			Moyenne	17,5	4,25	21,75	81,32	18,68	639,25	2,56
			Ecart type	2,22	1,79	4,97	3,83	3,83	280,63	1,12
	Boukadire	p1	R1	3	4	7	42,86	57,14	700	2,8
			R2	6	3	9	66,67	33,33	461	1,84
			R3	5	2	7	71,43	28,57	329	1,32
			R4	4	0	4	100	0	0	0
			Moyenne	4,5	2,25	6,75	70,24	29,76	372,5	1,49
			Ecart type	1,29	1,71	2,06	23,45	23,45	291,97	1,17

		p2	R1	6	3	9	66,67	33,33	559	2,24
			R2	3	1	4	75	25	202	0,81
			R3	3	0	3	100	0	0	0
			R4	7	2	9	77,78	22,22	295	1,18
			Moyenne	4,75	1,5	6,25	79,86	20,14	264	1,06
			Ecart type	2,06	1,29	3,20	14,23	14,23	232,04	0,93
		p3	R1	4	3	7	57,14	42,86	456	1,824
			R2	4	1	5	80	20	98	0,392
			R3	1	0	1	100	0	0	0
			R4	4	2	6	66,67	33,33	275	1,1
			Moyenne	3,25	1,5	4,75	75,95	24,05	207,25	0,829
			Ecart type	1,50	1,29	2,63	18,57	18,57	201,13	0,80
	Oued fodda	p1	R1	4	2	6	66,67	33,33	213	0,852
			R2	4	5	9	44,44	55,56	645	2,58
			R3	3	0	3	100	0	0	0
			R4	3	1	4	75	25	243	0,97
			Moyenne	3,5	2	5,5	71,53	28,47	275,25	1,10
			Ecart type	0,58	2,16	2,65	22,95	22,95	269,19	1,08
		p2	R1	5	2	7	71,43	28,57	413	1,65
			R2	9	3	12	75	25	486	1,94
			R3	5	1	6	83,33	16,67	366	1,46
			R4	4	4	8	50	50	703	2,81
			Moyenne	5,75	2,5	8,25	69,94	30,06	492	1,97
			Ecart type	2,22	1,29	2,63	14,20	14,20	149,08	0,60
p3	R1	6	4	10	60	40	644	2,58		
	R2	5	4	9	55,56	44,44	555	2,22		
	R3	5	1	6	83,33	16,67	202	0,81		
	R4	2	2	4	50	50	361	1,44		
	Moyenne	4,5	2,75	7,25	62,22	37,78	440,5	1,76		

			Ecart type	1,73	1,50	2,75	14,66	14,66	198,10	0,79
	Ouled faress	p1	R1	6	7	13	46,15	53,85	971	3,88
			R2	12	3	15	80	20	456	1,82
			R3	11	2	13	84,62	15,38	196,00	0,78
			R4	9	1	10	90	10	163	0,65
			Moyenne	9,5	3,25	12,75	75,19	24,81	446,50	1,79
			Ecart type	2,65	2,63	2,06	19,79	19,79	373,41	1,49
		p2	R1	7	7	14	50	17,49	1232	4,93
			R2	10	2	12	83,33	18,02	175	0,7
			R3	13	3	16	81,25	20,03	480	1,92
			R4	9	4	13	69,23	18,83	672	2,69
			Moyenne	9,75	4	13,75	70,95	18,59	639,75	2,56
			Ecart type	2,5	2,16	1,71	15,29	1,10	444,71	1,78
		p3	R1	8	6	14	57,14	14,64	996	3,98
			R2	7	7	14	50,00	13,29	1168	4,67
			R3	13	2	15	86,67	11,91	384	1,54
			R4	18	4	22	81,82	10,24	676	2,70
			Moyenne	11,5	4,75	16,25	68,91	12,52	806	3,22
			Ecart type	5,07	2,22	3,86	18,06	1,89	347,43	1,39
Mascara	Metmoura	p1	R1	3	0	3	100	0	0	0
			R2	6	0	6	100	0	0	0
			R3	6	2	8	75	25	422	1,69
			R4	5	0	5	100	0	0	0
			Moyenne	5	0,5	5,5	93,75	6,25	105,5	0,42
			Ecart type	1,41	1,00	2,08	12,50	12,50	211,00	0,84
		p2	R1	1	0	1	100	0	0	0
			R2	1	0	1	100	0	0	0
			R3	3	0	3	100	0	0	0
			R4	5	1	6	83,33	16,67	134	0,54

			Moyenne	2,5	0,25	2,75	95,83	4,17	33,5	0,13
			Ecart type	1,91	0,50	2,36	8,33	8,33	67,00	0,27
		p3	R1	4	0	4	100	0	0	0
			R2	1	0	1	100	0	0	0
			R3	3	0	3	100	0	0	0
			R4	1	0	1	100	0	0	0
			Moyenne	2,25	0	2,25	100	0	0	0
			Ecart type	1,5	0	1,5	0	0	0	0
	Froha	p1	R1	4	0	4	100	0	0	0
			R2	4	0	4	100	0	0	0
			R3	5	0	5	100	0	0	0
			R4	10	1	11	90,91	9,09	194	0,78
			Moyenne	5,75	0,25	6	97,73	2,27	48,5	0,19
			Ecart type	2,87	0,50	3,37	4,55	4,55	97,00	0,39
		p2	R1	4	0	4	100	0	0	0
			R2	2	0	2	100	0	0	0
			R3	3	0	3	100	0	0	0
			R4	3	0	3	100	0	0	0
			Moyenne	3	0	3	100	0	0	0
			Ecart type	0,82	0,00	0,82	0,00	0,00	0,00	0,0
		p3	R1	2	2	4	50	50	298	1,2
			R2	1	0	1	100	0	0	0
			R3	6	1	7	85,71	14,29	140	0,56
			R4	0	0	0	0	0	0	0
			Moyenne	2,25	0,75	3	58,93	16,07	109,5	0,44
			Ecart type	2,63	0,96	3,16	44,56	23,60	141,94	0,57
	Ghriss	p1	R1	5	0	5	100	0	0	0
			R2	14	3	17	82,35	17,65	476	1,90
			R3	5	0	5	100	0	0	0

		R4	10	0	10	100	0	0	0	
		Moyenne	8,5	0,75	9,25	95,59	4,41	119	0,48	
		Ecart type	4,36	1,50	5,68	8,82	8,82	238,00	0,95	
	p2	R1	11	1	12	91,67	8,33	240	0,96	
		R2	11	0	11	100,00	0,00	0	0	
		R3	11	1	12	91,67	8,33	210	0,84	
		R4	6	0	6	100,00	0,00	0	0	
		Moyenne	9,75	0,5	10,25	95,83	4,17	112,5	0,45	
		Ecart type	2,50	0,58	2,87	4,81	4,81	130,48	0,52	
	p3	R1	12	1	13	92,31	7,69	340	1,36	
		R2	11	0	11	100	0	0	0	
		R3	11	0	11	100	0	0	0	
		R4	14	2	16	87,5	12,5	403	1,61	
		Moyenne	12	0,75	12,75	94,95	5,05	185,75	0,74	
		Ecart type	1,41	0,96	2,36	6,15	6,15	216,02	0,86	
	Makda	p1	R1	10	4	14	71,43	28,57	485	1,94
			R2	9	0	9	100	0	0	0
			R3	10	0	10	100	0	0	0
			R4	14	1	15	93,33	6,67	287	1,15
			Moyenne	10,75	1,25	12	91,19	8,81	193	0,77
			Ecart type	2,22	1,89	2,94	13,54	13,54	237,06	0,95
		p2	R1	7	3	10	70	30	539	2,16
			R2	8	0	8	100	0	0	0
			R3	13	0	13	100	0	0	0
			R4	9	1	10	90	10	243	0,97
			Moyenne	9,25	1	10,25	90	10	195,5	0,78
			Ecart type	2,63	1,41	2,06	14,14	14,14	256,05	1,02
		p3	R1	3	1	4	75	25	186	0,74
			R2	4	2	6	66,67	33,33	360	1,44

			R3	5	0	5	100	0	0	0
			R4	1	0	1	100	0	0	0
			Moyenne	3,25	0,75	4	85,42	14,58	136,5	0,55
			Ecart type	1,71	0,96	2,16	17,18	17,18	172,88	0,69
Mostaganem	Mesra	P1	R1	10	6	16	62,5	37,5	1661	6,64
			R2	9	4	13	69,23	30,77	592	2,37
			R3	21	4	25	84	16	834	3,34
			R4	18	2	20	90	10	438	1,75
			Moyenne	14,5	4	18,5	76,43	23,57	881,25	3,53
			écart type	5,92	1,63	5,20	12,75	12,75	544,79	2,18
		P2	R1	9	3	12	75	25	470	1,88
			R2	4	2	6	66,67	33,33	350	1,4
			R3	3	1	4	75	25	390	1,56
			R4	0	0	0	0	0	0	0
			Moyenne	4	1,5	5,5	54,17	20,83	302,5	1,21
		écart type	3,74	1,29	5	36,32	14,43	207,75	0,83	
		P3	R1	3	0	3	100	0	0	0
			R2	5	3	8	62,5	37,5	765	3,06
	R3		7	1	8	87,5	12,5	198	0,79	
	R4		15	2	17	88,24	11,76	259	1,04	
	Moyenne		7,5	1,5	9	84,56	15,44	305,5	1,22	
	écart type		5,26	1,29	5,83	15,78	15,78	325,67	1,30	
	Hassi memache	P1	R1	7	0	7	100	0	0	0,00
			R2	11	1	12	91,67	8,33	322	1,29
			R3	2	2	4	50	50	448	1,79
R4			9	1	10	90	10	160	0,64	
Moyenne			7,25	1	8,25	82,92	17,08	232,5	0,93	
écart type			3,86	0,82	3,5	22,38	22,38	194,73	0,78	
P2		R1	17	4	21	80,95	19,05	623	2,49	

			R2	15	4	19	78,95	21,05	816	3,26
			R3	18	2	20	90	10	243	0,97
			R4	15	1	16	93,75	6,25	233	0,93
			Moyenne	16,25	2,75	19	85,91	14,09	478,75	1,92
			écart type	1,5	1,5	2,16	7,10	7,10	288,97	1,16
		P3	R1	3	1	4	75	25	91	0,36
			R2	3	0	3	100	0	0	0
			R3	1	1	2	50	50	130	0,52
			R4	0	0	0	0	0	0	0
			Moyenne	1,75	0,5	2,25	56,25	18,75	55,25	0,22
			écart type	1,5	0,58	1,71	42,70	23,94	65,75	0,26
	Bougirat	P1	R1	7	4	11	63,64	36,36	650	2,6
			R2	8	3	11	72,73	27,27	311	1,24
			R3	13	3	16	81,25	18,75	483	1,93
			R4	10	2	12	83,33	16,67	337	1,35
			Moyenne	9,5	3	12,5	75,24	24,76	445,25	1,78
			écart type	2,65	0,82	2,38	8,99	8,99	156,09	0,62
		P2	R1	9	7	16	56,25	43,75	811	3,24
			R2	4	3	7	57,14	42,86	461	1,84
			R3	14	2	16	87,5	12,5	306	1,22
			R4	6	1	7	85,71	14,29	99	0,40
			Moyenne	8,25	3,25	11,5	71,65	28,35	419,25	1,68
			écart type	4,35	2,63	5,20	17,29	17,29	300,33	1,20
		P3	R1	7	1	8	87,5	12,5	106	0,42
			R2	5	0	5	100	0	0	0
			R3	6	0	6	100	0	0	0
			R4	4	0	4	100	0	0	0
			Moyenne	5,5	0,25	5,75	96,875	3,125	26,5	0,11
			écart type	1,29	0,50	1,71	6,25	6,25	53,00	0,21

	Ain nouissy	P1	R1	5	1	6	83,33	16,67	120,00	0,48
			R2	5	0	5	100	0	0	0
			R3	6	0	6	100	0	0	0
			R4	6	1	7	85,71	14,29	93	0,37
			Moyenne	5,5	0,5	6	92,26	7,74	53,25	0,21
			écart type	0,58	0,58	0,82	8,99	8,99	62,47	0,25
		P2	R1	9	5	14	64,29	35,71	788	3,15
			R2	11	4	15	73,33	26,67	634	2,54
			R3	9	1	10	90	10	91	0,36
			R4	10	2	12	83,33	16,67	235	0,94
			Moyenne	9,75	3	12,75	77,74	22,26	437	1,75
			écart type	0,96	1,83	2,22	11,28	11,28	327,89	1,31
		P3	R1	8	3	11	72,73	27,27	495	1,98
			R2	14	2	16	87,5	12,5	294	1,18
			R3	6	0	6	100	0	0	0
			R4	10	3	13	76,92	23,08	597	2,39
			Moyenne	9,5	2	11,5	84,29	15,71	346,5	1,39
			écart type	3,42	1,41	4,20	12,18	12,18	263,07	1,05

Annexe 02 : Nombres d'œufs et larves par kyste dans les différentes parcelles des trois wilayas prospectées (Chlef, Mascara, Mostaganem).

Wilaya	Commune	Parcelle	Répétition	Nombre de kystes plain	Nombre d œufs+juvéniles
Chlef	Chlef	P1	R1	09	230
					89
					120
					136
					96
					98
			R2	07	93
					143
					192
					90
					111
					136
		R3	08	187	
				98	
				100	
				220	
				263	
				390	
				92	
				166	
		R4	06	128	
				224	
				63	
				98	
				120	
				96	
				130	
		P2	R1	10	210
					120
					111
					180
					96
					176
			R2	08	92
					110
					123
142					
156					
84					
			142		
			90		
			84		
			166		
					224

					120
					143
					126
					120
			R3	04	94
					143
					200
					120
			R4	06	94
					143
					140
					137
					144
					98
		P3	R1	07	220
					280
					136
					132
					91
					103
					100
			R2	04	285
					96
					186
					120
			R3	04	99
					154
					96
					163
			R4	02	160
					136
	Boukadir	P1	R1	04	129
					260
					160
					151
			R2	03	213
					156
					92
			R3	02	96
					233
			R4	00	00
		P2	R1	03	89
					284
					186
			R2	01	202
			R3	00	00
			R4	02	130
					165
		P3	R1	03	240
					122

					94		
			R2	01	98		
			R3	00	00		
			R4	02	135		
					140		
	Oued fodda	P1	R1	02	120		
						93	
				R2	05	186	
						151	
						99	
						88	
						121	
					R3	00	00
				R4	01	243	
			P2	R1	02	280	
						133	
				R2	03	103	
						96	
						287	
					R3	01	366
					R4	04	242
						260	
					96		
					105		
			P3	R1	04	243	
						166	
						140	
						95	
					R2	04	166
					104		
					165		
					120		
			R3	01	202		
			R4	02	160		
					201		
	Ouled faress	P1	R1	07	93		
						163	
						186	
						151	
						196	
						98	
						84	
					R2	03	160
					134		
					162		
				R3	02	94	
					102		
				R4	01	163	
			P2	R1	07	151	
					160		

					144
					240
					262
					95
					180
			R2	02	29
					146
			R3	03	196
					124
					160
			R4	04	79
					120
					260
					213
		P3	R1	06	120
					320
					210
					151
					96
					99
			R2	07	144
					160
					230
					140
					187
					87
					220
			R3	02	151
					233
			R4	04	160
					320
					94
					102

Wilaya	Commune	Parcelle	Répétition	Nombre de kyste plain	Nombre d œufs+larves
Mascara	Metmoura	P1	R1	00	00
			R2	00	00
			R3	02	180
					242
		P2	R1	00	00
			R2	00	00
			R3	00	00
			R4	01	134
		P3	R1	00	00
			R2	00	00
			R3	00	00
			R4	00	00

	Froha	P1	R1	00	00
			R2	00	00
			R3	00	00
		P2	R4	01	194
			R1	00	00
			R2	00	00
			R3	00	00
		P3	R4	00	00
			R1	02	143
					155
			R2	00	00
		Ghriss	P1	R3	01
	R4			00	00
	R1			00	00
	R2			03	174
					180
	P2				122
			R3	00	00
			R4	00	00
			R1	01	240
	P3		R2	00	00
			R3	01	210
			R4	00	00
		R1	01	340	
	Makda	P1	R2	00	00
			R3	00	00
			R4	01	287
					210
					193
			R1	04	165
					96
		P2			130
					94
R2			00	00	
R3			00	00	
R4			01	243	
P3	R1	03	134		
			162		
			243		
	R2	00	00		
	R3	00	00		
P3	R4	01	243		
	R1	01	186		
	R2	02	136		
			224		
	R3	00	00		
		00			
		00			

Wilaya	Commune	Parcelle	Répetition	Nombre de kyste plain	Nombre d œufs+larves	
Mostaganem	Messra	P1	R1	06	83	
					140	
					76	
					192	
					264	
					156	
			R2	04	96	
				88		
				120		
				288		
				R3	04	129
					260	
		124				
		321				
		R4	02	242		
			196			
		P2	R1	03	121	
				213		
				136		
				190		
			R2	02	160	
				390		
			R3	01	00	
			R4	00	00	
	P3	R1	00	00		
			156			
			243			
			366			
		R2	03	198		
			163			
		R3	01	96		
		R4	02			
	Hassi memache	P1	R1	00		
				322		
				284		
				164		
			R2	01	160	
				132		
				69		
				186		
			P2	R1	04	236
					188	
					420	
					120	
		R2		04	86	
				92		
				151		
				233		
R3		02	91			
		233				
		91				
		00				
P3		R1	01	91		
			00			
		R2	01	91		
			00			

			R3	01	130		
	Bouguirat	P1	R1	04	330		
					120		
					99		
			101				
			R2	03	129		
					93		
					89		
			R3	03	73		
					126		
		284					
		R4	02	136			
				201			
		P2	R1	07	93		
					131		
					202		
					86		
					120		
					99		
			R2	03	80		
					163		
	96						
	R3		02	202			
				186			
				120			
	P3			99			
				R1	01	106	
				R2	00	00	
				R3	00	00	
	Ain nouissy	P1			R4	00	00
					R1	01	120
					R2	00	00
					R3	00	00
		P2	R1	05	93		
					280		
					193		
					84		
			133				
			98				
			R2	04	163		
					240		
		122					
		109					
		P3	R1	03	91		
	R3				01	132	
	R4				02	103	
				169			
				123			
				203			
			R2	02	201		

					93
			R3	00	00
			R4	03	210
					100
					287

Annexe 03 : Résultats d'enquête sur les nématodes à kystes *Globodera* de la culture de pomme de terre.

wilaya	commune	parcelle	Type de sol	Précédent culturale	Variété utilisé	Mode d'irrigation	
Chlef	Chlef	P1	Limono-argileux.	Céréale / pomme de terre / pois chiche.	kondor	aspersion	
		P2	Argilo-limoneux.	Pastèque/pomme de terre/céréales.	kondor	aspersion	
		P3	Sablo-limoneux.	Jachère/ laitue /pastèque/pomme de terre.	spunta	aspersion	
	Oued fouda	P1	Sablo-limoneux.	Pomme de terre/blé dur/ chou fleur.	spunta	aspersion	
		P2	Sablo-limoneux.	Pomme de terre/ jachère/pomme de terre.	spunta	aspersion	
		P3	Sablo-limoneux.	Pomme de terre/céréales /melon.	spunta	aspersion	
	Boukadir	P1	Argilo-limoneux.	Pomme de terre/jachère/ céréales.	spunta	aspersion	
		P2	Sablo-limoneux.	Pomme de terre/ pomme de terre/laitue.	spunta	aspersion	
		P3	Argilo-limoneux.	Pomme de terre/céréales /pomme de terre.	spunta	aspersion	
	Ouled fares	P1	Limono-argileux.	Jachère/blé dur/pomme de terre.	spunta	aspersion	
		P2	Sablo-limoneux.	Pastèque/pomme de terre/laitue.	spunta	aspersion	
		P3	Sablo-limoneux.	Blé tendre/pomme de terre/laitue.	spunta	aspersion	
	Mostaganem	Mesra	P1	Sablo-limoneux	Pomme de terre/pastèque.	Spunta	aspersion

		P2	Sablo- limoneux.	Jachère/pomme de terre/jachère.	spunta	aspersion	
		P3	Sablo- limoneux.	Fenouil/pomme de terre/céréales.	spunta	aspersion	
		Ain nuissy	P1	Sablo- limoneux.	Pomme de terre/pomme de terre/pois chiche.	spunta	aspersion
		P2	Limoneux- argileux.	Pomme de terre/melon/pomme de terre.	spunta	aspersion	
		P3	Sablo- limoneux.	Jachère/blé dur/pastèque/ pomme de terre	spunta	aspersion	
		Bougirat	P1	Sablo- limoneux.	Pomme de terre/orge/pomme de terre.	spunta	aspersion
		P2	Limono- argileux.	Pomme de terre/pomme de terre/pomme de terre.	spunta	aspersion	
		P3	Limono- argileux.	Pomme de terre/jachère/ céréales.	spunta	aspersion	
		Hassy Mamache	P1	Sablo- limoneux.	Blé tendre/pomme de terre/céréales.	spunta	aspersion
		P2	Limono- argileux.	Jachère/pomme de terre/blé tendre.	spunta	aspersion	
		P3	Sablo- limoneux.	Melon/pois chiche/pomme de terre/pomme de terre.	spunta	aspersion	
		Mascara	Froha	P1	Sablo- limoneux.	Fenouil/pomme de terre/laitue.	spunta
			P2	Sablo- limoneux	Pomme de terre/céréales /blé tendre.	spunta	aspersion
			P3	Sablo- limoneux.	Jachère/pomme de terre/blé	spunta	aspersion

				tendre.		
Makda	P1	Sablo- limoneux.	Jachère/pomme de terre/jachère.	spunta	aspersion	
	P2	Sablo- limoneux.	Pastèque/céréales/pomme de terre.	spunta	aspersion	
	P3	Sablo- limoneux.	Pomme de terre/laitue/jachère.	spunta	aspersion	
Ghriss	P1	Sablo- limoneux.	Pomme de terre/chou- fleur/blé tendre.	kondor	aspersion	
	P2	Sablo- limoneux	Pastèque/blé tendre/pomme de terre.	kondor	aspersion	
	P3	Sablo- limoneux.	Pomme de terre/pomme de terre/pomme de terre.	kondor	aspersion	
Metmora	P1	Sablo- limoneux.	Laitue/céréales/pastèque.	kondor	aspersion	
	P2	Sablo- limoneux.	Jachère/pomme de terre/melon.	kondor	aspersion	
	P3	Sablo- limoneux.	Pomme de terre/jachère/ pomme de terre/pomme de terre.	kondor	aspersion	

Résumé

Résumé

Notre travail consiste à l'étude de l'état d'infestation de quelques parcelles cultivées en pomme de terre dans trois wilayas situées dans l'ouest algérien (Chlef, Mascara et Mostaganem) par les nématodes *Globodera* sp. Il est basé sur l'analyse nématologique des échantillons du sol prélevés de différentes parcelles.

Les résultats indiquent la présence de ces parasites dans toutes les régions prospectées avec des degrés d'infestation différents d'une région à une autre. Cependant, le seuil de nuisibilité n'a pas été atteint dans toutes les parcelles. Le degré d'infestation le plus élevé est noté dans la parcelle P1 de Chlef avec 4,34 œufs +juvéniles /g du sol. La variation de l'infestation est le résultat de plusieurs facteurs liés au système de la culture, aux conditions environnementales.

Mot clé : pomme de terre, *Globodera*, degré d'infestation ouest algérien

Abstract

Our work consists in the study of the state of infestation by the nematodes *Globodera* sp. in thirty six cultivated plots with potatoes, situated in three provinces in western Algeria : Chlef, Mascara and Mostaganem The present work is based on the nematological analysis of soil samples taken from those plots.

The results indicate the presence of these parasites in all the surveyed regions with different degrees of infestation. However, the threshold of 10 larves per gr. of soil was not reached in all the plots. However, the highest degree of infestation is noted in Chlef' P1 plot with 4.34 eggs+ larves/ gr. soil. The variation of the infestation of our results is probably affected by several factors related to the agro-system and to environmental conditions.

Key words: potato, *Globodera*, degree of infestation, western Algeria

الملخص

يشمل عملنا دراسة حالة الإصابة لبعض قطع اراضي مزروعة بالبطاطا في ثلاث ولايات تقع في غرب الجزائر (الشلف ، معسكر و مستغانم بالديدان الخيطية وهو يعتمد على تحاليل نيماطودية لعينات تربة مأخوذة من قطع مختلفة تشير النتائج إلى وجود هذه الطفيليات في جميع المناطق المشمولة بالدراسة بدرجات مختلفة من الإصابة من منطقة إلى أخرى إلا أن درجة الإصابة لم تصل إلى عتبة الضرر في كل المناطق و لوحظت أعلى درجة إصابة في القطعة الأرضية لولاية الشلف ب تنوع الإصابة هو نتيجة لعدة عوامل تتعلق بنظام الزراعة و العوامل البيئية كلمات مفتاح درجة إصابة البطاطا غرب الجزائر.