



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

N° série: .....

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي  
Université Echahid Hamma Lakhdar –El-OUED  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
قسم العلوم الفلاحية  
Département de sciences Agronomiques

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences  
Agronomiques  
Spécialité : Production végétale

### THEME

**Contribution à l'étude des nématodes à kystes (*Globodera* sp.)  
inféodés à la culture de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.)  
dans la région de Souf**

Soutenue le: / /2020

Présenté par : BEGGAS Youcef  
MOSBAHI Med Lakhdar

Devant le jury:

Président	: SELMANE Mehdi	M.C.B.	Université d'El Oued.
Promoteur	: GUEHEF Zahra Hadda	M.A.B.	Université d'El Oued.
Examineur	: ALIA Zaid	M.C.B.	Université d'El Oued.

Année universitaire 2019/2020

## Remerciements

A notre président de thèse, M. SELMANE Mehdi, M.C.B au Département d'Agronomie de Faculté SNV de l'Université de Hamma Lakhder d'El-Oued

Merci de nous faire l'honneur de juger notre travail et de présider cette thèse, veuillez trouver ici l'expression de notre sincère reconnaissance.

A notre directrice de thèse, Mlle QUEHEF Zahra Hadda, Maître assistant B au Département d'Agronomie de Faculté SNV de l'Université de Hamma Lakhder d'El-Oued

Pour avoir proposé ce sujet et surtout d'avoir accepté de le diriger. Merci pour votre patience, vos conseils et votre disponibilité. Veuillez trouver ici nos sincères remerciements.

A M ALIA Zaid M.C.B. au Département d'Agronomie de Faculté SNV de l'Université de Hamma Lakhder d'El-Oued.

Pour l'honneur que vous nous faites de siéger parmi ce jury. Veuillez trouver l'expression de notre sincère reconnaissance

Nous remercions l'ensemble du personnel du laboratoire pédagogique N°05, de l'Université de Hamma Lakhder d'El-Oued et particulièrement Mme REZIGUE Bouchra.

Nous remercions vivement tous les agriculteurs pour leur patience et leurs aides afin de mener à bien notre enquête durant de nombreuses sorties à travers toutes les parcelles prospectées de la région du souf.

Nos remerciements vont enfin à tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont aidés à la réalisation de cette étude.

A decorative illustration featuring a yellow scroll with a peacock feather and an inkwell. The scroll is unrolled and has a slightly aged, textured appearance. To the right of the scroll, there is a vibrant peacock feather with a prominent 'eye' pattern in shades of blue, green, and yellow. Below the feather is a small, dark inkwell with a wooden dipper resting inside it. The entire scene is set against a plain white background.

*A une Algérie prospère et stable, je dédie  
ce modeste travail.*

*Lakhdar*

*Dédicace*

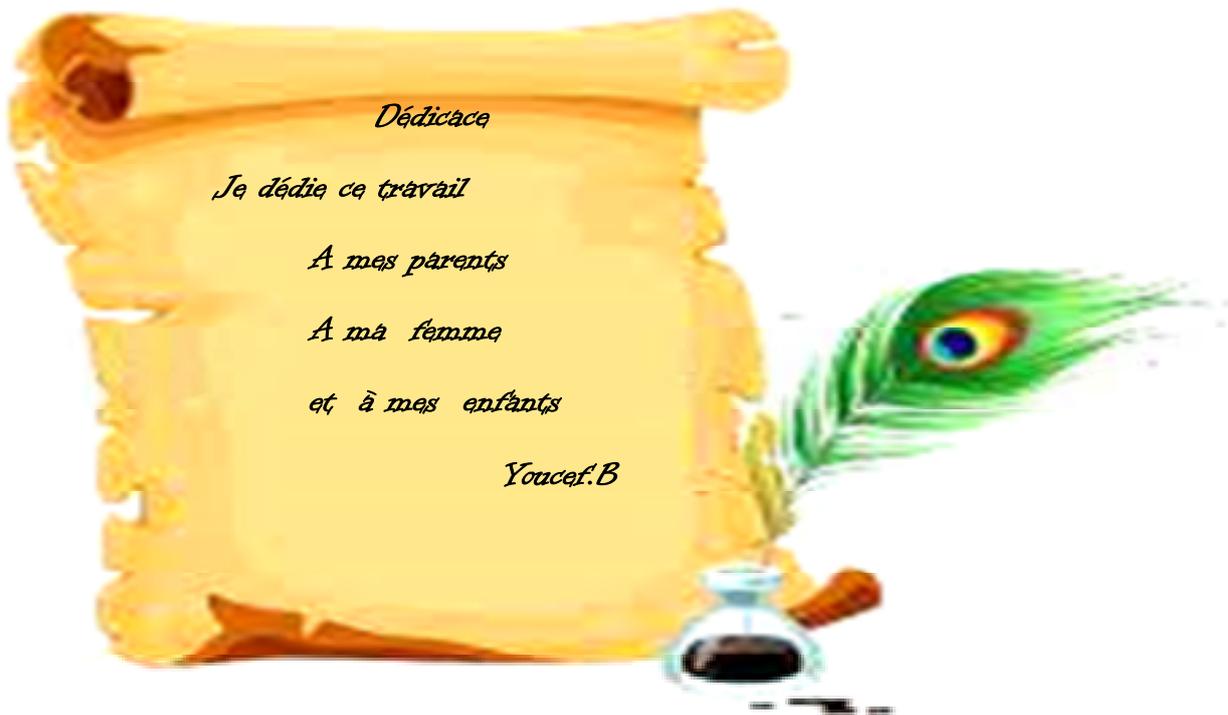
*Je dédie ce travail*

*A mes parents*

*A ma femme*

*et à mes enfants*

*Youcef.B*



## Résumé

Notre travail consiste à l'étude de l'état d'infestation de quelques parcelles cultivées en pomme de terre dans 18 communes de la région du Souf par les nématodes à kystes *Globodera sp.* Il consiste aussi à une enquête sur ces parasites auprès des exploitations agricoles situées dans cette wilaya. Les résultats de l'analyse nématologique indiquent la présence de ces parasites sous forme de kystes pleins et à degré moindre des kystes vides dans la totalité des parcelles. Le degré d'infestation le plus élevé est enregistré dans une parcelle située dans la commune de Magrane avec 171 d'œufs+juvéniles/g du sol. Le seuil de nuisibilité n'a pas été atteint dans 13% des parcelles infestées. L'enquête réalisée a révélé un manque de formation agricole chez les agriculteurs et l'inefficacité de système de vulgarisation agricole. Le mode de gestion de ce fléau est médiocre. Des techniques culturales contribuent à leur multiplication et dissémination.

**Mots clé:** *Globodera sp.*, nématodes, degré d'infestation, pomme de terre, Souf.

## Abstract

Our work consists of studying the state of infestation of a few plots cultivated with potatoes in 18 communes of the Souf region by the cyst nematodes *Globodera sp.* It also consists of an investigation of these parasites among farms located in this wilaya. The results of the nematological analysis indicate the presence of these parasites in the form of full cysts and to a lesser extent empty cyst in all the plots. The highest level of infestation is recorded in a plot located in the municipality of Magrane with 171 eggs + juveniles / g of soil. The threshold of harmfulness was not reached in 13% of the infested plots. The survey carried out revealed a lack of agricultural training among farmers and an ineffective agricultural extension system. The management method of this scourge is poor. Cultural techniques contribute to their multiplication and dissemination.

**Keywords:** *Globodera sp.*, nematodes, degree of infestation, potato, Souf.

## ملخص

يتكون عملنا من دراسة حالة الإصابة في بعض قطع الأمراض المزروعة بالبطاطا في بلدية من منطقة سوف بينما تودا ذات الأكياس *Globodera sp.* كما يتضمن التحقيق في وجود هذه الطفيليات بين المزارع الموجودة في هذه الولاية. تشير نتائج التحليل النيماتولوجي إلى وجود هذه الطفيليات في شكل أكياس ممتلئة ودرجة أقل أكياس فارغة في جميع الحقول. تم تسجيل أعلى مستوى للإصابة في قطعة أرض تقع في بلدية المقرن بواقع بيضة + يرقة / جم من التربة. لم يتم الوصول إلى حد الضرر في % من الأمراض الموبوءة. كشف المسح الذي تم إجراؤه عن نقص التدمير الزراعي بين المزارعين وعدم فاعلية نظام الإرشاد الزراعي. إن طريقة إدارة هذه الآفة سيئة. تساهم التقنيات الثقافية في تكاثرها وإبشارها. الكلمات المفتاحية: *Globodera sp.*، نيماتودا، درجة الإصابة، البطاطا، سوف.

## LISTE DES ABREVIATIONS

%	: Pour cent.
.OEPP	: Organisation Européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes.
°C	: Degré Celsius.
µm	: Micron
cm	: centimètre
DSA	: Direction des Services Agricoles.
E	: Elite
ET	: Ecart type
FAO	: Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture.
Fig.	: Figure.
Fig.	: Figure
g	: Gramme.
ha	: Hectare.
hl	: Hectolitre
INPV	: Institut National de la Protection des Végétaux
ITCMI	: Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles.
Kg	: kilogramme
l	: Litre
L <sub>2</sub>	: Larve
ml	: Millilitre
mm	: millimètre
NKP	: nombre de kystes pleins
NKV	: nombre de kystes vides
NPK	: Azote, Phosphate, Potassium
NTK	: nombre totale de kystes
OBJ	: Objectif
PCN	: Nématode à kystes de la pomme de terre
PdT	: Pomme de terre
PdT/AS	: Pomme de terre arrière saison
PREV	: Prévu
PROD	: Production
Qx	: Quintaux
RDT	: Rendement
REAL	: Réalisé
RECOL	: Récolté
SC	: suspension concentrée
SE	: Super Elite
SL	: concentré soluble
UE	: Union Européenne
WP	: poudre mouillable

## Liste des figures

Fig N°	Titre de figure	Page
Figure 1	Evolution des superficies et de production de la pomme de terre dans la région du Souf du 1999 à 2019	5
Figure 2	Rendements de la culture de la de pomme de terre dans la région du Souf 1999 à 2019	5
Figure 3	Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre	7
Figure 4	Cycle de développement de la pomme de terre.	9
Figure 5	Carte de répartition des nématodes à kystes de la pomme de terre 01/07/2016.	20
Figure 6	Femelle adulte d'un nématode à kyste de la pomme de terre	22
Figure 7	Mâle adulte d'un nématode à kyste de la pomme de terre	23
Figure 8	Deuxième stade larvaire du nématode à kyste de la pomme de terre	23
Figure 9	(A) kystes des nématodes à kystes pâle ( <i>G. pallida</i> ), (B) kystes de nématode doré ( <i>G. rostochiensis</i> )	24
Figure 10	Cycle de vie des nématodes à kyste en stades larvaires (juvéniles et mues)	26
figure 11	Femelle adulte surmontée d'un mâle adulte	27
Figure 12	Diagramme de cycle de vie des nématodes dorés <i>G. rostochiensis</i>	28
Figure 13	Modèle d'interaction potentielle entre les produits de sécrétions des nématodes et la cellule végétale	31
Figure 14	Femelle a rompu le cortex de racine	33
Figure 15	Dégâts des nématodes dans un champ de pomme de terre	34
Figure 16	Symptômes d'infestation d'une plante de PdT	34
Figure 17	Dégâts dus aux piqûres de <i>G. pallida</i> sur tubercules de PdT	35
Figure 18	Parcelle délaissée après contamination par <i>Globodera sp</i> à Trifaoui	36
Figure 19	Principaux modes d'action des insecticides systémiques	41
Figure 20	Situation géographique de la région du Souf	47
Figure 21	Diagramme ombrothermique de " Bagnouls et Gausсен" de la région du Souf durant l'année 2019	50
Figure 22	Conservation des échantillons	53
Figure 23	Pesage du sol	53

Figure 24 a	Appareil de FENWICK	54
Figure 25	Récupération des kystes (Matériels et méthode)	56
Figure 26	Kystes du <i>Globodera sp</i> observés sous une loupe binoculaire (G : × 4.)	57
Figure 27	Niveau de formation	58
Figure 28	Connaissances des agriculteurs sur les nématodes à kystes <i>Globodera sp.</i>	59
Figure 29	Superficiés occupée par la culture de la pomme de terre de parcelles enquêtées	60
Figure 30	Taux des différents types de culture de pomme de terre cultivée dans les exploitations enquêtées	61
Figure 31	Taux des différents antécédents culturaux	62
Figure 32	Taux des variétés cultivées dans les parcelles enquêtées	63
Figure 33	Taux des différents systèmes d'irrigation	63
Figure 34	Taux d'agriculteurs pratiquent la rotation	64
Figure 35	Une opération d'amendement minérale (MAP) au niveau d'une exploitation à Zemla (près d'Oued alenda)	65
Figure 36	Taux des cultures avoisinantes	66
Figure 37	Taux des origines des semences	67
Figure 38	Taux des agriculteurs praticiens des mesures prophylactique	68
Figure 39	Taux d'utilisateur des produits phytosanitaires	70
Figure 40	Importance de l'infestation évaluée en nombre de kystes en fonction des parcelles dans la région du Souf	75
Figure 41	Degré d'infestation ( L2 + œufs/g du sol) évaluée en nombre de kystes en fonction des parcelles dans la région du Souf	76
Figure 42	Nombres moyens des kystes par commune.	77

### Liste des planches

Planche n°	Titre de planche	Page
Planche 1	Importants problèmes phytosanitaires de la pomme de terre	16
Planche 2	Chronologie de l'analyse nématologique	56
Planche 3 (Annexe3)	Les kystes vides et les kystes pleins	/

## Liste des tableaux

N° Tab	Titre du tableau	Page
Tableau 1	Valeurs des densités des plants en fonction de l'écartement	12
Tableau 2	La différence entre les deux espèces de <i>Globodera</i>	24
Tableau 3	Produits sécrétés par les nématodes à kyste et caractéristiques	31
Tableau 4	Les principaux micro-organismes et plantes utilisés dans la lutte biologique contre les nématodes	42
Tableau 5	Températures mensuelles moyennes, maximales et minimales enregistrées dans la région du Souf pour l'année 2019	48
Tableau 6	Pluviométrie moyenne mensuelle enregistrée dans la région du Souf pour l'année 2019	49
Tableau 7	Valeurs maxima de la vitesse des vents de chaque mois en 2019 dans la région d'étude	50
Tableau 8 (Annexe 3)	Tableau caractéristiques des stations d'étude	/
Tableau 9	Les amendements minérales pratiquées par les agriculteurs dans les stations d'études	65
Tableau 10	Liste des principaux pesticides utilisés par les agriculteurs prospectés	70
Tableau 11 (Annexe 2)	Dénombrement de kystes de <i>Globodera sp</i> par échantillon et par parcelle a travers les communes de la wilaya d'El-oued	/
Tableau 12	Fréquence de l'infestation dans les différentes communes prospectées.	72
Tableau 13	Les résultats de l'analyse nématologique des échantillons de sol.	73
Tableau 14 (Annexe 2)	Moyenne de kystes par parcelle à travers les communes enquêtées de la wilaya d'El-oued	/



# Sommaire

<b>Liste des tableau</b>	
<b>Liste des planches</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Liste des abréviations</b>	
<b>Introduction</b>	1
<b>Partie I : Synthèses bibliographiques</b>	
Chapitre 1 : Généralités sur la culture de la pomme de terre	<u>3</u>
I.1.1 –Historique	3
I.1.2 - Importance économique	3
I.1.3 - Aspect botanique de la pomme de terre	6
I.1.4 - Morphologie de la plante	7
I.1.4.1 - Une partie aérienne	7
I.1.4.2 - Une partie souterraine	8
I.1.5- Classification de la plante	8
I.1.6 - Cycle de développement de la pomme de terre	8
I.1.6.1 - La phase de croissance	8
I.1.6.2 - La phase de tubérisation	9
I.1.6.3- La phase de repos végétatif	9
I.1.6.4 - La phase de germination	9
I.1.7 -Date de plantation	9
I.1.8 – Exigences écologiques	10
I.1.8.1 –Exigences climatiques	10
a – Température	10
b– Humidité	10
I.1.8.2 – Exigences édaphiques	10
a- Le sol	10
b - Exigences hydriques	11
I.1.9 – Plantation:	11
I.1.9.1 - Préparation du sol	11
I.1.9.2 - Préparation des plants	12
I.1.9.3 - Densité de plantation	12
I.1.9.4 - Période de plantation	12
I.1.9.5 - Profondeur de la plantation	12
I.1.9.6 – Fertilisation	13
a - Amendements organiques	13
b - Amendements minéraux	13
L’azote	13
le phosphore et potassium	14
I.9.7 – Irrigation	14
I.9.8 – Les opérations d’entretien	14
Buttage	14
Binage	14
Défanage	15
Récolte	15
I.1.10 – Importants problèmes phytosanitaires de la pomme de terre	15

Chapitre 2 : Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre du genre <i>Globodera</i>	
I.2.1 - Généralités sur les nématodes à kystes	19
I.2.2 - Répartition des nématodes à kystes du genre <i>Globodera</i>	19
I.2.3 - Position systématique et appellations :	21
I.2.3.1 Position systématique	21
I.2.3.2 - Appellations	21
I.2.4- Morphologie et cycle de vie	22
I.2.4.1- Description morphologique	22
I.2.4.1.1- Femelle	23
I.2.4.1.2- Mâles	23
I.2.4.1.3- Juvéniles de deuxième stade	23
I.2.4.1.4- kyste	23
I.2.4.2- cycle de vie	24
I.2.5 - Facteurs influençant la densité des populations des nématodes	28
I.2. 5. 1–Facteurs biotiques:	29
I.2. 5.2–Facteurs abiotiques	29
I.2.6 -Strategie parasitaire des nematodes a kyste	30
I.2.7 - Diagnostic	32
I.2.7.1 - L'analyse du sol:	32
I.2.7.2 - L'observation des racines:	32
I.2.8 –Symptômes et dégâts d'attaque des nématodes kystes	33
I.2.9- Stratégie de gestion du risque nématodes à kyste	36
I.2.9.1 - Mesures prophylactiques	36
I.2.9.2 - Lutte culturale	37
I.2.9.2.1 - <i>la rotation culturale</i>	38
I.2.9.2.2 - <i>les plantes pièges</i>	38
I.2.9.2.3 - <i>Les plantes nématocides</i>	38
I.2.9.2.4 - <i>la jachère</i>	39
I.2.9.2.5 - <i>Modification des pratiques culturales:</i>	39
I.2.9.3 -Lutte physique	39
I.2.9.4 - La lutte chimique	40
I.2.9.4.1 - La méthode par fumigation	40
I.2.9.4.2 - La méthode par action systémique	40
I.2.9.5 -Lutte biologique	41
I.2.9.6 - Lutte génétique	44
I.2.9.7 - Lutte intégrée	45
<b>Partie II: Analyse expérimentale</b>	
Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude	46
I.1.1 - Situation géographique	46
I.1.2. - Facteurs abiotiques	47
I.1.2.1 - Relief	47
I.1.2.2 - Sol	48
I.1.2.3 - Hydrogéologie	48
I.1.2.4 - Facteurs climatiques	48
I.1.2.4.1. - Température	48
I.1.2.4.2. - Précipitations	49
I.1.2.4.3. - Le vent	49
I.1.2.4.4. - Diagramme ombrothermique de Gaussen	50
Chapitre 2 : Matériel et méthodes	51
II.2.1. - Objectifs et choix des sites dans les stations d'étude:	51
II.2.1.1. - Objectifs d'étude:	51

II.2.1.2. - choix des sites dans les stations d'étude	51
II.2.2. - Méthodologie d'étude ( <i>Techniques d'étude Nématologiques</i> )	51

### **Partie III : Résultats et discussions**

III.1- Résultats d'enquête sur les nématodes à kystes de la pomme de terre dans la région du Souf	58
III.1.1 - L'exploitant	58
III.1.1.1 - Niveau de formation agricole des agriculteurs enquêtés	58
III.1.1.2 - Connaissance de ces nématodes à kystes	59
III.1.2 - L'exploitation	60
III.1.2.1 - Les superficies occupées par la pomme de terre	60
III.1.2.2 - Analyses sol, eau et nématologique	60
III.1.2.3 - Type de culture	60
III.1.2.4 - Antécédents cultureux	61
III.1.2.5 - Les variétés cultivées	62
III.1.2.6 - Système d'irrigation	63
III.1.2.7 - Rotation culturale	64
III.1.2.8 - Les amendements organiques et minéraux	64
III.1.2.9 - Les cultures avoisinantes	66
III.1.2.10 - Origine des semences	66
III.1.2.11 - Application des mesures prophylactiques	67
III.1.2.12 - Interventions phytosanitaire	69
III.2 - Résultat de l'analyse nématologique des échantillons de sol	72
III.2.1 - Dénombrement des kystes et estimation de la fréquence de l'infestation	72
III.2.1.1 -Fréquence de l'infestation	72
III.2.1.2 - Importance de l'infestation	73
<b>Conclusion et recommandations</b>	79

### **Annexes**

Annexe 1 : Décrets et ordonnances relatifs aux exigences phytosanitaires
Annexe 2 : Résultats portant sur l'analyse nématologique
Annexe 3 : Planche 3 des kystes vides et les kystes pleins
Annexe 4 :Tableau 14 :Moyenne de kystes par parcelle à travers les communes enquêtées de la wilaya d'El-oued
Annexe 5 :Tableau 8 : Tableau caractéristiques des stations d'étude
Annexe 6 : Fiche d'enquête sur les nématodes à kystes de la culture de la pomme de Terre.

# Introduction

## **Introduction**

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L., 1753) originaire des Andes dans le sud-ouest de l'Amérique du sud ou son utilisation remonte à environ 9000 ans avant Jésus-Christ. (Spire et Rousselle, 1996).

D'après Jacques Diouf (FAO, 2008), la pomme de terre est en première ligne dans la lutte contre la faim et la pauvreté dans le monde. Elle sera cruciale pour relever ces enjeux. Le tubercule au cycle court et aux rendements élevés est la quatrième culture vivrière mondiale, après le blé, le riz et le maïs qui constituent la base de l'alimentation humaine avec plus de 376 millions de tonnes produites en 2016. (FAOSTAT, 2016). La pomme de terre offre une teneur énergétique élevée (plantes à tubercule les plus nutritives), sa culture est aisée, son potentiel de rendement est important (20 à 30 t/ha) et elle est très appréciée par les populations, l'Algérien consomme 45 kg de pommes de terre par personne et par an (DSA, 2020) et elle constitue une culture de rente pour de nombreux agriculteurs.

Cette culture, peut être la cible de plusieurs ennemis qui peuvent l'affecter. En effet, autant des maladies d'origine fongique, bactérienne ou virale ainsi que des ravageurs qui attaquent la culture y causent des dégâts qui peuvent s'avérer considérables.

Cependant, il en existe une de ces ravageurs, beaucoup moins connue mais non négligeable : les nématodes parasites de plantes. Les problèmes phytosanitaires causés par ces ravageurs ont une incidence économique très importante à l'échelle mondiale, car ils s'attaquent aussi bien aux grandes cultures qu'aux cultures maraîchères, florales et fruitières. En Europe, ils sont responsables de dégâts atteignant 10% de la production céréalière et entraînent des diminutions de récoltes de 20 à 30% dans les vergers d'agrumes méditerranéens. Les dommages qu'ils provoquent aux USA représentent annuellement 6 milliards de dollars. Alors, même si leur taille est microscopique, ils ont une répartition cosmopolite et s'adaptent aux différents types de sols et de climats (Dubois, 2019).

Diverses espèces de nématode attaquent la pomme de terre parmi eux le nématode doré de la pomme de terre (*Globodera rostochiensis*) et le nématode à kyste

pale ou blanc de la pomme de terre (*Globodera.pallida*). Les nématodes du genre *Globodera* sont des parasites telluriques responsables de dégâts considérables à l'échelle de la planète sur une gamme d'hôte quasiment restreinte aux solanacées (Blanchard, 2006)

Ces nématodes à kystes sont des endoparasites obligatoires de certaines plantes de la famille de solanaceae. Ils sont originaires d'Amérique du sud, entre la frontière de Pérou et de la Bolivie, ou ils sont co-evolué avec la pomme de terre sauvage. Sur le Plan international, le nématode doré est le plus fréquemment retrouvé et est recensé dans plus de 75 pays (Déziel,2013).

Ces nématodes sont inscrits dans la quasi-totalité des pays du monde sur la liste des organismes de quarantaines dont la lutte est obligatoire (INPV, 2009).

Parce que les symptômes des nématodes sont le plus généralement non spécifiques et les dommages que les nématodes infligent aux cultures sont le plus souvent attribués à d'autres causes plus visibles.

Et vue l'importance économique des dégâts qu'il provoque ce parasite sur la culture de pomme de terre et les couts associés à leurs attaques et les observations négatives faites par les agriculteurs, nous avons jugé intéressant d'établir un travail de recherche sur les nématodes à kystes dans la majorité des communes (stations) potentielles dans la production de pomme de terre de la région du souf de la wilaya d'El-oued .

L'objectif global de ce travail est de détecter les nématodes dans toutes les stations d'étude qui représentent la région du Souf de la wilaya d'El-oued et d'adresser une enquête aux producteurs de la pomme pour mieux comprendre les causes principales de l'introduction de ce ravageur dans leurs exploitations.

La démarche suivie dans le présent travail repose sur trois parties. La première partie est consacrée exclusivement à la Synthèses Bibliographiques, la seconde porte sur l'analyse expérimentale. Suivis par la troisième partie qui traite les résultats et discussions. Et en fin on clôture ce travail par une conclusion et quelques recommandations d'avenir.

# Synthèse bibliographique

**Partie I: Synthèses bibliographiques**

Dans cette partie nous avons développé premier chapitre traitant les généralités sur la culture de la pomme de terre et les généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre du genre *Globodera*.

**Chapitre 1 : Généralités sur la culture de la pomme de terre****I.1.1. – Historique**

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est originaire des Andes dans le sud-ouest de l'Amérique du Sud où son utilisation remonte à environ 9000 ans avant J.C. (Spire et Rousselle, 1996). Son introduction en Europe est probablement en quelques années avant la fin du XVIème siècle et ceci par deux entrées; La première l'Espagne vers 1570 et La seconde les îles Britanniques (1588-1593) (Rousselle et *al.*, 1996). C'est en 1716 que l'ingénieur français Antoine Augustin Parmentier employa le terme « Pomme de terre » pour ainsi désigner les tubercules. En France, cette espèce doit surtout sa renommée au pharmacien Augustin Parmentier qui la proposa comme aliment de substitution en cas de disette notamment après la famine de 1769-1770 (Sidikou, 2002). En Afrique, la pomme de terre a été introduite à la fin du 19ème siècle par le colonisateur européen. Aujourd'hui, on la rencontre très fréquemment en zones arides où elle alimente le marché des produits agricoles. La production est très importante dans certains pays dont entre autres: l'Égypte: 2600000t; le Malawi: 2200000t; l'Afrique du Sud: 1972391t; l'Algérie: 1900000 t; Nigéria: 843000t (FAOstate, 2007).

En Algérie, la pomme de terre a probablement, été introduite la première fois au XVIème siècle par les Maures andalous qui ont propagés les autres cultures dans la région: tomate, poivron, maïs, tabac (Rousselle et *al.*, 1996).

**I.1.2. – Importance économique**

Le genre *Solanum* auquel appartient la pomme de terre rassemble environ mille espèces dont plus de deux cent sont tubéreuses (Doré et *al.*, 2006 ; Hawkes, 1990) La pomme de terre est une source importante de nourriture, d'emploi et de revenus dans les pays en développement, où la production a plus que doublé au cours des 15 dernières années (FAO STAT, 2013)

Selon Rajnchapel (1987), la pomme de terre peut présenter une solution aux problèmes de déficit alimentaire mondial.

La culture de la pomme de terre en Algérie reste, parmi les cultures stratégiques les plus importantes vue la place qu'elle occupe dans l'alimentation, les superficies qui lui sont consacrées, l'emploi qu'elle procure que par les volumes financiers qui sont mobilisés annuellement pour la production locale et/ ou l'importation (Lahouel , 2015). Selon diverses sources, la consommation de pomme de terre qui était évaluée à 20 kg en 1970 (FAO, 2008), a augmenté aux alentours de 43 kg/habitant/an en 1995 (ONS, 2018), et se situerait à 111,5 kg/ habitant/an en 2017, faisant ainsi de ce produit agricole un élément structurant de la ration alimentaire de l'algérien (Djaafour ,2019). Contrairement aux pays septentrionaux où la pomme de terre est cultivée durant une saison, en Algérie elle est cultivée en trois saisons: la saison, l'arrière saison et la primeur. 70% de la production annuelle est assurée par 7 wilayas: El Oued (28%), Ain Defla (12%), Mostaganem (11%), Mascara (8%), Tlaret, Bouira, Tlemcen (4%) chacune (Madrp ,2018).

Aussi en Algérie, Il est à signalé qu'on assiste, depuis quelques années, à l'augmentation de la superficie et de la production de plusieurs zones ou elle était pratiquement inconnue surtout dans le sud. ( Djaafour , 2019).

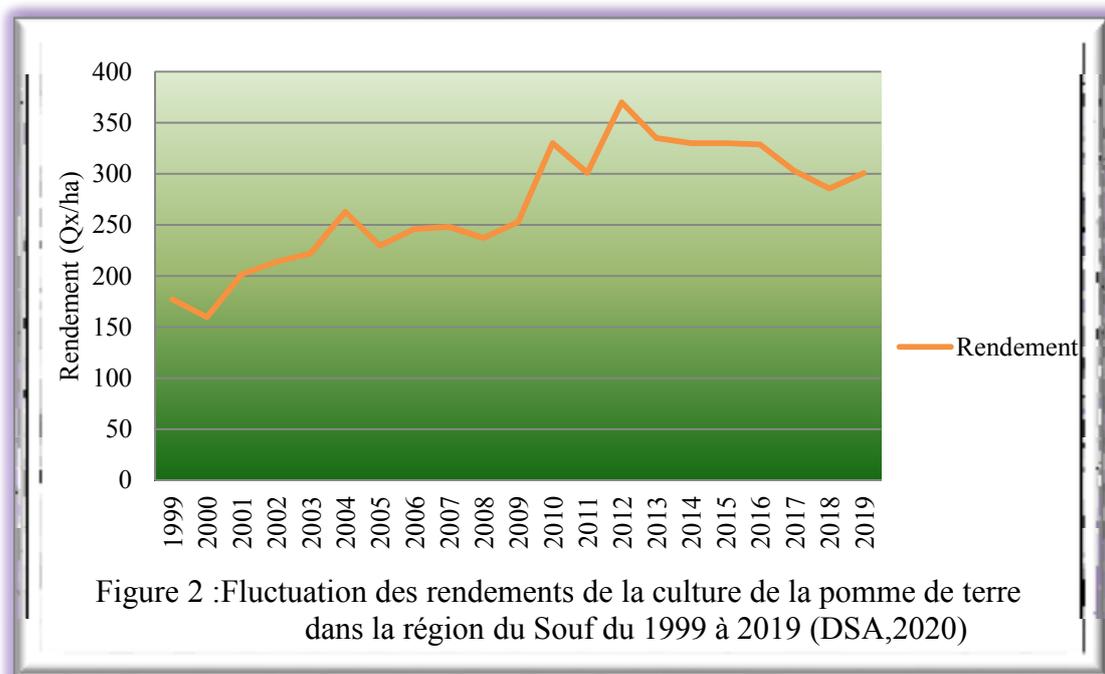
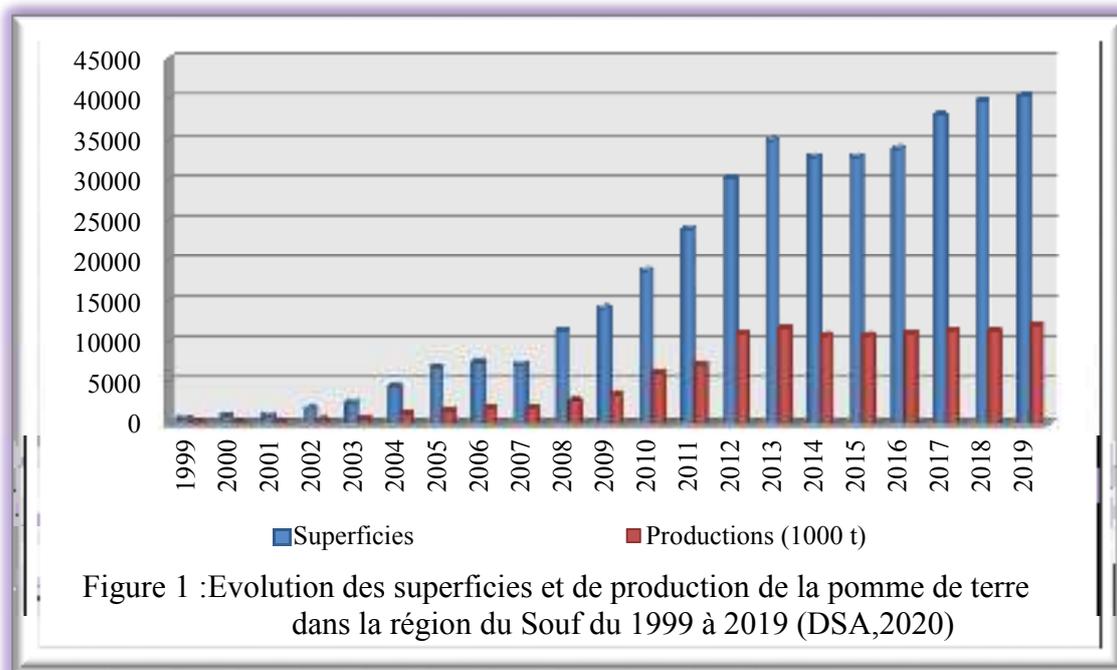
D'après Ben lamoudi, 2009, les variétés cultivées de pommes de terre dans le monde sont très nombreuses, de l'ordre de plusieurs milliers, et adaptée à divers types d'utilisation, alimentation humaine ou transformation industrielle. Les principales variétés cultivées en Algérie sont Spunta, Fabula, Nicola Dlamant, Timate, Atlas qui sont à peau blanche et Bartina, Désirée et Kondor à peau rouge. Dans la région d'El-oued Les principales variétés cultivées sont : Spunta, Désirée, Kondor, Atlas et Nicola sont les variétés les plus utilisées par les agriculteurs (DSA, 2020).

Dans la région d'El-oued la pomme de terre est en surproduction. La région est devenue pole agricole par excellence, elle assure 26% de la production nationale de la pomme de terre, la superficie consacrée à ce légume est de 37, 000 ha soit une production de 12, 140,000 quintaux pour les deux saisons de l'année 2019 (DSA, 2020).

D'après les figures (1 et 2) ci dessous, nous remarquons une croissance continue de la superficie et de la production de la pomme de terre ainsi que les rendements qui connaissent une progression ascendante de 160 qx/ha à 370 qx/ha au cours de ces dernières années 1999 à 2019 (DSA, 2020).

On peut expliquer ça par la participation de fond de l'état, par les défis de l'homme de la région d'El oued et par la vulgarisation des nouvelles techniques culturales (irrigation, fertilisation et protection phytosanitaire).

L'évolution des superficies et de production ainsi que la fluctuation des rendements de la culture de pomme de terre dans La wilaya d'El oued durant la période (1999 à 2019) sont illustrés dans les figures 1 et 2 respectivement.



Les communes productrices de la pomme de terre de la wilaya d'El oued se trouvent tous dans la région du Souf. Elles sont principalement Hassi Khalifa, Trifaoui, Guemar, Ourmes, Taghzout, Reguiba, Magrane, Sidi aoun, Robbah, Nakhla, Ogla, Mih-Ouensa, Oued el allenda, Debila, Hassani abdelkerim, Bayada, El-ouedet Kouinine. (DSA, 2020).

### **I.1.3. –Aspect botanique de la pomme de terre**

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) c'est une plante herbacée vivace par ces tubercules mais cultivée en culture annuelle (Rousselle et al., 1996). Elle appartient à la famille des Solanacées, genre *Solanum* (Quezel et Santa, 1963), ce genre comprend 1000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses (Doré 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 ; Doré et al., 2006). Selon Soltner (2005), la pomme de terre est une plante à système racinaire fin et fasciculé qui peut pénétrer profondément dans le sol s'il est suffisamment meuble et porte aussi des tubercules ; c'est l'organe le plus intéressant de la plante, qui confère à la pomme de terre sa valeur alimentaire (Lê et al., 2002).

D'après Rousselle et al. (1996) La pomme de terre prend l'aspect d'une touffe qui comprend un nombre plus ou moins élevé de tiges principales, avec un port plus ou moins dressé, sur laquelle on trouve les feuilles pointues, les fleurs dont la couleur varie du blanc au violet, les fruits sont des baies de la taille d'une cerise et comporte de nombreuses graines essentiellement utilisées pour les programmes de sélection variétale.

Les fleurs sont autogames, souvent stériles, car la stérilité mâle touche 70% des cultivars. Il s'agit d'avortement partiel ou total des étamines ou de stérilité du pollen par les hautes températures. Mais il y a des variétés qui ne fleurissent pas (Rousselle et al., 1996). Selon Darpoux et Debilly (1967), l'absence de nectar chez les fleurs rend la fécondation croisée presque inexistante dans la nature.

#### I.1.4. – Morphologie de la plante

La pomme de terre (*Solanum tuberosum*) est composée en deux parties. Elle comporte à la fois des tiges aériennes et des tiges souterraines (Darpoux et Delelly, 1967) :

##### I.1.4.1. – Une partie aérienne

Avec des tiges prostrées ou dressées, mesurant un mètre ou moins, les feuilles sont oblongues et pointues (fig.3), les fleurs ont une couleur variée du blanc au violet (fig.3), Le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de 1 à 3 centimètres de diamètre, il contient généralement plusieurs dizaines de graines (Bernhards, 1998), et peut contenir jusqu'à 200 graines (Rousselle et al., 1992). La pomme de terre est très peu reproduite par graines dans la pratique agricole cependant la graine est l'outil de création variétale (Soltner, 2005).

Bruton (1998) signale que, les fleurs contiennent une quantité significative de solanine, un alcaloïde toxique caractéristique du genre *Solanum* (Bruton, 1998). Cette partie de la plante permet une reproduction sexuée.

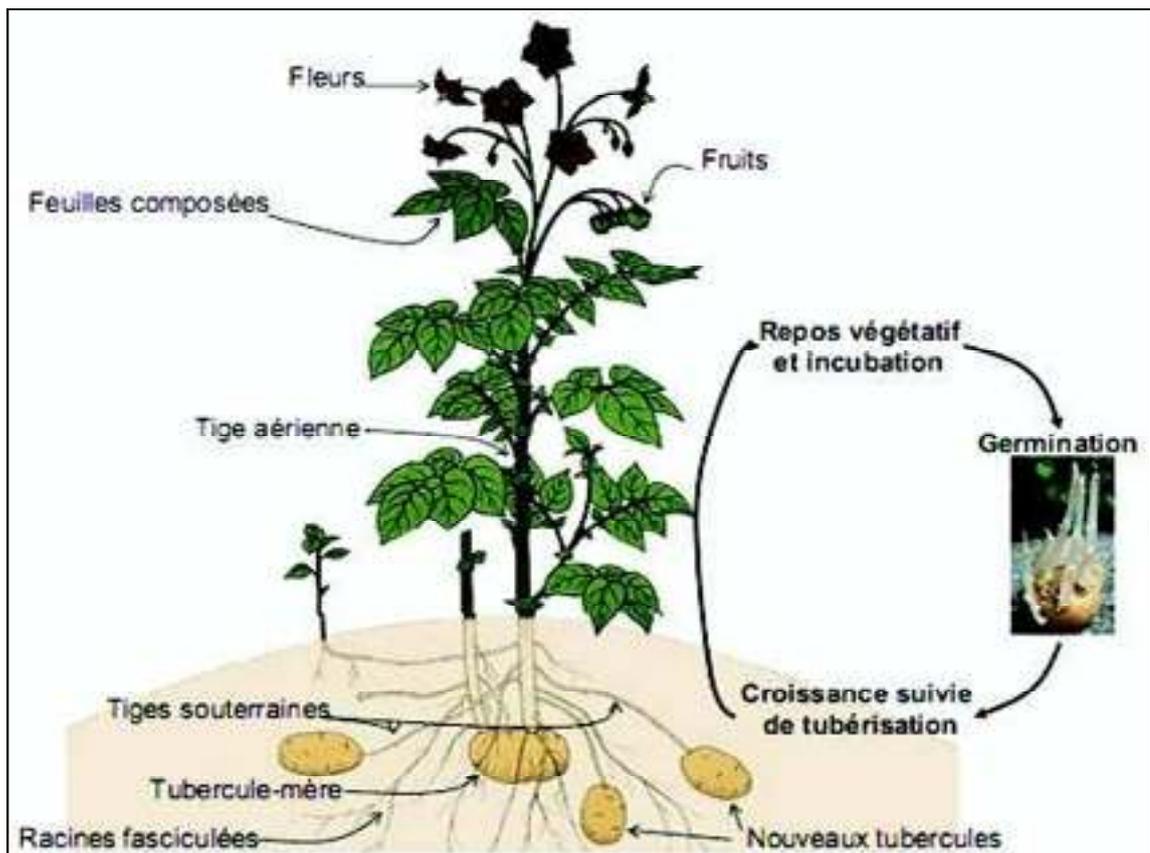


Figure 3 - Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre (Soltner, 1999).

**I.1.4.2. – Une partie souterraine**

Selon Darpoux et Delelly, 1967 La plante comporte à la fois des tiges aériennes et des tiges souterraines. Et aussi elle porte des racines nombreuses, fines et fasciculées qui peuvent pénétrer profondément dans le sol s'il est suffisamment meuble (Soltner, 2005). Cette partie porte aussi des tubercules : C'est l'organe le plus intéressant de la plante, qui confère à la pomme de terre sa valeur alimentaire

**I.1.5. – Classification de la plante**

Boumiik (1995) mentionne que, la classification de la pomme de terre est la suivante :

Règne : Plantae

Embranchement : Angiospermes.

Classe : Dicotylédones.

Sous classe : Gamopétales.

Ordre : Polmoniales.

Famille : Solanacées.

Genre : *Solanum*.

Espèce : *Solanum tuberosum* L.

**I.1.6. – Cycle de développement de la pomme de terre**

D'après Soltner (1988), la durée de cycle végétatif de la pomme de terre est très variable. La pomme de terre peut se reproduire par graines et aussi par tubercules. Mais La multiplication de la plante est toujours végétative (Darpoux et DebeIlley, 1967). Son cycle de développement est rapide. Il peut être divisé en plusieurs stades conditionnés par des facteurs génétiques et environnementaux (Rousselle et *al.*, 1996) et qui résume comme suit :

**I.1.6.1. – La phase de croissance**

Un tubercule germé et planté en terre, ses germes se transforment en tiges feuillées, ce phénomène assure la nutrition et le fonctionnement physiologique de La plante dont les bourgeons axillaires donnent au dessus du sol des rameaux et au dessous des stolons. (0 jour à 40 jours)(Soltner, 2005).

### I.1.6.2. – La phase de tubérisation

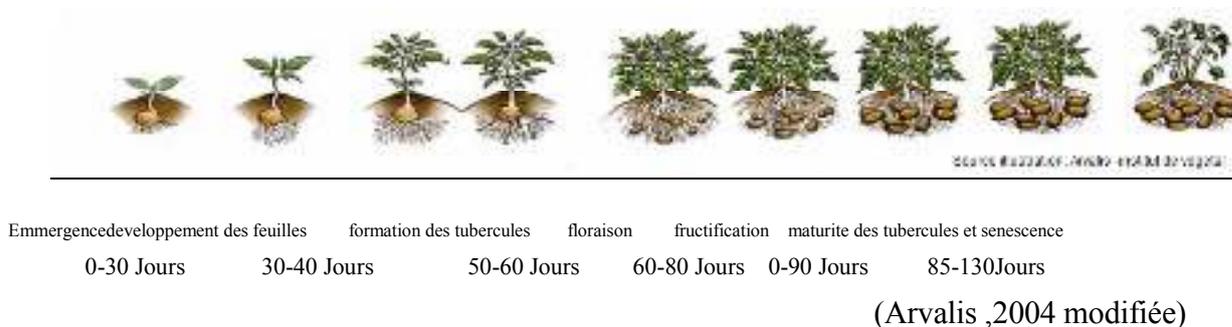
Au bout d'un certain temps, variable selon la variété et le milieu de culture les extrémités des stolons cessent de croître et se renflent pour former en une ou deux semaines les ébauches des tubercules (50 jour à 80 jours)(Soltner, 2005).

### I.1.6.3. – La phase de repos végétatif

La tubérisation se prolonge jusqu'à la mort de La plante, soit naturelle, soit dans les conditions optimales de température et d'humidité (70 jour à 130 jours)(Soltner, 2005)

### I.1.6.4. – La phase de germination

Enfin, après une évolution physiologique interne les tubercules deviennent capables d'émettre des bourgeons, plus couramment appelés germes (Soltner, 2005). Toutes ces phases passent par un temps précis qui dépend l'état physiologique des tubercules qui sont plantés, de l'ensemble des facteurs agro climatiques et des variétés utilisées (fig.4).



**Figure 4** - Cycle de développement de la pomme de terre.

### I.1.7. – Date de plantation

La date de plantation est fonction de la zone de production, des conditions climatiques, de la variété cultivée et enfin de la nature du sol.(Lahouel, 2015).En Algérie la pomme de Terre est cultivée selon trois types: la primeur, la saison, et l'arrière-saison.

Les trois calendriers de culture de la pomme de terre :

- Primeurs : plantation 15 novembre - 15 janvier ;

- Saison : plantation 15 janvier -15 mars ;
- Arrière-saison : 15 août -15 septembre.

### **I.1.8. – Exigences écologiques**

Selon Laumonier (1979), la pomme de terre est cultivée avec succès à une altitude de 1000 m. On peut dire que l'aire d'adaptation va des régions subtropicales aux régions plus froides, elle résiste le son mieux sous les climats tempérés, humides et brumeux.

#### **I.1.8.1. – Exigences climatiques**

##### **a – Température**

Le zéro de végétation de la pomme de terre est assez élevé 6 à 18 °C (Laumonier, 1979 ; Clement, 1989). Au-dessous de 10°C, la croissance est réduite et la partie aérienne de la plante gèle à 1°C. Au-delà de 29°C, la tubérisation est inhibée (Laumonier, 1979). Selon BAMOUH, 1999 in Djaafour les températures optimales de croissance des tubercules se situent aux environs de 18°C le jour et 12 °C la nuit. Une température du sol supérieure à 25 °C est défavorable à la tubérisation. La température de stockage de la récolte devra être inférieure à 6° C (Moule.1972).

##### **b– Humidité**

D'après Vanderzaag (1980) et Nedjar (2000), La pomme de terre exige une humidité abondante et régulière. La plante a besoin de grandes quantités d'eau, parce que 95% de l'eau absorbée par les racines passent dans l'air par transpiration.

#### **I.1.8.2. – Exigences édaphiques**

##### **a- Le sol**

Le sol possède des caractéristiques physico-chimiques susceptible d'agir sur l'évolution de la production des tubercules, telles que sa texture, son degré d'aération, son aptitude au réchauffement, sa capacité de rétention d'eau...

Pour sa bonne croissance, la pomme de terre a besoin d'un sol moins lourd et bien drainé. (Rousselle et *al*, 1996).

D'après Chaumeton et *al.*, (2006) dans les sols légèrement acides (pH = 5,5 à 6), la pomme de terre peut donner de bons rendements .Et selon Haverkorte et Moussaoui (1994), la pomme de terre est relativement sensible à la présence des sels dans les sols ou dans l'eau d'irrigation.

### **b - Exigences hydriques**

Les besoins en eau de la pomme de terre varient au cours du cycle végétatif. Ils sont surtout importants au moment de l'initiation des tubercules (Crosnier, 1987).Les besoins en eau vont principalement avec la profondeur du système racinaire et varient selon la période. Ils se situent aux environs de 3-4 mm d'eau /jour avant la tubérisation et de 5-6 mm/jour des la formation des tubérisations les besoins totaux atteignent environ 455mm (Rachdame, 2010).Au cours de la germination, la quantité d'eau nécessaire est faible. Le tubercule mère doit être entouré du sol humide, mais pas mouillé. Les besoins en eau sont très élevés particulièrement au moment de la croissance foliaire et au moment de la tubérisation (Bellabaci et Cherfouh, 2004).

### **I.1.9. – Plantation:**

#### **I.1.9.1. – Préparation du sol**

La plantation doit suivre immédiatement les opérations de préparation du sol, afin d'éviter le dessèchement du lit de plantation par le soleil ou son tassement par les pluies(Lahouel, 2015).Le sol doit être préparé sur une profondeur d'au moins 25-30 cm. Une telle couche meuble favorise l'aération du sol, assure un bon développement racinaire et facilite le buttage. La réalisation d'un bon lit de semences peut se faire de la façon suivante:

- Labour moyen 25 à 30 cm avec charrue.
- -Epannage de la fumure organique et des engrais phospho-potassiques.
- -Confection des lignes ou billonnage : Ces travaux sont beaucoup plus faciles à réaliser dans un sol léger que dans un sol lourd. Dans un sol lourd les travaux du sol doivent se limiter à la couche supérieure suffisamment ressuyée( Djaafour, 2019).

**I.1.9.2. – Préparation des plants**

Selon Bamouh, 1999, pour assurer une bonne préparation des plants, il est nécessaire de procéder au retrait de la chambre froide 2 à 3 semaines avant la plantation. Après la sortie de la chambre froide, les plants doivent être déposés dans un local bien aéré et éclairé. L'objectif de cette opération est de faciliter la germination des tubercules pour accélérer la levée facile et rapide après plantation.

**I.1.9.3. – Densité de plantation**

La densité à l'hectare ne doit pas être discutée à partir du tonnage de semence, mais du nombre de tubercules nécessaires pour obtenir le meilleur rendement (Lahouel, 2015). Selon Bamouh, 1999, généralement, on place 4 plants/m<sup>2</sup>, avec une distance de 70 cm entre lignes et 30 cm entre plants. Les densités des plants sont mentionnées dans le tableau 01.

**Tableau 1** - Valeurs des densités des plants en fonction de l'écartement

<b>Ecartement entre rangs</b>	<b>Densité à l'hectare</b>		
<b>75 cm</b>	66000 plants	52000 plants	44000 plants
	20 cm	25 cm	30 cm

**I.1.9.4. – Période de plantation**

La date de plantation est fonction de la zone de production, des conditions climatiques, de la variété cultivée et enfin de la nature du sol. Cependant il faut retenir que les dates de plantation s'étalent de janvier (régions non gélives) à avril (régions des hauts plateaux) (Lahouel, 2015).

**I.1.9.5. – Profondeur de la plantation**

Selon Lahouel (2015), Pour obtenir une culture homogène, les tubercules doivent être plantés à une profondeur uniforme. La profondeur de plantation dépend du type de sol, des conditions climatiques et de l'âge physiologique des plants. La plantation superficielle (5 à 6 cm) est préférée dans un sol lourd et humide, où les tubercules mère risquent de s'épuiser avant que les germes puissent atteindre la surface du sol. Inversement, pour les

sols à texture légère où les risques de dessèchement sont à craindre, une plantation profonde est conseillée (10 cm environ).

#### **I.1.9.6. – Fertilisation**

La fertilisation consiste à l'amélioration de fertilité d'un sol au moyen d'actions qui modifient les caractéristiques physico-chimiques et biologiques de celui-ci de façon à assurer la pérennité d'un milieu où les cultures trouvent des conditions optimales de végétation.: (Larousse agricole,1981). Cette fertilisation est apportée par:

##### **a - Amendements organiques**

La pomme de terre est une plante gourmande. Les apports se feront avec du fumier.il faut apporter le fumier sur un sol fraîchement labouré. Le fumier, de préférence composté.Les doses de fumier composté varient entre 15 et 30 t/ha, un excès de fumure organique rendant le feuillage plus sensible au mildiou, et pouvant nuire à une bonne conservation. La fumure organique doit être complétée par la fumure minérale. (Web2)

Selon ITCMI (2018), les besoins en fumure organique sont de 25-30t/ha (bovin ou ovin) et 15-20 t/ha (fiente de volailles).

##### **b - Amendements minéraux**

Chacun des principaux éléments minéraux agit différemment sur le développement des organes de la plante, ce qui signifie que les besoins ne seront pas les mêmes.(Web2)

##### **L'azote**

L'azote favorise le développement foliaire, puis la formation et le grossissement des tubercules. L'azote est dans un premier temps stocké dans le feuillage de la plante, puis il migre dans le tubercule au fur et à mesure du grossissement. Plus il y a d'azote stocké et plus la formation des tubercules peut être longue, donc plus ceux-ci pourront être gros. Quand les réserves d'azote foliaire sont épuisées, la maturation des tubercules commence. Apporté en excès, l'azote peut donc retarder la tubérisation au profit de la croissance foliaire. L'excès d'azote favorise également l'apparition de mildiou et de pucerons (du fait

d'une vigueur végétative trop importante). Les besoins en azote sont d'environ 80 à 120 kg/ha. (Web2).

### **le phosphore et potassium**

Le phosphore favoriserait la formation de tubercules nombreux et petits, tandis que le potassium, facilitant la synthèse des glucides dans les feuilles et leur migration vers les tubercules, favorise plutôt l'obtention de gros tubercules, ce qui est recherché dans le cas de pommes de terre de conservation. (Web2).

#### **I.1.9.7. – Irrigation**

La pomme de terre est très sensible à la fois au déficit hydrique et à l'excès d'eau. Une courte durée de sécheresse peut affecter sérieusement la production. De même un excédent d'eau entraîne l'asphyxie des racines et la pourriture des tubercules. Selon Bamouh (1999), les besoins en eau varient selon la période de plantation. Au cours de la germination, la quantité d'eau nécessaire est faible. Le tubercule mère doit être entouré du sol humide, mais pas mouillé. Et d'après Bellabaci et Cherfouh (2004), les besoins en eau sont très élevés particulièrement au moment de la croissance foliaire et de la tubérisation.

#### **I.9.8 – Les opérations d'entretien**

- **Buttage**

Il consiste à amonceler de la terre au pied d'une plante (Larousse agricole, 1981). Une butte bien réalisée assure également une protection efficace contre l'attaque de la teigne et contre le mildiou (ITCMI, 2015).

- **Binage**

Il consiste de briser et d'ameublir la croûte superficielle autour des plantes cultivées par une action de faible profondeur ayant pour triple objet, d'aérer la terre, de désherber et de rompre la continuité établie entre les couches profondes et la surface, continuité qui favorise l'évaporation de l'eau contenue dans le sol et appauvrit la réserve à la disposition de la culture (La rousse agricole, 1981).

Bamouh (1999) montre que, le 1<sup>er</sup> binage se fait 2 à 3 semaines après la levée. Il faut veiller à ne pas toucher le système racinaire et les tubercules nouvellement formés.

- **Défanage**

Le défanage consiste à la destruction des fanes (feuillages et tiges) de la pomme de terre. Il est utilisé avant la maturité des tubercules, pour empêcher la propagation des maladies à virus par les pucerons, la contamination des tubercules par le mildiou, pour stopper le grossissement des tubercules et pour faciliter les travaux de récolte. (La rousse agricole, 1981). En général, le défanage se pratique dix à quinze jours avant la date de la récolte (ITCIMI, 2018). Le défanage chimique est la méthode la plus utilisée. Les principaux produits utilisés pour le défanage chimique sont l'acide sulfurique (le Diquat, le Guet), ou des herbicides contenant du glufosinate d'ammonium (ITCMI, 2018).

- **Récolte**

Selon Bamouh (1999). La maturité est indiquée par le jaunissement des feuilles inférieures, dessèchement des tiges et la fermeté de la peau du tubercule.

#### **I.1.10. – Importants problèmes phytosanitaires de la pomme de terre**

La pomme de terre est soumise à l'attaque d'un grand nombre de maladies et de ravageurs qui peuvent occasionner des pertes importantes. En effet, au niveau mondial, les maladies causent 32% de pertes et les ravageurs 10% (Rousselle *et al.*, 1996). Les principaux problèmes phytosanitaires de la pomme de terre sont mentionnés dans la planche 1.

Planche1: Importants problèmes phytosanitaires de la pomme de terre			
Les Maladies	Agent causal	Symptomes	Illustration
Mildiou de la pomme de terre	<i>Phytophthora infestans</i>	Brunissement de la base des tiges ou de portions de tige et de pétioles Taches jaunâtres devenant brunes sur les feuilles de la base.	
Alternariose :	<i>Alternariasolani</i> et <i>Alternariaalternata</i>	<b>Sur feuilles :</b> taches nécrotiques, bien délimitées, de taille variable, situées plutôt sur les feuilles du bas ; présence d'anneaux concentriques sur les taches importantes	
Chancre de la tige	<i>Rhizoctoniasolani</i>	Attaques sévères sur les tiges et les stolons et enroulement des feuilles	
Fusariose (pourriture sèche)	<i>Fusariumroseum</i> , <i>Fusariumsolani</i>	Des taches de pourriture brun pâle, aux limites mal définies, apparaissent au niveau des blessures. Les taches se développent et mènent à des cavités	
Verticilliose	<i>Verticilliumsp.</i>	<b>Sur les feuilles les plus basses :</b> d'abord de <b>petites taches jaunes entre les nervures</b> sur une partie du limbe qui vont peu à peu s'étendre et se transformer en <b>de larges nécroses brunes</b> . <b>Sur les tiges</b> , des <b>bandes sombres longitudinales</b> peuvent apparaître et le bois des plantes se teinte généralement de brun-rougeâtre .	
Sclérotiniose	<i>Sclerotiniasclerotiorum</i>	Ce champignon provoque <b>le flétrissement, le jaunissement puis l'affaissement de la plante</b> en s'attaquant à la tige principale du plant. En effet, la <b>tige est creuse</b> , pourrit, peut se sectionner et présente un <b>mycélium cotonneux blanc vif</b> à l'intérieur	

Virus	Virus X	Virus X .	Décoloration bénigne en forme de mosaïque légère entre les nervures.	
	Virus M	Virus M	Faible décoloration des nervures, folioles apicales. Légère coloration rougeâtre des feuilles terminales. Une ondulation des bords et la formation de taches en mosaïque	
	Tache de rouille	Virus du Rattle (TRV)	Une coupe des tubercules montre des tissus morts sous forme de tache rouge-brun	
	Virus de l'enroulement (PLRV)	PLRV (potato leafroll virus)	Caused par l'accumulation d'amidon qui rend les feuilles dures Enroulement des feuilles Le nanisme de la plante	
Bactérioses	Jambe noir	<i>Erwinia carotovora</i>	Apparition d' une pourriture noire plus ou moins humide de la base des tiges (et parfois des racines), due au développement bactérien. Les tissus se ramollissent et la mauvaise alimentation en eau de la plante peut entraîner un flétrissement du feuillage, ainsi qu'un jaunissement et un enroulement des feuilles.	
	Gale argentée	<i>Helminthosporium solani</i>	La gale argentée ne provoque pas de symptômes en végétation : elle affecte uniquement les tubercules et s'exprime après la récolte.	
	Gale commune et gale plate	<i>Streptomyces</i> sp.	Présence de taches liégeuses superficielles. Les symptômes de la gale commune se manifestent uniquement en surface des tubercules et dépendent de divers facteurs, dont le type de souche de gale commune, la variété et les conditions climatiques.	
	Gale poudreuse	<i>Spongopora subterranea</i>	Il n'y a aucune manifestation sur la partie aérienne de la plante. Les symptômes initiaux sur les tubercules sont de petites pustules brunes-violâtres qui grossissent lentement. elles éclatent par la suite, déchirant la peau de la PdT et libérant une masse brunâtre poudreuse. Des entailles subéreuses superficielles connues sous le nom de "croûtes" apparaissent.	

<b>Ravageurs</b>	Teigne	<i>Phthorimaea operculella</i>	L'alimentation larvaire se traduit par le creusement de galeries dans le feuillage ou les tubercules. La teigne de la pomme de terre (PTM) peut être un ravageur dévastateur sur les plantes de la famille des Solanacées dans les zones à climat chaud.	
	Mouches mineuses	<i>Liriomyza</i> sp.	Les larves de ces petites mouches (1 à 2 mm de long) creusent de petites galeries sinueuses caractéristiques dans l'épaisseur de la feuille. Attaques très fréquentes entraînant le dessèchement des feuilles, une incidence notable sur le rendement	
	Nématodes	/	Deux genres de nématodes menacent les pommes de terre : <i>Ditylenchus destructor</i> et les nématodes à kyste du genre <i>Globodera</i> . Ces petits vers parasitent le système racinaire des plants de pomme de terre, ainsi que les tubercules : en cas d'attaque importante, la récolte est compromise.	
	Le doryphore	<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	C' est un ravageur de la pomme de terre particulièrement nuisible en cas de fortes attaques. Il s'attaque spécifiquement aux feuilles et peuvent détruire complètement les plants.	
	Taupins	<i>Agriotes</i> sp.	Les insectes ont peu d'action sur le développement végétatif de la pomme de terre ; par contre, ils se nourrissent de la chair des tubercules en y perçant des galeries, nuisant à la présentation de la pomme de terre.	

(Source: [www.plantdepommedeterre.org](http://www.plantdepommedeterre.org), Gerbeaud)

**Chapitre 2: Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de terre du genre*****Globodera*****I.2.1 - Généralités sur les nématodes à kystes**

Les nématodes, des vers ronds généralement filiformes et microscopiques, représentent la part de la microfaune du sol la plus importante (Kevan, 1965). Certaines espèces peuvent causer d'importantes dégâts sur les cultures, en induisant une réduction de la qualité et de la quantité de la production agricole (Jones et al., 2013).

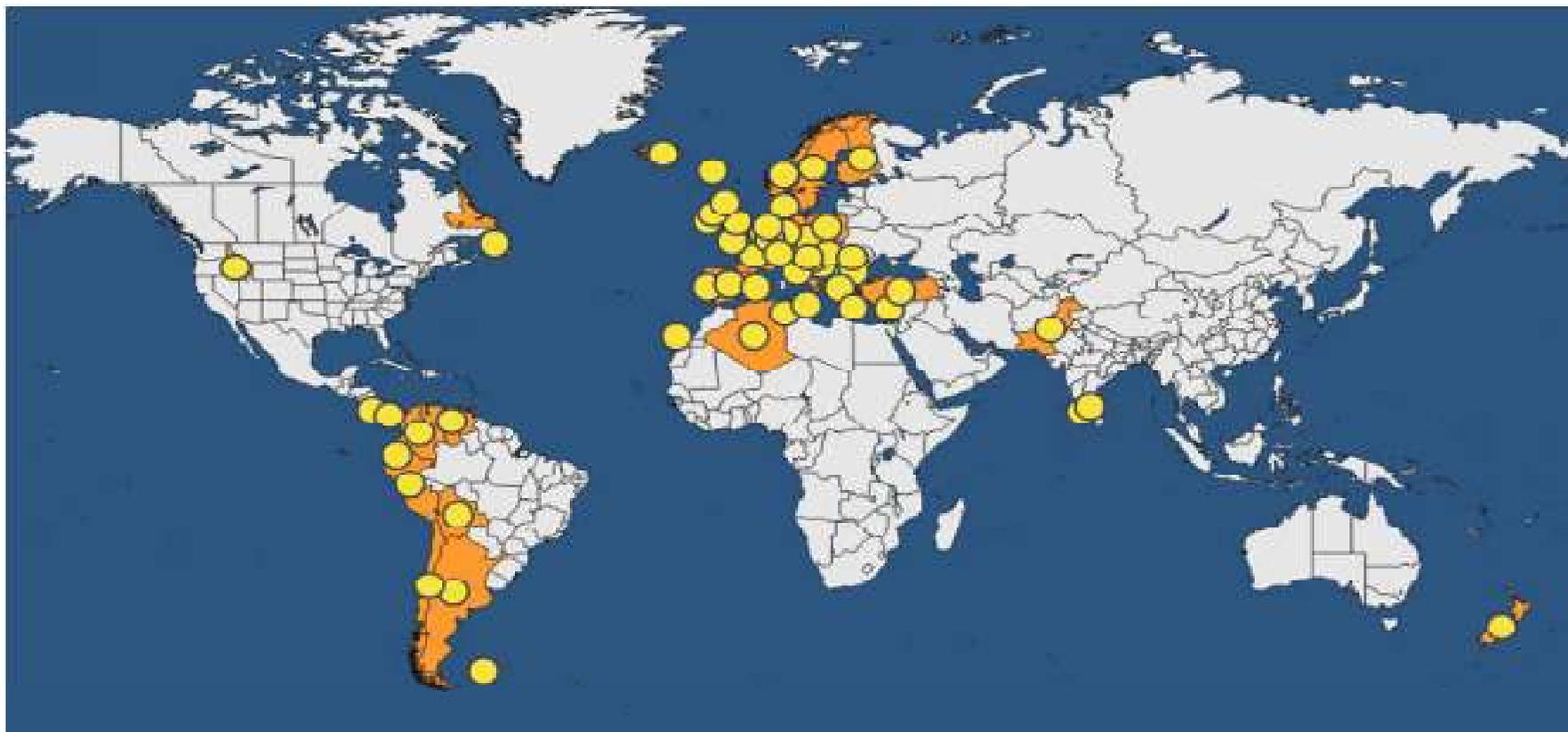
Les nématodes à kyste, *Globoderarostochiensis* et *Globoderapallida*, ravageurs dommageables à la pomme de terre, tels qu'ils justifient leur classification en parasites de quarantaine et l'adoption de mesures de lutte obligatoires appliquées à l'échelle internationale (Chauvin et al., 2008).

D'après Turner (1996), les nématodes à kyste possèdent également une capacité de survivre jusqu'à 30 ans dans le sol en absence de plantes hôtes. Selon le niveau d'infestation, ils peuvent réduire les rendements de la pomme de terre jusqu'à 100 % (Brodie et Mai, 1989). En réponse aux pertes économiques qu'ils causent, les NKPT sont régis par des réglementations, afin de minimiser les risques de propagation.

**I.2.2 - Répartition des nématodes à kystes du genre *Globodera* :**

Les deux espèces *G.rostochiensis* et *pallida* sont des parasites spécifiques des plantes de la famille de Solanacées. Originaires du Pérou, elles auraient été introduites à l'Europe vers 1845 avec des tubercules collectés pour leur résistance supposée au mildiou. Elles sont présentes aujourd'hui dans le monde entier (Taupin P, 2012). (Fig5)

Selon INPV (2009), ce nématode a été découvert pour la première fois en 1953 suite à l'introduction des semences de pomme de terre d'origine britannique à la fin de la Deuxième Guerre mondiale. Une année après, il a été signalé dans le littoral algérois. En 1961, les surfaces contaminées se sont étendues très rapidement touchant 33 communes aux environs d'Alger. Après, il a été disséminé dans plusieurs wilayas du pays dont les plus importantes sont Ain Defla, Tipaza, Chlef, Mascara et Sétif. Et d'après la direction des services agricoles d'El Oued, *Globoderasp.* a été signalée dans quelques parcelles de pomme de terre en 2010 (DSA, 2020).



**Figure 5** -Carte de répartition des nématodes à kystes de la pomme de terre , au 01/07/2016, d'après l'Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes (OEPP)

### I.2.3 - Position systématique et appellations :

#### I.2.3.1 Position systématique

Les nématodes sont des organismes triploblastiques (trois feuilletts embryonnaires) et possèdent une cavité interne (formée par l'endoderme) non complètement recouverte de mésoderme. D'après Turner et Rowe (2006), les deux espèces *Globoderarostochiensis* et *Globoderapallida* sont des Métazoaires appartenant à :



<b>Embranchement</b>	Némathelminthes
<b>Phylum</b>	Nematoda
<b>Classe</b>	Secernentea
<b>Ordre</b>	Tylenchida
<b>Sous ordre</b>	Tylenchina
<b>Super famille</b>	Tylenchoidea
<b>Famille</b>	Heteroderidae
<b>Sous famille</b>	Heteroderinae
<b>Genre</b>	<i>Globodera</i>
	(Skarbilovich, 1959).

#### I.2.3.2 - Appellations

<b><i>Globoderarostochiensis</i></b> (Wollenweber,1923);( Behrens,1975)	
Synonyme: <i>Heteroderarostochiensis</i> Wollenweber	
Yellow potato cyst nematode, Golden potato cyst nematode, Golden nematode	(Anglais)
Kartoffelnematode	(Allemand)
Nemátodo dorado	(Espagnol)
nématode doré de la pomme de terre	(Français)

<b><i>Globoderapallida</i></b> (Stone,1973) (Behrens, 1975).	
Synonymes : <i>Heteroderapallida</i> Stone. <i>Heteroderarostochiensis</i> Wollenweber	
White potato cyst nematode, Pale potato cyst nematode	(Anglais)
Nématode blanc de la pomme de terre	(Français)
الدودة الخيطية للبطاطا	(العربية)

Les deux espèces *Globoderarostochiensis* et *Globoderapallida*, sont des parasites spécifiques des Solanacées et de la pomme de terre en particulier. La couleur des femelles à maturité les différencie et désigne leur nom commun : « Nématode doré de la pomme de terre » pour *G. rostochiensis* et « Nématode blanc de la pomme de terre » pour *G. pallida* (Chauvin et al., 2008).

## I.2.4- Morphologie et cycle de vie

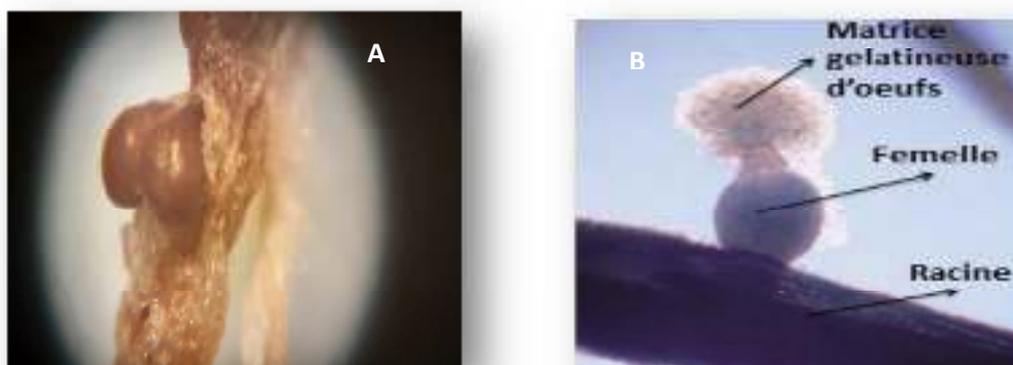
### I.2.4.1- Description morphologique

Les nématodes *Globoderarostochiensis* et *G. pallida* sont des endoparasites sédentaires des racines, caractérisés par un dimorphisme sexuel des adultes (Schneider et Mugniery, 1971).

Malgré leurs grandes similitudes morphologique et biologique les *Globoderarostochiensis* et *Globoderapallida* sont deux espèces distinctes (Stone, 1972).

#### I.2.4.1.1- Femelle

Les femelles sont sphériques avec un cou qui fait saillie et qui contient l'œsophage et les glandes associées, leur diamètre est d'environ 450µm, la forme des kystes est similaire à celle des femelles adultes (Golden et Ellington, 1972; OEPP, 2004). La couleur de la femelle peut être utilisée comme indication d'espèce « Nématode blanc de la pomme de terre » pour *Globoderapallida*, « Nématode doré de la pomme de terre » pour *Globoderarostochiensis* (Franco, 1987) (Fig.6).



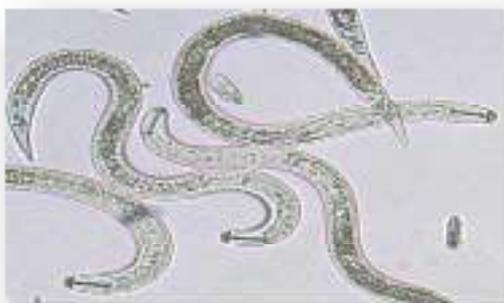
(A) Femelle adulte sur racine de PDT  
(Photo originale)

(B) Femelle adulte et sac des œufs gélatineux  
(Agrios, 2005; Subbotin et al., 2010)

**Figure 6** -Femelle adulte d'un nématode à kyste de la pomme de terre

#### I.2.4.1.2- Mâles

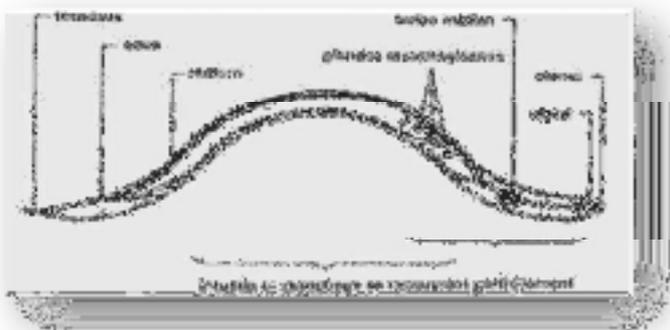
Les mâles (Fig.7) sont filiformes, mobiles et ils ont 1200  $\mu\text{m}$  de longueur environ et à proximité de la queue, courte et émoussée, s'observent les organes copulateurs (OEPP, SD).



**Figure 7.-**Mâle adulte d'un nématode à kyste de la pomme de terre (ITCMI,2006).

#### I.2.4.1.3- Juvéniles de deuxième stade

Les juvéniles de deuxième stade (Fig. 8) sont filiformes et de 470  $\mu\text{m}$  de longueur environ, leur bouche contient un puissant stylet pour piquer les parois cellulaires et leur queue est effilée (EPPO/OEPP, 2004).



**Figure8 -** Deuxième stade larvaire du nématode à kyste de la pomme de terre (Richard et Sawyer, 1972).

#### I.2.4.1.4- kyste

A maturité, le corps de la femelle se gonfle et se transforme, après fécondation en sac sphérique, résistant, de couleur brune rouge appelé kystede 0,3 à 0,9 mm de diamètre. Une protubérance en forme d'épingle correspond à la tête qui était attachée à la racine de la pomme de terre (Richard et Sawyer, 1972)(Fig. 9).



**Figure 9** - (A) kystes des nématodes à kystes pâle (*G. pallida*), (B) kystes de nématode doré (*G. rostochiensis*) (mindenpictures, 2020)

La distinction entre les deux espèces se fait sur des caractères morphologiques et morphométriques, à partir d'observations effectuées sur les kystes et sur les juvéniles (Tableau 02).

**Tableau 02:** La différence entre les deux espèces de *Globodera* les paramètres sont mesurés en  $\mu\text{m}$

Paramètre	<i>Globodera rostochiensis</i>	<i>Globodera pallida</i>
Longueur du corps des larves (J2)	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; carré, crochu
Longueur de la vraie queue	43,9 (37,0 - 47,0)	51,1 (45,0 - 55,0)
Longueur de l'hyaline sur l'extrémité 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 des rides entre l'anus et les fenestres vulvaires	Généralement > 14	Généralement < 14
Ration de Granek's (Distance anus-vulve/Distance fenestre-vulve)	> 3,2	< 3,0

(Turner et Rowe, 2006)

Le statut spécifique de ces deux espèces a été confirmé par la démonstration de leur non-interfécondité après hybridation in-vitro. (Mugniéry, 1979)

#### I.2.4.2- cycle de vie

Afin de lutter contre ces nématodes, il apparaît essentiel de connaître les interactions et la biologie de ces organismes afin d'identifier les étapes clés du parasitisme et notamment les mécanismes moléculaires régissant l'induction des différentes étapes et définir les phases auxquelles il faut agir pour lutter de façon efficace contre ces parasite.

Le cycle de vie des nématodes se déroule en deux phases:

❶ Une phase exophyte qui se déroule dans le milieu extérieur et qui dure de la ponte à la pénétration des larves dans la racine.

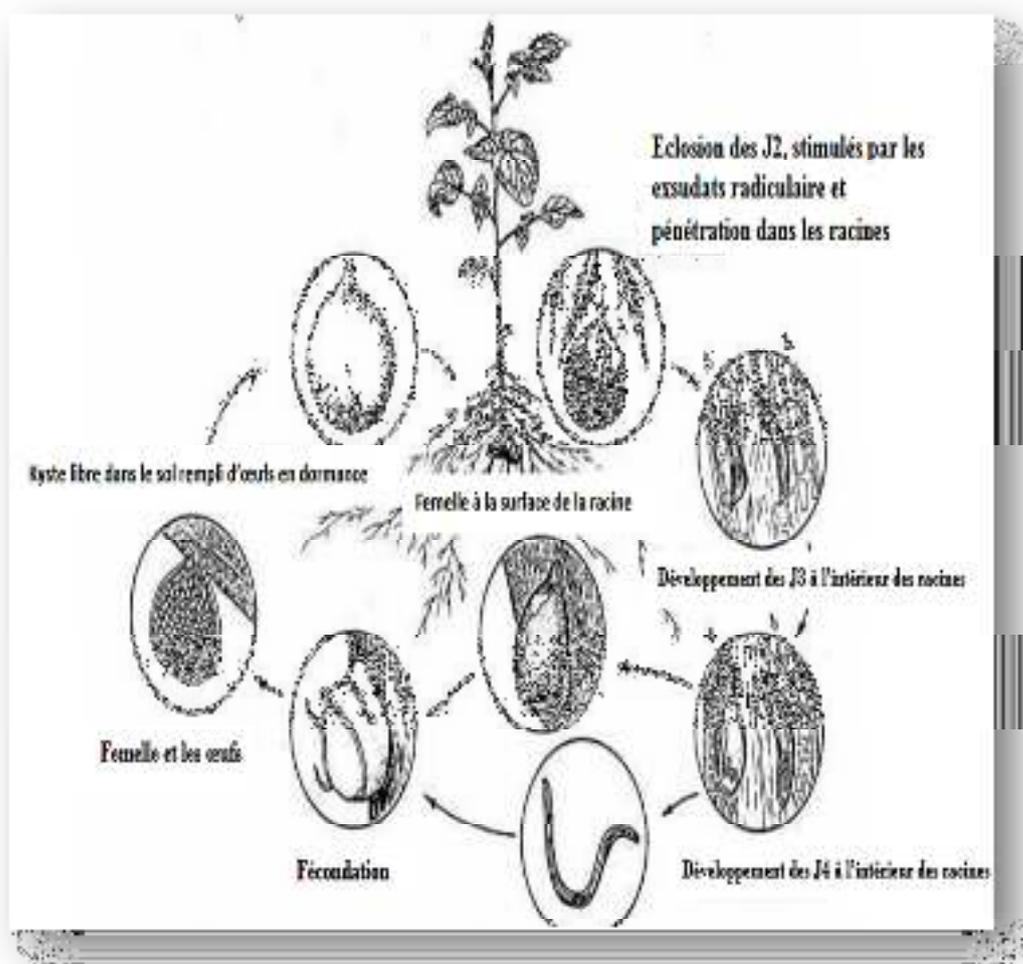
❷ Une phase endophyte qui se déroule dans l'hôte et qui permet le développement et la reproduction du nématode.

Avant d'atteindre l'âge adulte, les larves subissent 4 mues successives.

Pour activer les juvéniles à l'intérieur des kystes (stade de repos) et arrêter la diapause, et lorsque les conditions d'humidité et de température sont favorables, la stimulation par l'agent d'éclosion présent dans les diffusât des racines de pomme de terre, la solanoéclépine A, est nécessaire (Salazar et Ritter, 1993).

Selon Moxnes et Hausken, 2007, les juvéniles de second stade (J2) (libres) se déplacent dans le sol humide dans une mission d'exploration des surfaces des radicelles, les stolons ou les tubercules d'un hôte pour localiser une site d'attaque ( Fudali et al., 2008).

Le deuxième stade larvaire, est attiré vers les racines par chimiotactisme, se fraye un chemin à travers les parois des cellules en employant son stylet perforant et pénètre dans les racines en laissant une trainée de cellules brisées. (Figure 10 ), migre jusqu'au cylindre central où elle va se fixer et induire la formation par digestion des parois d'un site nourricier appelé «syncytium».



**Figure10** - Cycle de vie des nématodes à kyste en stades larvaires (juvéniles et mues) (Niblack et al., 2006).

Selon Turner et Evans (1998), ce syncytium comprend une quinzaine de cellules dont le cytoplasme devient dense, la vacuole se rétrécit et les noyaux sont multilobés (Mugniéry et Phillips, 2007).

Son rôle est également essentiel dans la détermination du sexe : des conditions nutritionnelles favorables conduisent au développement de femelles; A contrario, des facteurs défavorables induisent la formation de mâles.(Rouselle et al., 1996).

Ce syncytium reste fonctionnel tout au long du développement du nématode, c'est la phase de sédentarisation.

À l'intérieur des racines, les juvéniles du deuxième stade se développent en passant par différents stades J2-J3-J4-Mâle/femelle pendant 20 jours avec une température de 20°C (Moxnes et Hausken, 2007).

Ce n'est qu'à la troisième mue (M3) menant à l'atteinte du quatrième stade (J4) que la différenciation sexuelle sera complétée : les femelles deviennent piriformes et les mâles seront vermiformes (Lauritis et al., 1983). C'est également à ce stade que le syncytium des mâles dégénérera marquant la fin de leur alimentation et leur départ des racines vers le sol (Agrios, 2005).

Les femelles se renflent considérablement, elles font éclater l'écorce de la radicelle, le cou et la tête restant seuls plongés dans les tissus. Elles sont alors visibles à l'œil nu, sous forme de petites boules blanches fixées en chapelets aux racines (Schneider et Mugieri, 1971). La femelle pourra être fécondée par un ou plusieurs mâles et produire le sac gélatineux qui supportera les œufs qui éclore quelques jours plus tard. Apparemment, si la femelle n'est pas immédiatement fécondée par les mâles, elle peut survivre et rester féconde jusqu'à deux mois en conditions optimales (Koenning et al., 2004) (Fig. 11)

Les nématodes à kyste ont une reproduction amphimictique. Les mâles sont attirés par les phéromones libérées par la cuticule de la femelle.

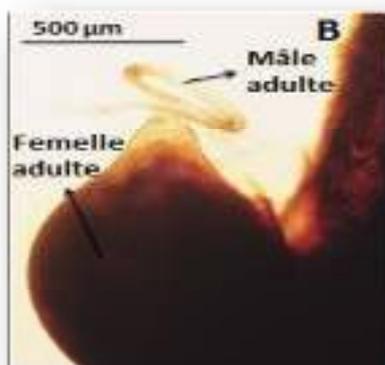
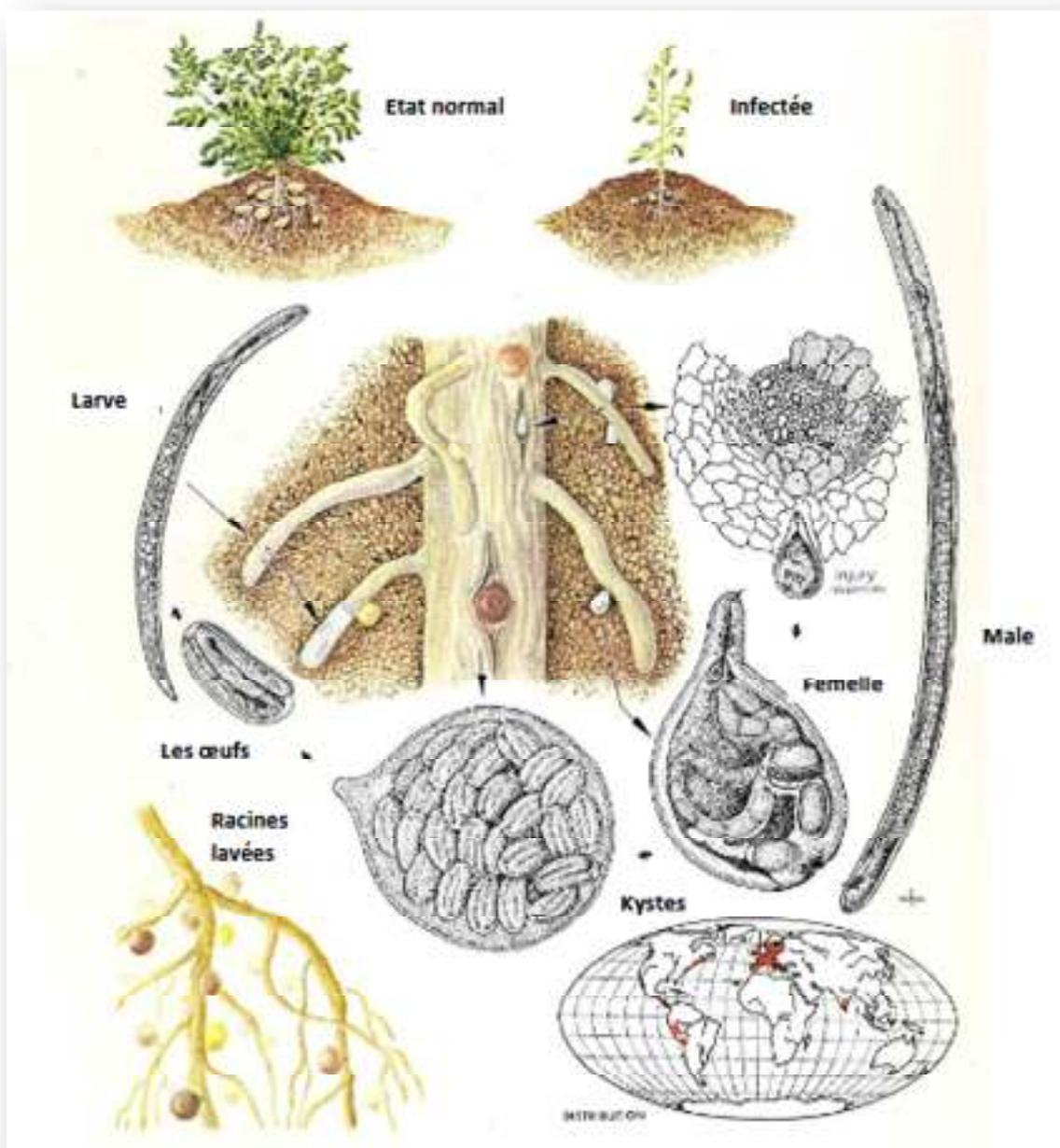


figure 11 - Femelle adulte surmontée d'un mâle adulte (Agrios, 2005; Subbotin et al., 2010) (modifiée)

Les œufs se développent à l'intérieur de la femelle fécondée, dont la cuticule se transforme en une enveloppe de protection ; le kyste. Jusqu'à un millier d'œufs, contenant chacun un juvénile, peuvent se trouver à l'intérieur d'un kyste. À maturité, le kyste se détache de la racine et il constitue un excellent organe de dissémination et de conservation dans lequel les juvéniles peuvent, en zones tempérées, rester viables pendant 10 à 20 ans. Normalement, car les juvéniles néoformés entrent en diapause (Evans, 1982). (Chauvin et al., 2008). (Fig. 12



**Figure 12** - Diagramme de cycle de vie des nématodes dorés *Globoderarostchiensis* Wollenweber (1923). (Stone, 1973).

### I.2.5 - 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 biotiques et abiotiques.

**I.2. 5. 1–Facteurs biotiques:**

Ce sont des facteurs liés à la plante

**➤Age de la plante:**

D'après Ritter (1971), une plante âgée permet une contamination précoce et un développement rapide de certaines espèces de nématodes.

**➤Les exsudats racinaires :**

Les exsudats racinaires ont une action directe importante sur la biologie de certaines espèces de nématodes, en provoquant l'éclosion de kyste de *Globodera* ou en attirant les larves. Dans d'autres cas, elles inhibent cette action comme les exsudats racinaires des crucifères telles que *Brassicahirta*ou, *Brassicanigra* qui neutralise l'action stimulante de la pomme de terre sur l'éclosion des kystes de *Globodera* (Grasse, 1965).

**➤Teneur en éléments minéraux dans la plante :**

Le niveau de  $K^+$  présent dans la plante joue un rôle important sur les dommages causés par les nématodes. En effet, lorsqu'il y a une carence en cet élément les dégâts sont plus importants (Deguiran, 1983).

**I.2. 5.2–Facteurs abiotiques**

Le climat ainsi que les caractéristiques physiques et chimiques du sol peuvent influencer le développement des nématodes.

**➤Température**

Les larves ne peuvent éclore que si la température du sol dépasse  $+7^{\circ}C$ . Les températures basses favorisent le développement de *Globoderapallida*, alors que les plus élevées favorisent la pullulation de *Globoderarostochiensis* (Mugniery et Person, 1976).

**➤Humidité du sol**

D'après Alfrod (1994), l'activité du nématode est liée à la présence d'humidité, les individus se déplacent généralement dans le sol ou sur les plantes recouvertes d'une pellicule d'eau, leur faible taille les rend très sensible à la dessiccation, aussi tout dessèchement prolongé du sol entraîne le dépérissement d'un grand nombre d'individus (Grasse, 1965).

Selon Reddy (1983), les nématodes sont actifs dans un sol ayant un taux d'humidité allant de 40 à 60 %.

**➤ Nature du sol**

Selon Bovey et al.(1979), le nombre de kystes de *Globodera* est plus nombreux dans des sols sablonneux ou tourbeux que dans des terrains argileux. Plus les pores sont des petites tailles, plus les larves auront des difficultés à cheminer vers les racines.

**➤ pH**

La nature du pH influence l'émergence et le comportement des adultes (Ritter,1971), un P<sup>H</sup> fortement acide ou fortement basique a une action défavorable sur le développement des nématodes(Allili, 1985).

**➤ Salinité**

Une forte concentration du sel favorise le développement de la population de certaines espèces de nématodes phytoparasites (Bouazza, 1996).

**➤ Matière organique**

La matière organique augmente les capacités de rétention du sol à l'eau et aux éléments nutritifs et améliore la structure de sol. Ce qui fournit un meilleur environnement pour les plantes et les nématodes. En parallèle, elle peut libérer des produits chimiques ou gaz qui sont toxiques aux nématodes (Maggenti, 1981).

**I.2.6 -Strategie parasitaire des nematodes a kyste**

Les deux espèces de nématodes à kystes,*Globoderarostochiensis*et *G. pallida*,de la pomme de terre sont des parasites obligatoiresde certains membres de la famille des solanacées. Lapomme de terre (*Solanumsp.*) est l'hôte principal.

Le processus est le même pour tous les nématodes phytoparasites. Ils ponctionnent les cellules à l'aide de leur stylet creux, (Fig.13), sécrètentune fluide ( la salive ), provenant des glandes œsophagiennes ou des amphides et qui est projetée à l'intérieur de la cellule induisant l'élargissement des cellules situées près de la tête de la femelle. La lyse des parois situées entre ces cellules entraîne la formation d'une cellule géante multi-nucléée, à cytoplasme dense, à vacuole réduite et qui fonctionne comme une "cellules de transfert", appelé"syncytium", assurant la nourriture d'une manière permanente nécessaire au développement des nématodes.

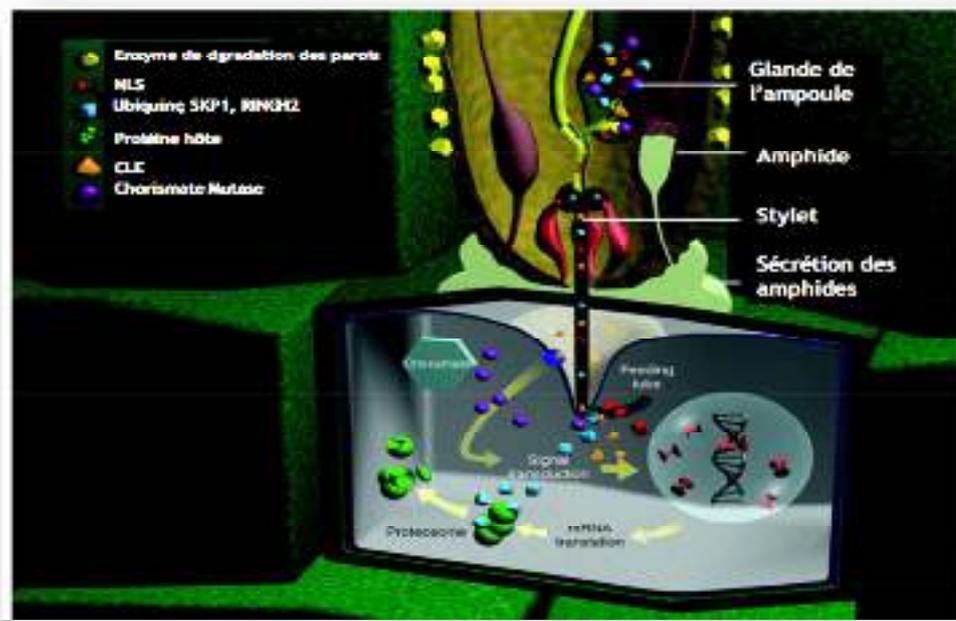


Figure 13 - :

Modèle d'interaction potentielle entre les produits de sécrétions des nématodes et la cellule végétale (d'après Davis et al. 2004)

Les principales clés de réussite du parasitisme sont liées aux sécrétions salivaires qui sont supposées intervenir tant lors des phases de migration que lors de la mise en place du parasitisme (Dupont, 2019)

Tableau 03 : Produits sécrétés par les nématodes à kyste et caractéristiques

Gène	Fonction possible	Références
$\beta$ -1,4-endoglucanases	Dégradation des parois des cellules végétales	Goellner et al., 2001 ; Smant et al., 1998 ; Davis et al., 2004 ; Yan et al., 2001 ; Gao et al., 2002
Pectate lyase	Dégradation des parois des cellules végétales	De Boer et al., 2002 ; Popeijus et al., 2000
Expansine	Dégradation des parois	Qin et al., 2004 ; Kudla et al., 2005 ; Wieckzoreck et al., 2006
Chorismatemutase	Modifie la balance en auxine ; formation du syncytium	Bekal et al., 2003 ; Jones et al., 2003
Protéase	Digestion extra-corporelle	Robertson et al., 1999
Thioredoxinperoxidase	Protection contre les défenses des plantes	Robertson et al., 2000

Le développement et le maintien de ces cellules de transfert rivalisent avec la croissance de la plante. De plus, les dégâts occasionnés par les nématodes entraînent une déficience hydrique et un dérèglement du métabolisme nutritionnel. Les relations entre la pomme de terre-hôte et le nématode à kyste sont contrôlées par :

- ❖ La résistance de la variété de pomme de terre,
- ❖ La tolérance de la variété de pomme de terre.
- ❖ La pathogénicité du nématode.
- ❖ Les facteurs du milieu, tels que la fertilité du sol et les autres facteurs de croissance peuvent modifier l'interrelation existant entre l'hôte et le nématode. (Scurrah. 1987).

### **I.2.7 - Diagnostic**

Il est important de reconnaître la densité de population des nématodes à kyste des pommes de terre dans le sol pour mettre en œuvre des méthodes de lutte efficaces. Les méthodes les plus habituelles pour déterminer la densité de population des nématodes sont l'analyse du sol et l'observation des racines.

#### **I.2.7.1 - L'analyse du sol:**

Le sol est analysé par un laboratoire de nématologie qui utilise les échantillons de sol que l'agriculteur a prélevé dans ses champs. Le laboratoire analyse les échantillons en mettant en suspension la terre sèche dans un récipient d'eau et en comptant le nombre de kystes flottant à la surface. Un échantillon de kystes est ouvert et le nombre d'œufs et de larves est compté pour déterminer leur viabilité totale.

Une méthode au champ facile, dérivée de l'analyse du sol, donne une estimation approximative de l'infestation de nématodes:

- Placez une poignée (environ 50 g) de terre bien mélangée de différents endroits du champ dans une bouteille en verre clair.
- Ajoutez suffisamment d'eau pour humidifier complètement la terre et secouez vigoureusement la bouteille.
- Remplissez la bouteille d'eau jusqu'à près du bord. Les kystes de l'échantillon vont flotter à la surface de l'eau indiquant la quantité de kystes dans l'échantillon.
- Versez la partie du dessus sur un papier absorbant afin que les kystes puissent être examinés plus attentivement ou comptés à l'aide d'une loupe de poche.

#### **I.2.7.2 - L'observation des racines:**

Dans les stations d'expérimentation, on utilise une méthode "biologique" pour déterminer l'infestation du sol. Deux à trois mois avant la plantation, des tubercules en germination sont placés dans des pots contenant des échantillons de terre provenant du champ contrôlé. Si le champ est infesté, les nématodes à kyste de la pomme de terre peuvent être détectés visuellement après 8 semaines par les corps ronds des femelles qui se développent sur les racines à la périphérie de la motte. Un agriculteur peut estimer de

manière approximative l'infestation du champ en examinant les racines des plantes peu avant la floraison.

A ce stade de développement de la plante, les femelles rompent le cortex de racine et les corps ronds sont visibles à l'œil nu ( Fig.14). Les niveaux critiques d'infestation dépendent des situations locales. Des essais pratiques, comparant des parcelles non-traitées et des parcelles traitées avec des nématicides peuvent aider à déterminer à quel niveau d'infestation le rendement des pommes de terre est touché (Scurrah. 1987).



Figure 14- Femelle a rompu le cortex de racine (Photo original 19/12/2019)

### **I.2.8 –Symptômes et dégâts d'attaque des nématode kystes :**

Les conséquences du parasitisme des nématodes sur les plantes sont extrêmement difficiles à quantifier. Elles établissent avec la plante hôte des relations diverses. Si les relations parasitaires sont faibles, les nématodes sont peu nuisibles sauf s'ils s'attaquent à des végétaux déficients ou en état de stress, (hydrique, thermique, parasitaire) (Rousselle P., Robert Y. et Crosnier J.C., 1996).

Les nématodes agissent sur la fonction assimilatrice du système racinaire et peuvent limiter l'absorption des éléments nutritifs nécessaires au développement de la plante (Villenave, C. et Cadet, P., 2000). Ils contribuent ainsi à la baisse de la production des cultures, en cas de forte infestation des sols, ils entraînent des altérations caractéristiques ou des déformations typiques de l'ensemble du végétal. Ils provoquent des maladies de dépérissement accompagnées de différents symptômes; nanisme, retard végétatif, voir même la mort des plantes. (Sonneville A., 2006). (Fig.15).

Figure 15 - Dégâts des nématodes dans un champ de pomme de terre

( Photo original)



La limite de tolérance de la plante face aux nématodes, que l'on appelle le « seuil de nuisibilité » est de l'ordre d'environ 100 à 1000 individus par kg de sol ou 10 à 100 individus par g de racine (DeGuiran, 1983)

L'attaque de la plante par le nématode peut être détectée par un examen visuel des racines, lequel peut révéler la présence de kystes, ou par le prélèvement d'un échantillon de sol qui sera testé.



(A)



(B)

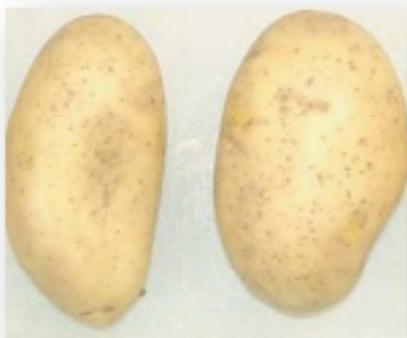
**Figure 16-** Symptômes d'infestation d'une plante de PdT

Les deux espèces des nématodes peuvent provoqués des dégâts à différents niveaux ; dans un premier temps au niveau cellulaire, puis racinaire. Les racines peuvent

voir leur croissance réduite ou présenter un développement anormalement abondant du chevelu racinaire secondaire. Au niveau de la partie aérienne, le détournement des substances nutritives et de l'eau au profit du nématode se traduit par une moindre croissance de la plante. (Chitwood *et al.*, 1985).

Les symptômes décrits pour *Globodera* sp. peuvent être causés par plusieurs autres agents pathogènes et ne peuvent pas être considérés comme une preuve de la présence des nématodes. Pour cela, une analyse nématologique est indispensable pour se prononcer sur l'infestation d'une parcelle.

L'incidence des nématodes sur le rendement des cultures dépend essentiellement des densités initiales des populations (Greco *et al.*, 1988). À 8 et 64 œufs/g de sol on peut s'attendre à des pertes de 20 à 70% respectivement de la récolte. Elle varie aussi en fonction des conditions climatiques, édaphiques et de la tolérance des variétés (Hockland, 2002). Ces dégâts peuvent être moins sévères dans les régions où la culture de pomme de terre se pratique tôt, ou le semis se fait à la moitié d'été et la récolte en novembre ou décembre, comme c'est le cas dans les pays méditerranéens (Greco, 1988).



**Figure 17** –Dégâts dus aux piqûres de *Globodera pallida* sur tubercules de pomme de terre (Chauvin *et al.*, 2008)

Les coûts engendrés par les attaques de nématodes sont imputables aux :

- Baisse de rendement.
- Problèmes de qualité des plantes (aspect) qui les rendent impropres à la commercialisation.
- Augmentations d'irrigation pour pallier les perturbations subies par le système racinaire des plantes parasitées.
- Régression des surfaces irriguées par délaissement des parcelles infestées ➤
- Interdictions d'exportation du fait du statut de quarantaine de certaines espèces,
- Traitements nématicides très coûteux.



Figure 18 - Parcelle délaissée après contamination par *Globodera* sp à Trifaoui

(Photo original 04/2020)

### I.2.9-Stratégie de gestion du risque nématodes à kyste :

Les nématodes ont des caractères telluriques et endophytes et ils ont une forte résistance aux contraintes abiotiques, ce qui rend, une fois installés dans le sol, bien difficile de les déloger.

Les méthodes de lutte ont donc pour objectif d'abaisser les populations parasitaires sous un seuil de nuisibilité économiquement viable.

#### I.2.9.1 - Mesures prophylactiques :

Un vieil adage qui dit qu'« *Il vaut mieux prévenir que guérir* », ce sont des mesures nécessaires et indispensables pour limiter les infestations par les nématodes. Cependant, elles ne sont souvent pas suffisantes et sont la plupart du temps peu suivies.

Des mesures législatives domestiques sont en vigueur, des règlements d'importation se justifient pour assurer des normes comparables pour le matériel importé. et contrôler des végétaux aux frontières pour éviter l'introduction de nouvelles populations sur le territoire.

Comme les nématodes se disséminent par le matériel et les personnes, d'autres gestes simples permettent aussi de prévenir des attaques importantes :

- ☞ La rotations de culture pour éviter la multiplication des kystes fait partie des méthodes prophylactiques (Rousselle et *al.*, 1996)
- ☞ Eliminer les repousses de pommes de terre (et d'autres solanacées) et supprimer un maximum de racines lors de la récolte.
- ☞ La règle d'or du jardinier ! La gestion et le nettoyage des instruments de travail du sol (tels que les outils, les roues de tracteur, les chaussures du personnel ... etc). Un

nettoyage soigneux à l'eau avec un peu d'alcool ou d'eau de javel doit être effectué le plus souvent possible.

☞ Une analyse nématologique parcellaire s'impose dans le cas où l'on projette de cultiver de la pomme de terre dans une zone infestée.

☞ La sensibilisation et la vulgarisation des agriculteurs par la collaboration des différentes institutions et par l'utilisation des différents moyens médiatique, pourra mieux gérer et prévenir de l'infestation nématique.

### **La réglementation phytosanitaire algérienne**

Le texte de base de la réglementation phytosanitaire algérienne est la loi n° 17-1987 du 01-08-87 relative à la protection phytosanitaire. Cette loi est déclinée en deux décrets :

- décret exécutif n°93-286 du 23 novembre 1993 réglementant le contrôle aux frontières qui décrit :

♣ Dans son annexe I la liste des organismes nuisibles réglementés à l'importation .

♣ Dans son annexe II, les végétaux et produits végétaux soumis à présentation du certificat phytosanitaire (CP) lors de leur importation en Algérie

- décret exécutif n° 95-387 du 28 novembre 1995 fixant la liste des ennemis des végétaux et les mesures de surveillance et de lutte qui leur sont applicables qui décrit dans son annexe une liste d'organismes nuisibles réglementés sur le territoire national et la liste des fléaux agricoles.

Ces décrets sont complétés par des arrêtés d'application :

- l'arrêté n° 117 du 21 mai 1995 fixant les normes phytotechniques et phytosanitaires à l'importation des semences et plants des espèces maraîchères, arboricoles, viticoles et des grandes cultures, modifié par

- l'arrêté du 17 Safar 1425 correspondant au 7 avril 2004 .

- l'arrêté du 14 juillet 2002 fixant la liste des espèces végétales soumises à une autorisation préalable d'importation et les prescriptions phytosanitaires spécifiques, et ses annexes I(a) pour le matériel végétal et I(b) pour tous les tubercules de pommes de terre ( P.

**4. Jor off N° 62 du 15-09-2002).**

Cependant les capacités de survie des nématodes dans le sol sont supérieures à dix ans et rendent ces méthodes difficilement applicables. Donc D'après Mugniéry et Phillips (2007), il est admis qu'un minimum de sept ans est nécessaire entre deux cultures de pomme de terre.

#### **I.2.9.2 - Lutte culturale :**

La conséquence des pratiques agricoles est la principale cause des dégâts dus aux nématodes. Parmi ces méthodes on peut citer l'utilisation des plants et des semences sains et certifiés.

**I.2.9.2.1 - la rotation culturale :**

Tiilikkala, en 1991, a trouvé que dans les monocultures la densité de populations de nématodes peut passer de 0.1 à 265 larves/g de sol en 3 ans. Avec la rotation, au lieu de donner une génération par saison, le temps entre générations va s'étendre de 2 à 5 ans (Bakker, 1992).

Une rotation de quatre ans permet de maintenir ou de réduire la population de nématodes à condition que le contrôle des repousses de pomme de terre soit maîtrisé (Ritter, 1971). De même, d'après Mugniéry et Phillips (2007), il est admis qu'un minimum de sept ans est nécessaire entre deux cultures de pomme de terre pour diminuer les densités de populations.

La rotation des cultures avec des plantes résistantes non hôtes montre une régression des populations de nématode de 30 à 45 % chaque année (RYAN et DEVINE, 2005)

En Algérie, les cultures non hôtes de printemps et d'automne entraînent des chutes de populations de 30-33% (Mugniery, 1982).

Cette méthode présente des inconvénients du fait d'être lente car la décontamination est progressive avec des risques de dispersion des kystes.

**I.2.9.2.2- les plantes pièges**

Selon Trudgill et al., (1998), les exsudats racinaires des plantes pièges font éclore les kystes mais les nématodes ne peuvent pas se nourrir sur les racines. Cette technique consiste à réaliser une plantation de pomme de terre à haute densité de petits tubercules fortement pré-germés, pendant cinq semaines, puis la culture est détruite (Mugniery et Balandras, 1987). De même, l'utilisation de la morelle de Balbis: *Solanum sisymbriifolium* (qui présente une résistance complète), a permis des diminutions de 50 à 80% des populations des kystes des *Gobiodera* (Somerhausens, 2006; Chauvin et al., 2008; Duvauchelle, 2013).

**I.2.9.2.3- Les plantes nématicides:**

Toutes les plantes ne sont pas forcément parasitées par les nématodes. En effet, aujourd'hui, on dénombre environ 200 espèces de plantes ayant des propriétés nématicides (Djian-caporalino et al. 2008.)

Ces plantes nématicides peuvent agir contre les nématodes en:

- Inhibant la pénétration des jeunes larves dans la racine.
- Inhibant l'éclosion des œufs de nématodes.
- Empoisonnant les nématodes.

#### **1.2.9.2.4 -la jachère:**

L'emploi de la jachère permet de réduire de 50 % la population des nématodes (Mugniery,1975). Les champs nus, sans plantes adventices, et labourés et exposés au soleil, privent les nématodes de leur alimentation, et sont, donc, un bon moyen de réduire la population des nématodes. L'irrigation pendant les périodes sèche peut aussi aider à réduire les populations de nématodes, sous réserve que les mauvaises herbes soient contrôlées efficacement (Overman,1964; Rhoades, 1982; Johnson et Fassuliotis, 1984).

#### **1.2.9.2.5 -Modification des pratiques culturales:**

En production de primeur, 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).

Ces méthodes ne sont pas forcément les plus adaptées ou les plus faciles à mettre en place.

#### **1.2.9.3 -Lutte physique :**

- **La solarisation du sol :**

C'est une technique hydrothermale simple et peu coûteuse de désinfection du sol.Elle consiste à élever la température du sol dans ses couches superficielles (jusqu'à 30 –40 cm) pendant une durée suffisamment longue pour tuer les organismes pathogènes et détruire les stocks de semences des adventices. Ce réchauffement est obtenu en recouvrant le sol d'un plastique transparent après un arrosage abondant: l'humidité assure une meilleure conduction de la chaleur en profondeur. En effet, c'est l'eau qui transmet la chaleur captée par le plastique

transparent. Le film transparent laisse passer les rayons UV qui ont un fort pouvoir biocide. (Haougui A, et al )

Le processus de chauffage et l'efficacité de la solarisation du sol dans le contrôle des ravageurs sont en fonction de la relation entre le temps et la température. (Barkat, 2005). Aux environs de 65°C, le cytoplasme se coagule, la mort est effective

- **La lutte par inondation des terres** : La submersion par l'eau semble parfois possible pour lutter contre les nématodes (les nématodes meurent par asphyxie) (Djebroune ,2013)

#### **I.2.9.4 - La lutte chimique :**

Ils sont très efficaces, induisant 80 à 90% de mortalité, les molécules chimiques sont des molécules très actives dans la lutte des nématodes. Cependant il s'agit d'un moyen de lutte très onéreux et surtout très dangereux pour la faune et la flore adjacentes et ils ne permettent de traiter que les 20 à 30 premiers centimètres du sol. De plus, elles deviennent de moins en moins autorisées par les autorités car elles ont des actions non seulement toxiques mais aussi cancérigènes et tératogènes.

Ils peuvent être utilisés de deux façons différentes soit par fumigation ou par action systémique.

##### **I.2.9.4.1 - La méthode par fumigation:**

Il s'agit d'une méthode qui nécessite une préparation rigoureuse du sol avec un arrosage intensif et maîtrisé des sols avant et après traitement.

L'utilisation de pesticides par fumigation consiste à introduire un gaz ou une substance donnant naissance à un gaz dans une atmosphère plus ou moins fermée ou directement dans le sol.

Les fumigants sont nématicides, fongicides, bactéricides et herbicides. Ils sont donc très toxiques et détruisent l'écosystème présent (animaux, insectes, champignons etc.).

##### **I.2.9.4.2 - La méthode par action systémique:**

Les pesticides systémiques pénètrent dans la plante par les racines ou les feuilles et sont véhiculés par la sève. Ils se diffusent donc dans toute la plante et se présentent sous une forme liquide ou sous forme de granulés.

Les molécules utilisées pour combattre les nématodes sont les organophosphorés et les carbamates.

On peut distinguer plusieurs types de pesticides systémiques en fonction de leur mode d'administration (figure 19)

❶ Les pesticides systémiques translaminaires: qui pénètrent dans les tissus de la plante après pulvérisation et qui sont diffusés par le phloème

❷ Les pesticides systémiques en Traitement de Semences (TS): qui pénètrent dans la plante par les racines et qui sont diffusés par la sève via le xylème (de bas en haut)

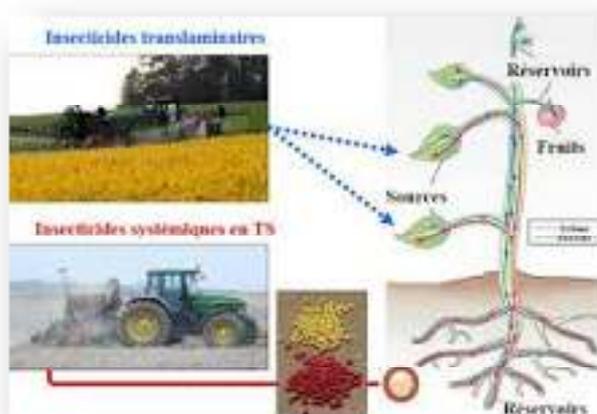


Figure 19 - Principaux modes d'action des insecticides systémiques (Web, 2)

#### I.2.9.5 -Lutte biologique :

La lutte biologique est basée sur l'emploi des micro-organismes. Quatre produits, soit deux champignons, *Paecilomyces lilacinus* (BioAct™) et *Myrothecium verrucaria* (DiTera™), et deux bactéries, *Burkholderia cepacia* (Deny™) et *Bacillus chitinosporus* (Activate™), sont présentement disponibles dans divers pays d'Europe et aux États-Unis. (Bélaïr, G.2005)

Les plantes produisent naturellement des composés de métabolisme secondaire qui fournissent la défense contre les herbivores dont l'activité biocide et ils sont utilisés en médecine traditionnelle comme bactéricides, fongicides, nématicides, anthelminthiques et acaricides, autres... (Al-Daihan, 2010).

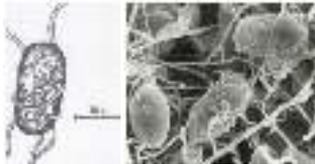
En Algérie, des études de Belaïb (2007) et Saadi (2008) ont porté sur l'efficacité des extraits de plantes : *Artemisia herba alba* (Asso.) (Asteraceae), *Rutagraveolens* (Rutaceae), *Ocimum basilicum* (Lamiaceae), *Tagetes patula* (Asteraceae), *Melia azedarach* (Meliaceae), *Lantana camara* (Verbenaceae) qui présentent une activité nématicide et le

pourcentage de mortalité augmente lorsque la concentration et la période d'exposition augmentent.(Anonyme, 2017)

Les principaux micro-organismes et plantes utilisés dans la lutte biologique contre les nématodes sont regroupés dans le tableau 04.

**Tableau .04** -Les principaux micro-organismes et plantes utilisés dans la lutte biologique contre les nématodes

Micro-organisme	Espèce	Mécanismes d'action supposés	Auteur
Bactéries	<i>Bacillus chitinosporus</i> (Activate™)		( Bélair, G.2005)
	<i>Burkholderiacepacia</i> (Deny™)		( Bélair, G.2005)
	<i>Penicillium anotolicum</i>	Réduisent fortement les populations	(Bélair, 2005 in Djebroune ,2013).
	<i>Bacillus firmus</i>  FLOCTER°, nématicide qui contient 5 % de <i>Bacillus firmus</i>	Dégradation de la paroi des œufs, perturbation de la perception des exsudats racinaires par les larves	(Yap Chin, 2013; Carneiro et al., 1998) in
	<i>Pasteuria penetrans</i>  Schéma de spores de <i>Pasteuria penetrans</i> collées sur la cuticule partie d'un nématode	Parasites (Obligatoire) des larves	(Sayar & Starr, 1985)
Champignons	<i>Botryotrichum piluliferum</i>	Parasites d'œufs	(Trifonova et Karadjova, 2003 in Djebroune ,2013).
	<i>Scolecobasidium constrictum</i>		
	<i>Gliocladium roseum</i>		
	<i>Phoma fineti</i>		
	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	Diminution de multiplication des nématodes de 48 à 51%	(Topin et al, 2008 in Djebroune ,2013).
	<i>Pochonia foshiazate</i>		
	<i>Arthrobotrys irregularis</i>  Schéma d'un nématode capturé par <i>A. irregularis</i>	champignons «piégeurs»	la lutte biologique contre les Nématodes phytoparasites. J.-C. Cayrol, Caroline Djian-Caporalino, Elisabeth Panchaud-Mattei. Courrier de la Cellule Environnement de l'INRA ° 17

	<p><i>Paecilomyces lilacinus</i>(BioAct™) <i>Verticillium chlamyosporium</i> <i>Myrothecium verrucaria</i> (DiTera™)</p>  <p>Œuf de Nématode parasité par un Champignon ovide</p>	Champignon ovide	la lutte biologique contre les Nématodes phytoparasites. J.-C. Cayrol, Caroline Djian-Caporalino, Elisabeth Panchaud-Mattei. Courrier de la Cellule Environnement de l'INRA ° 17
	<p><i>Hirsutella sp</i></p>  <p>Schéma d'<i>Hirsutella</i> parasitant un nématode a) Spores adhésives sur la cuticule du nématode. b) filaments parasitaires envahissant le nématode.</p>	Champignons à spores adhésives	la lutte biologique contre les Nématodes phytoparasites. J.-C. Cayrol, Caroline Djian-Caporalino, Elisabeth Panchaud-Mattei. Courrier de la Cellule Environnement de l'INRA ° 17
	<p><i>Les endomycorhizes</i></p>  <p>Dessin d'endomycorhize à arbuscule dans les cellules d'une racine</p>	Ont des effets bénéfiques sur les cultures vis-à-vis des nématodes (compétition champignon-nématode, amélioration nutritionnelle, augmentation de la résistance etc.)	(Sikora&SchÖnbeck, 1975; Bagyaraj et al., 1979; Cyrol, 1991; Cooper &Grandison, 1986; Azcon-Aguillar&Barea, 1996; Sharma & Sharma, 2015)
Plantes nématicides	<p>Ricin</p> 	Quelques larves pénètrent mais ne se développent pas. Exsudat racinaire toxique. Les amendements de feuilles ou de tourteaux sont nématicides (ricine)	(Regnault-Roger, 2002)
	<p>Sésame</p> 	Exsudat racinaire toxique (acide aminé). Les amendements de feuilles ou de tourteaux sont nématicides	(Regnault-Roger, 2002)
	<p>Tagetes patula</p> 	Exsudat racinaire toxique (bithienyl et $\alpha$ -terthienyl). L'enfouissement de fleurs et feuilles broyées diminue la	Très Nombreuses. (Regnault-Roger, 2002)

		population de nématodes.	
Nasturtium officinale.L 		Le composé 2-propenylisothiocyanate extrait des semences ,à une dose de 0.05 mg/ml induit une mortalité de 65% après une période d'exposition de 72 heures des larves du 2 stade de <i>G. rostochiensis</i> , cette mortalité atteint 100% après une période 48 heures à une concentration plus élevée de 1 mg/ml.	(Brown et Morra, 1997; Valdes et al., 2011). Ainsi,Serra et al(2002)
Nicotiana tabacum ( Extraits de 0.5%) 		L'association de ces extraits avec les formulations commerciales de l'huile de Neem réduisent respectivement les densités des populations des larves de <i>G.rostochiensis</i> de 77.7% et 77.8% et augmentent les rendements de pomme de terre de 13.2 % et 11.5%	Trifonova et Atanason (2009)
Veratrum album  ( Extraits de 1%)			Trifonova et Atanason (2009)

Si ces méthodes semblent parfois efficaces au laboratoire et en milieu clos (sous serre), elles paraissent difficilement applicables au champ du fait de la présence d'antagonistes potentiels dans l'environnement.(Blanchard, 2006)

#### I.2.9.6 - Lutte génétique :

En nématologie, une plante est considérée comme résistante aux nématodes à kyste lorsqu'elle permet de réduire très fortement ou totalement le nombre de femelles formées par rapport à un témoin non résistant.

Chez ces nématodes, deux modes de résistance ont été observés en fonction de leur délai d'action après une attaque par le parasite (Marché et *al.*, 2001). Les réactions les plus précoces sont souvent des réactions d'hypersensibilité pendant l'induction du site nourricier. Les juvéniles de second stade n'évoluent alors pas jusqu'au stade adulte.

Un deuxième type de réaction rencontré chez les plantes provoque la masculinisation des nématodes adultes. C'est notamment le cas du gène H1 a qui initie

tardivement la réponse à une infestation par le nématode, induisant une atrophie ou un développement anormal du site nourricier provoquant la formation de mâles. Donc variétés résistantes : c'est l'alternative la plus intéressante et la moins onéreuse.

**I.2.9.6 - Lutte intégrée :**

C'est une approche de planification et de gestion des cultures qui préconise une stratégie d'intégration de plusieurs méthodes de lutte culturales, chimiques, physiques et biologiques, de manière raisonnable, efficace, durable et économique, avec la préservation de l'environnement, pour maintenir les populations en dessous d'un seuil dommageable.

Les cultures-pièges de pomme de terre (récolte de la plante-hôte de variété hâtive avant que le parasite n'ait terminé son cycle) conduisent à une diminution annuelle du ravageur de 80 %. Ainsi deux années de culture-piège combinées à un traitement nématicide conduit à une réduction moyenne de 98.5 % de la population (Mugniery et Balandras, 1984).

# Analyse expérimentale

**Partie II: Analyse expérimentale**

La présentation de la région d'étude et la méthodologie d'étude sont décrites dans cette partie.

**Chapitre 1 : Présentation de la région d'étude****II-1.1. - Situation géographique**

La région d'El-oued s'étend des confins septentrionaux de l'erg oriental jusqu'à chott Melghir où se trouvent des grandes palmeraies (Najah, 1970).

La région du Souf est une partie de la wilaya d'El-Oued, située dans le sud-est Algérien (33°19' à 33°61'N., 6°80' à 7°10' E.) (Fig. 1). C'est un vaste ensemble de palmiers entourés par les dunes de sable qui se trouve à une altitude de 70 mètres (Beggas, 1992). Cette région est limitée naturellement (Voisin, 2004) :

- Au nord par la zone des Chotts (Melghir et Merouane);
- Au sud par l'extension de l'Erg oriental;
- A l'ouest la vallée d'Oued Righ;
- A l'est Chott tunisien El-Djerid.

Est limitée administrativement par :

- Au nord, par les wilayas de Tébessa et Khenchela
- Au nord et au nord-ouest par la wilaya de Biskra;
- Au sud et au sud-est par la wilaya de Ouargla;
- A l'est par la Tunisie.

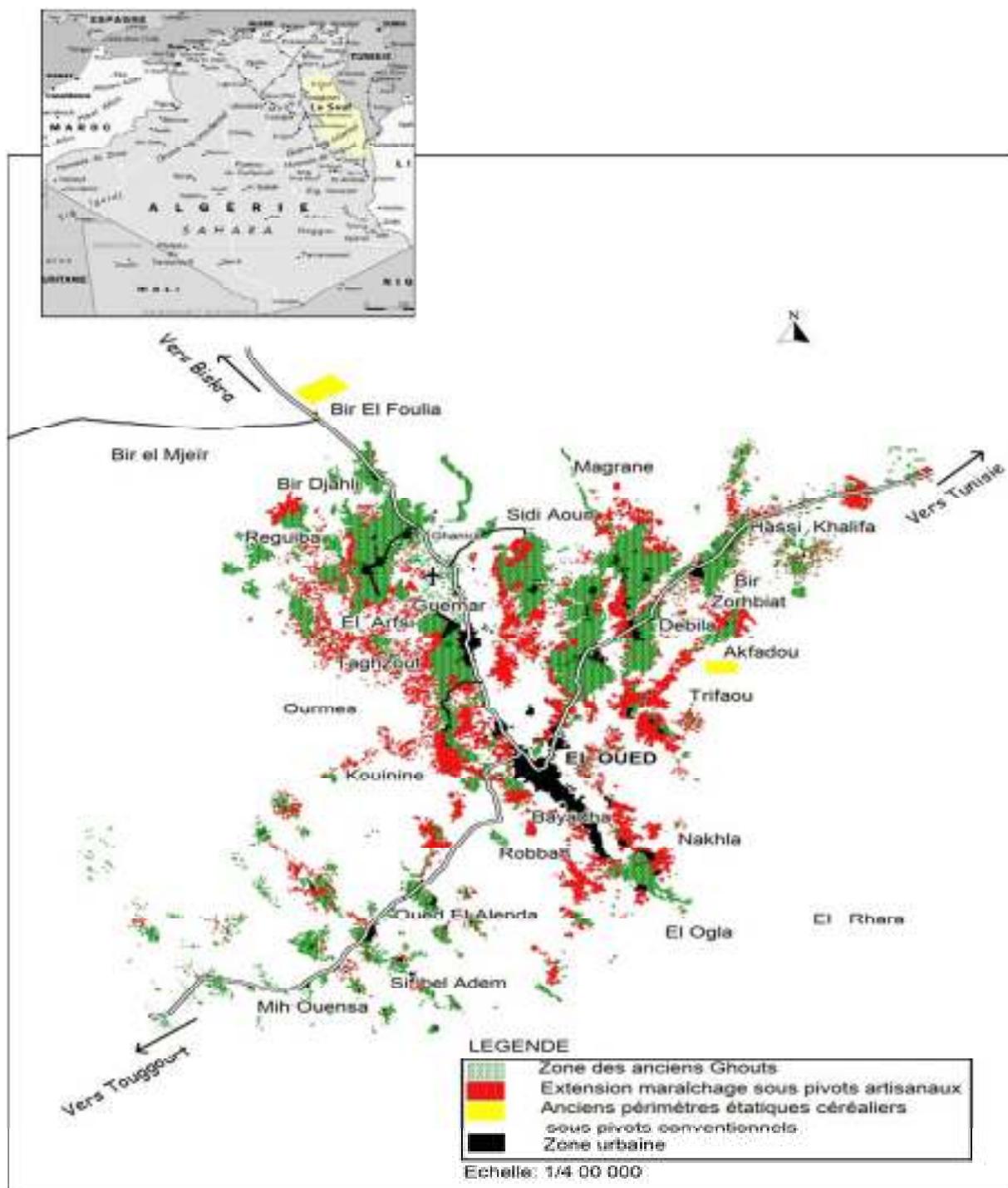


Figure 20–situation géographique de la région du Souf (web1 ).

## II-1.2. - Facteurs abiotiques

Tout être vivant est influencé par un certain nombre de facteurs abiotiques. Ils peuvent être édaphiques ou climatiques (Dreux ,1980).

### II-1.2.1. - Relief

Nadjeh (1971) signal que la région du Souf est une région sablonneuse avec des dunes qui peuvent atteindre les 100 mde hauteur. Ce relief est assez accentué et se présente

sous un double aspect. L'un est un Erg, où le sable s'accumule en dunes, il occupe  $\frac{3}{4}$  de la surface totale de la région. L'autre est le Sahara ou région plate et déprimée, formant des dépressions fermées, entourées par les dunes.

### II-1.2.2. -Sol

Le sol de la région du Souf est typiquement saharien, il est pauvre en matière organique et il est caractérisé par une texture sableuse et une structure très perméable à l'eau (Hlisse, 2007). Le sable de cette région se compose de silice, de gypse, de calcaire et parfois d'argile (Voisin, 2004).

### II-1.2.3. -Hydrogéologie

Dans la région du Souf, nous trouvons l'eau en surface, c'est le cas de la nappe phréatique, et l'eau en profondeur représenté par la nappe Artésienne (Voisin, 2004).

### II-1.2.4. - Facteurs climatiques

Les facteurs climatiques ont des actions multiples sur la physiologie et le comportement des animaux notamment les insectes (Dajoz, 1998). Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution des êtres vivants (Faurie et al., 1980).

#### II-1.2.4.1. - Température

Les données sur les températures mensuelles moyennes, maximales et minimales de la région du Souf pour l'année 2019 sont mentionnées dans le tableau 5.

**Tableau 5**– Températures mensuelles moyennes, maximales et minimales enregistrées dans la région du Souf pour l'année 2019

Températures (°C.)	Mois											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>M</b>	17.3	19.3	23.3	27.8	31.5	41.1	42.4	41.6	37	30.2	21.5	20.2
<b>m</b>	3.8	5.6	9.8	15.1	17.6	26	28.2	28.1	24.5	17.5	10.1	8
<b>(M+m)/2</b>	10.4	12.5	16.9	21.5	24.9	34.2	35.7	35.1	30.8	24	15.7	13.9

(Tutiempo, 2020).

M est la moyenne mensuelle des températures maximales en °C. ;

m est la moyenne mensuelle des températures minimales en °C. ;

(M+m)/2 est la moyenne mensuelle des températures en °C.

Durant l'année 2019, notre région d'étude est caractérisée par :

- Le mois le plus chaud est juillet avec 35.7 ° C.
- Le mois le plus froid est Janvier avec 10.4 °C.

- Une période froide s'étalant de Novembre à Mars avec une moyenne de 15.9° C.
- Une période chaude s'étalant de Avril à Octobre avec une moyenne de 29.8° C.

#### II-1.2.4.2. - Précipitations

La pluviométrie constitue une donnée fondamentale pour caractériser le climat d'une région. Dans la région d'étude, les précipitations sont très faibles et irrégulières, les valeurs des précipitations mensuelles enregistrées en mm durant l'année 2019 sont présentées dans le tableau 6.

Tableau 06:Pluviométrie moyenne mensuelle enregistrée dans la région du Souf pour l'année 2019

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
<b>P (mm)</b>	0	0	11.17	31.23	9.66	0	0	0	10.93	3.05	8.38	1.02	75.44

(Tutiempo, 2020).

Le mois le plus pluvieux de l'année 2019 est Avril avec 31.23 mm (Tab.06). Par contre il existe des mois quasiment secs (Janvier, Février, Juin, Juillet, et Aout). Le cumul des précipitations annuelles est de 75.44 mm/an.

#### II-1.2.4.3. - Le vent

D'après Seltzer (1946) le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat par sa force. Il agit sur le degré de la température et sur la vitesse d'évaporation, il a un pouvoir desséchant (Dajos, 1970).Les vents sont fréquents et cycliques :

- Le Sahraoui : il vient du nord-ouest vers le sud-est au printemps;
- Le Bahri : il est de direction est-ouest se manifeste d'Août à Octobre;
- Les vents de sable soufflent de Février à Avril avec un maximum en Mars et une direction prédominante nord-ouest et d'éventuelles tempêtes;
- Chihili ou Sirroco : ce vent vient en été du sud provoque certains dégâts (dessèchements, déshydratation etc...).

Tableau 07.. : Valeurs maxima de la vitesse des vents de chaque mois en 2019 dans la région d'étude.

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
V (Km/h)	19.6	20.2	20.5	24.9	22.9	21.6	22.5	22.1	20.2	17.4	23.8	20.8

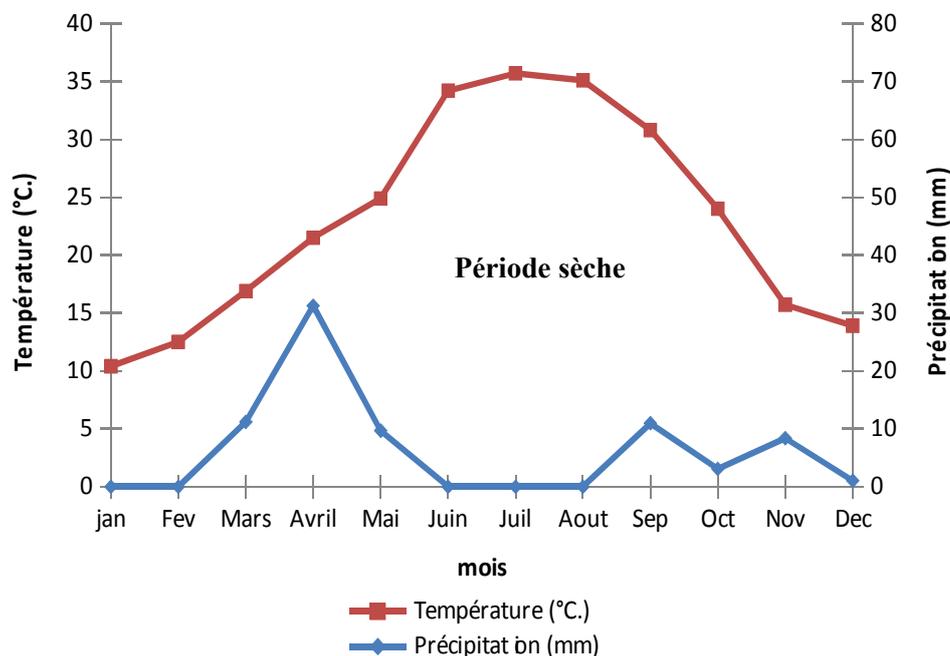
(Tutiempo, 2020).

V (Km/h) : Vitesses moyennes des vents exprimées en kilomètres par heure.

Selon le tableau 07, nous remarquons que les vents sont fréquents durant toute l'année. La vitesse la plus élevée est enregistrée durant le mois d'Avril (24.9 km/h)

#### II-1.2.4.4. - Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen (fig. 21) montre que la sécheresse est permanente durant toute l'année à cause des faibles précipitations et des températures élevées.



**Figure 21** - Diagramme ombrothermique de "Bagnouls et Gaussen" de la région du Souf durant l'année 2019

## **Chapitre 2 : Matériel et méthodes**

La présentation des stations et des techniques utilisées sur terrain, au laboratoire et l'analyse des données sont détaillées dans ce chapitre.

### **II.2.1.-Objectifs et choix des sites dans les stations d'étude:**

#### **II.2.1. 1.-Objectifs d'étude:**

- ✓ Pour signaler la présence de nématodes à kyste dans toutes les stations d'étude
- ✓ Pour identification des espèces des nématodes
- ✓ les moyens de lutte adoptés par les agriculteurs

#### **II.2.1.2. - choix des sites dans les stations d'étude:**

Notre choix n'était pas aléatoire mais influencé par les connaissances préalables sur l'existence des symptômes d'infection par les nématodes à kystes de la pomme de terre observés sur terrain lors des sorties dans le cadre professionnel.

En effet, nous avons travaillé sur 18 communes (stations) productrices de la pomme de terre: Hassi Khalifa, Trifaoui, Guemar, Ourmes, Taghzout, Reguiba, Magrane, Sidi aoun, Robbah, Nakhla, Ogla, Mih-Ouensa, Oued el allenda, Debila, Hassani abdelkerim, Bayada, El-ouedet Kouinine. Pour cela nous avons choisis 03 sites dans chaque station d'étude (Tab 8. Annexe 3).

#### **II.2.2. - Méthodologie d'étude (*Techniques d'étude Nématologiques*)**

Le travail de terrain s'est déroulé dans les stations d'étude en fonction des étapes suivantes :

##### **➤ 1<sup>er</sup> étape: Enquête:**

Pour confirmer l'existence de nématodes dans toutes les stations d'étude il nous a paru utile de procéder à notre travail par une enquête détaillée sur ce ravageur. En effet pour les 03 agriculteurs de chaque station (18 stations échantillonnées) nous avons élaboré un questionnaire (annexe 4) qui comprend tous les éléments utiles qui peuvent nous aider à avoir des informations sur ce ravageur et comment les agriculteurs le traitent.

➤ **2<sup>ème</sup> étape : Échantillonnage de sol (Au champ)**

Parce que les nématodes ne produisent pas de symptômes spécifiques et faciles à identifier et pour les reconnaître comme responsables des dommages observés sur une culture donnée, nous avons choisi l'échantillonnage systématique (en zig-zag) (Coyne et al., 2010) qui consiste à collecter pour une surface d'un hectare de pomme de terre, des quantités de sol (sous-échantillons 10 à 50 prises) au niveau de la zone de la croissance des racines à des profondeurs allant de 10 à 30 cm. La combinaison de ces sous-échantillons conduit à un échantillon composite de 03 à 04 kg par un hectare.

Il est à noter que pour chaque agriculteur de chaque commune (station) nous avons pris 03 échantillons de 03 à 04 kg. Tous les prélèvements sont effectués en période de culture d'arrière-saison (aux mois de Novembre, Décembre et Janvier).

Les sous-échantillons sont prélevés à l'aide d'une truelle, d'une gouge, d'une pelle ou de tout autre instrument adaptée à la plante échantillonnée.

Chaque échantillon a un code unique (écrit au marqueur et référencé) qui le distingue des autres échantillons et il est mis en sac plastique solide. Pour tout échantillon, quelle que soit sa nature, nous avons précisé sur un document joint :

- Nom de la commune
- Nom de lieu (et les coordonnées GPS quand c'est possible)
- Le nom de l'agriculteur
- la date du prélèvement
- le type de sol
- La date de plantation
- La variété plantée
- Le précédent cultural
- Un numéro de référence (de parcelle ou de traitement) dans le cadre d'une expérimentation

Les échantillons de sol collectés du terrain sont placés dans une glacière thermostatée (Fig.22) et envoyés rapidement au laboratoire pour analyses.



**Figure22-** Conservation des échantillons

➤ **3<sup>ème</sup> étape : Analyse(Au laboratoire)**

Dans l'intervalle entre la réception de l'échantillon et le début effectif de l'analyse, les sols, supports de culture et produits terreux, sont conservés à température ambiante, inférieure à 35 °C. Les températures plus élevées sont proscrites pour éviter l'altération du contenu larvaire des kystes, nécessaire à l'identification.

Au laboratoire de l'université d'El oued, ces échantillons de sol sont étalés à l'ombre sur du papier pour permettre son séchage qui dure de 3 à 4 jour. Les kystes secs sont très légers et peuvent être emportés par les courants d'air.

Le sol séché est pesé à l'aide d'une balance de précision. Nous prenons en considération 1kg par échantillon (Fig.23.).



**Figure 23 -** Pesage du sol

### a -Extraction des nématodes

L'étape suivante consiste à extraire les nématodes des échantillons de sol. La méthode utilisée dans notre expérimentation est celle de Fenwick (1940)(Georges et al., 1969), dont le principe est basé sur la densité du kyste par rapport à celle de l'eau afin de séparer les kystes des autres matériaux du sol.

.Description de l'appareil de FENWICK

L'appareil de FENWICK représenté à la figure 24(a) Comporte le corps de l'appareil (3), tronconique, à la base de ce corps se trouve un orifice permettant la vidange(10), il est surmonté d'un entonnoir (2) supportant un tamis (4) à mailles de 01 mm, le haut du corps de l'appareil est entouré d'une gouttière inclinée(6).

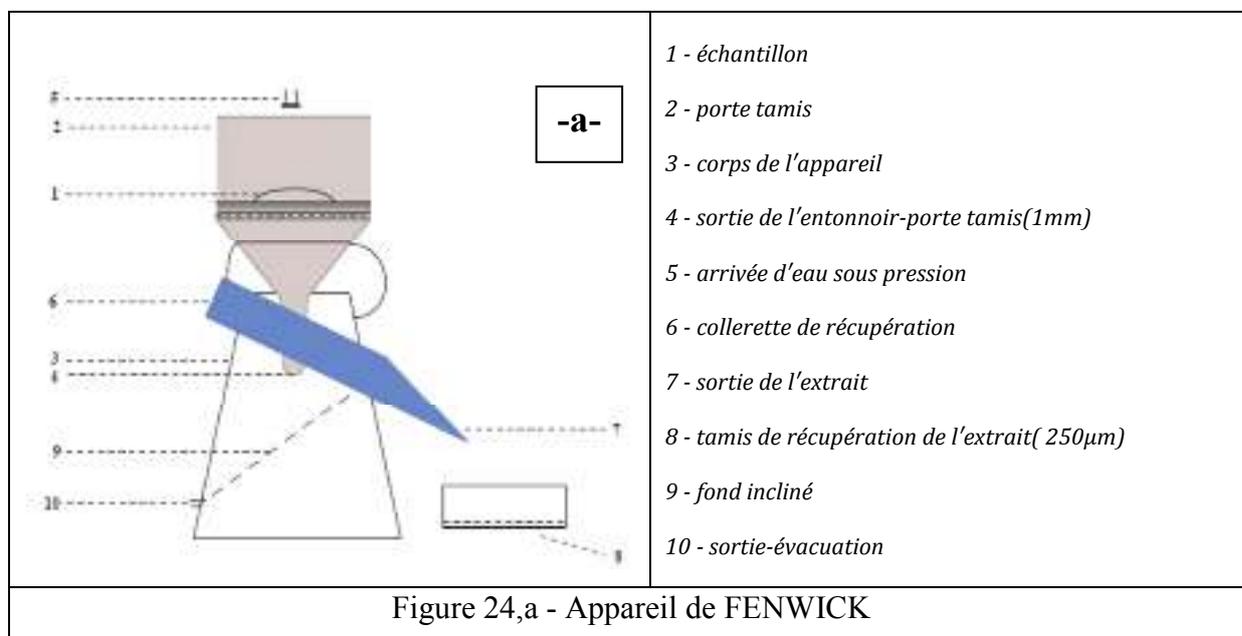


Figure24 - Appareil de Fenwick ( Photo originale.2020)

➤ **Matériels d'extraction**

- Appareil de Fenwick
- Passoire avec des mailles de 1 mm
- Tamis de 250  $\mu\text{m}$
- Des conteneurs pour peser les échantillons
- Une pissette d'eau
- Un marqueur indélébile
- Une balance
- Papier filtre
- Erlenmeyer
- Entonnoir
- Boites de Pétri

➤ **Mode opératoire**

L'échantillon de sol préalablement séché, tamisé (pour se débarrasser des gros particules) et soigneusement mélangé, l'appareil rempli d'eau à ras bord. L'échantillon de 01 kg est entraîné à l'aide d'un jet d'eau au travers du tamis supérieur de maille 1 mm, puis vers un entonnoir qui plonge dans le corps de l'appareil. Les kystes flottent et sont entraînés par débordement dans la collerette de récupération, sous laquelle est placé un tamis de 250  $\mu\text{m}$ . L'apport d'eau est maintenu jusqu'à épuisement de l'échantillon et au débordement d'une eau claire.

Ce tamis est ensuite lavé avec un jet d'eau, à l'aide d'une pissette, pour le débarrasser de ce qu'il a retenu. Le tamis est incliné et à l'eau courante, on rassemble les résidus à sa partie inférieure (Fig.25). Ce sont collectés sur un papier filtre et mis à sécher à température ambiante pendant 24 heures dans des boites de Pétri qui porte une étiquette numérotée indiquant : la parcelle, la variété, la date d'échantillonnage, la date d'extraction en vue des opérations ultérieures de comptage et d'identification.

La planche (2) présente une lustration des différentes démarches expérimentales

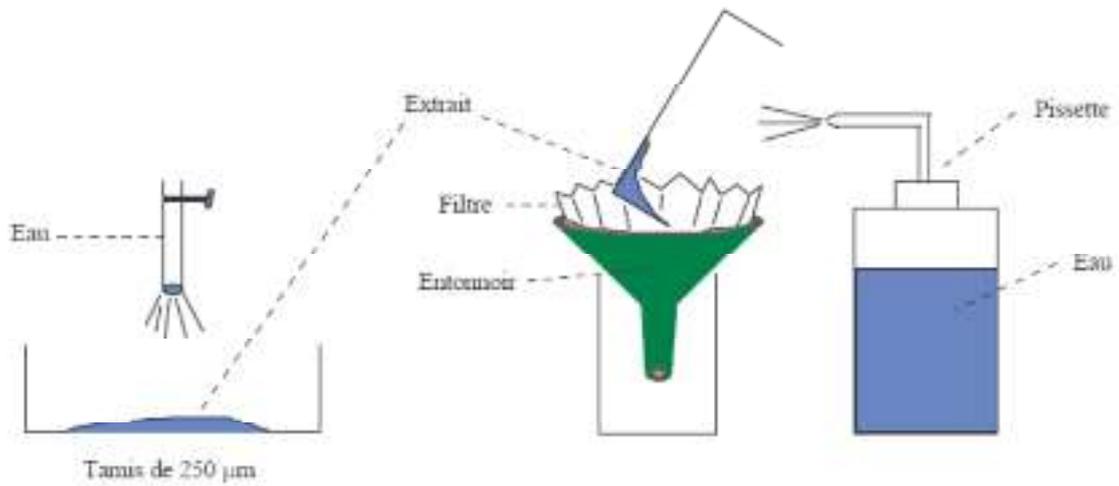


Figure 25 - Récupération des kystes (Matériels et méthode) (Galfout A 2014)



**Planche 2 - Chronologie de l'analyse nématologique**

➤ **Observation et comptage des nématodes**

Les loupes binoculaires permettent une meilleure manœuvrabilité et mise au point, particulièrement lorsque les échantillons sont sales.(Coyne et al.,2010). En effet les échantillons collectés sont mis sous une loupe binoculaire (G : × 2 ou G : × 4.) pour observation et comptage.

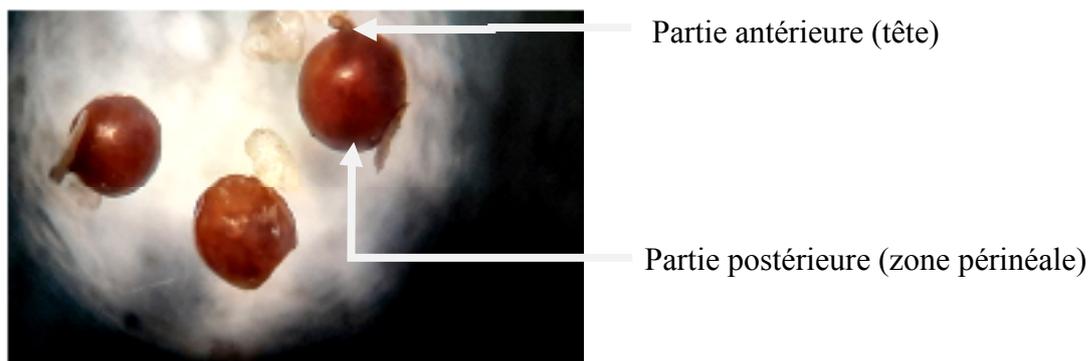


Figure 26 - Kystes du Globoderasp observés sous une loupe binoculaire (G : × 4.)

(Photo originale 2020)

**Résultats  
et  
discussions**

### III. - Résultats et discussions

#### III.1- Résultats des enquêtes

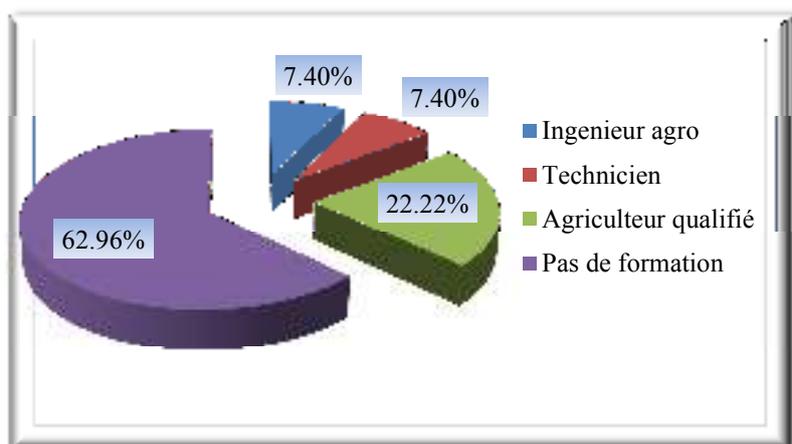
Cette partie regroupe les principaux résultats des enquêtes.

##### III.1.1 - L'exploitant

###### III.1.1.1 - Niveau de formation agricole des agriculteurs enquêtés

D'après les résultats illustrés par la figure 27, les agriculteurs qui n'ont pas acquis aucune formation technique dans le domaine de la production végétale représentent 62,96 % de l'effectif de cinquante et quatre (54) agriculteurs prospectés.

Les fellahs représentent 22,22 % de cet effectif, la gestion de leurs exploitations est basée sur leurs expériences de terrain et leurs connaissances dans la filière acquises par l'exercice de la profession et à travers les directives des prestataires des services et des grainetiers de la région.



**Figure 27** - Niveau de formation

Nos résultats se rapprochent de ceux enregistrés par Loucif et Namoussa (2019), dans la même région qui montre que 72 % des agriculteurs n'ont acquis aucune formation agricole, 17 % des agriculteurs enquêtés sont qualifiés, 4 % sont des ingénieurs agronomes et 7% sont des techniciens.

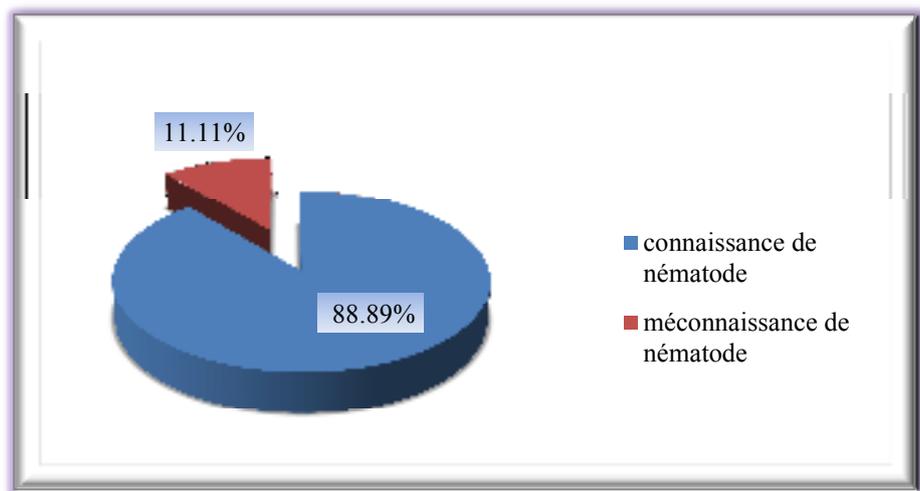
Comparées à leurs homologues (ceux du Mascara, Ain defla ... etc), qui ont des coutumes dans le domaine de la production de la pomme de terre, le niveau de

qualification des exploitants de la région du Souf s'est accru de façon significative au fil des années.

Les ingénieurs agronomes et les techniciens praticiens de la profession de la production agricoles ne représentent que 7,4 %, chose qui inflige des dégâts considérables en matière d'assistance technique auprès des agriculteurs. Le technicien praticien de la profession joua le rôle d'accompagnateur bénévole (théoriquement).

### III.1.1.2 - Connaissance de ces nématodes à kystes

Selon les résultats obtenus (Fig.28), on remarque qu'une minorité des agriculteurs enquêtés (11,11%) ne connaît pas le parasite. 88,89% des fellahs possèdent des informations à-propos des nématodes.



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

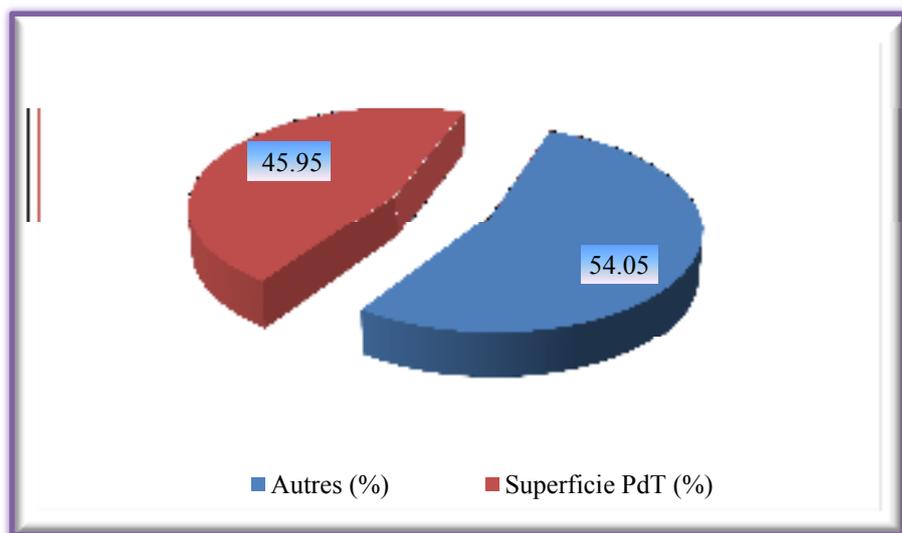
Leurs informations sur ce fléau sont réparties entre ceux qui savent, seulement, que ces parasites existent avec l'ignorance de leurs morphologies et leurs symptômes, alors qu'il y a un groupe qui a des informations plus profondes, se sont, surtout, les techniciens praticiens.

Cependant ces résultats se différencient de ceux enregistrés par Loucif et Namoussa (2019), les auteurs ont noté 82% des agriculteurs ne connaissent pas les nématodes 18% des agriculteurs qui connaissent les nématodes.

### III.1.2 - L'exploitation

#### III.1.2.1 - Les superficies occupées par la culture de la pomme de terre

La réalisation de cette enquête nous a permis de recenser 189.9 ha sur les 400.2 ha prospectés réservés à la culture de la pomme de terre, ce qui représente un taux de 45,95%.



**Figure 29** - Superficies occupée par la culture de la pomme de terre de parcelles enquêtées

Poussée par les logiques de l'économie et argumentée par les revenus élevés qu'offre cette culture spéculative, des «agriculteurs-investisseurs» de tout le pays viennent mettre en valeur les terres afin de produire la patate.

#### III.1.2.2 - Analyses sol, eau et nématologique

Les résultats de l'enquête montrent que la totalité des agriculteurs enquêtés ne font pas des analyses nématologiques.

C'est seulement 5,56% soit trois exploitants qui ont fait une analyse d'eau d'irrigation.

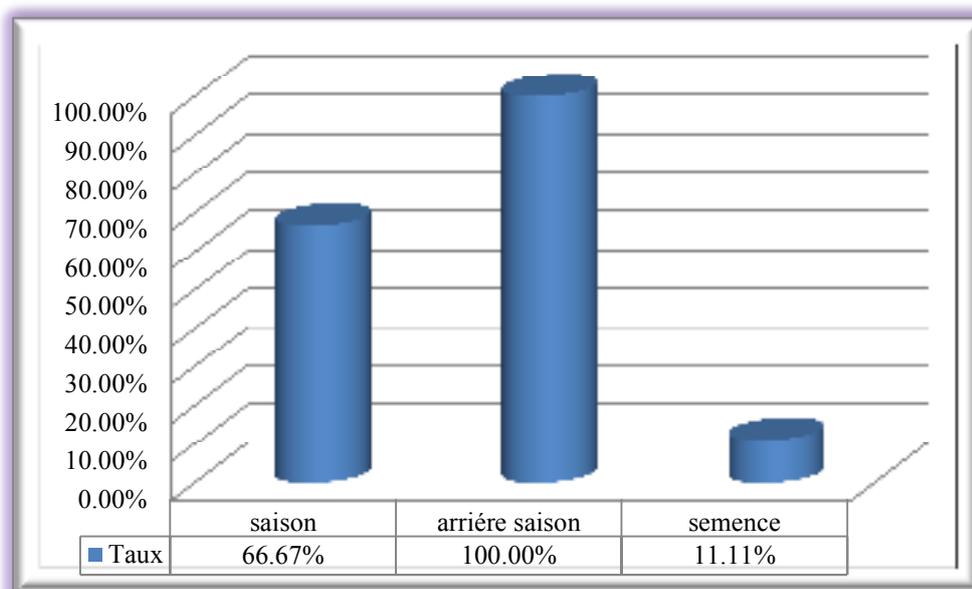
#### III.1.2.3 - Type de culture

La figure (30) montre que la totalité des agriculteurs enquêtés consacrent leurs parcelles pour la production de la pomme de terre d'arrière-saison (PdT/AS) tandis que

66,67% d'eux combinent entre la production de la pomme de terre de saison (PdT/S) et celle de l'arrière saison.

Les exploitants enquêtés achètent leurs semences auprès de des distributeurs privées

La densité de plantation est d'une moyenne de 40,8 Qx/ha dans la culture du PdT/AS, cette densité est fonction du calibre des semences achetées et des normes de plantation adoptés par l'agriculteur (Distance entre deux plans et l'écartement entre deux rangs)



**Figure 30** - Taux des différents types de culture de pomme de terre cultivée dans les exploitations enquêtées

66,67% des agriculteurs prospectés combinent entre la production du PdT de saison et celle de l'arrière saison.

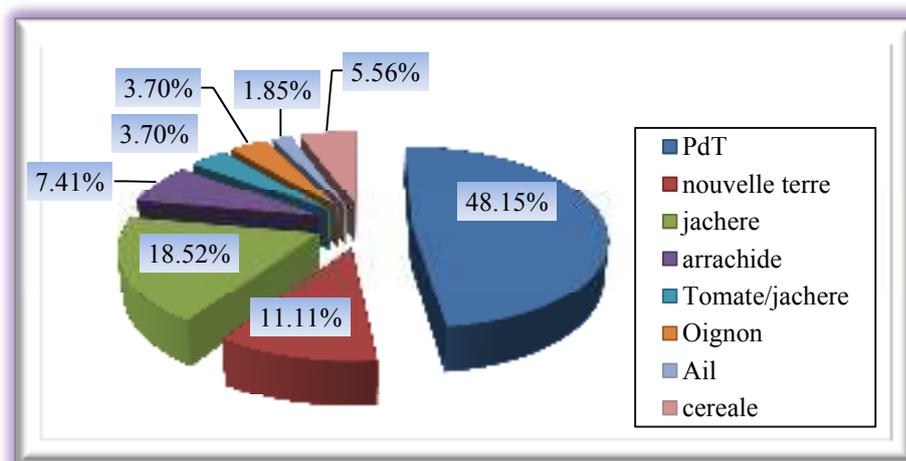
Six agriculteurs, soit 11,11%, ont pris la coutume de multiplication de semence pour répondre à leurs propres besoins en plantant des semences du catégorie E d'origine hollandais ou danois. La densité de plantation est d'une moyenne de 16 Qx/ha

#### III.1.2.4 - Antécédents cultureaux

La pomme de terre revient chaque année sur la même surface pour la totalité des exploitations prospectées.

Dans 48,15% des parcelles la PdT/AS était précédé par la pomme de terre saisonnière. La "jachère" précède dans 18,52% des parcelles; les terres subissent un labour superficiel (sorte de nettoyage) après la récolte et on les laisse reposer jusqu'au prochaine campagne culturale.

Les arachides, les céréales, l'ail, l'oignon et la tomate ont formés des précédents culturaux à des degrés moindres dans 7,41%, 5,56%, 3,7% et 1,85% respectivement, dans des parcelles.



**Figure 31** - Taux des différents antécédents culturaux

On a pu recenser, lors de notre réalisation d'enquête, 11,11% des terres neuves là où la culture en place est la première plantation.

#### III.1.2.5 - Les variétés cultivées :

Les résultats de l'enquête sur les variétés cultivées dans les différentes parcelles ont révélé que la variété la plus cultivée est Spunta avec un taux de 79,63% (Fig. 32). Bartina vient en deuxième position avec 16,67%, tandis que les deux variétés Fabula et Rudolph ne sont présentes que chez deux exploitants.

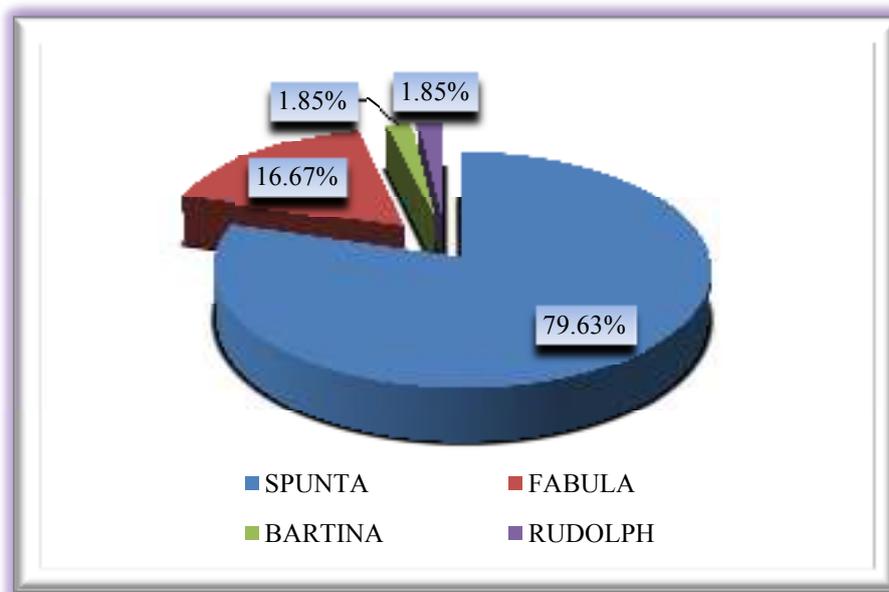


Figure 32 - Taux des variétés cultivées dans les parcelles enquêtées

#### III.1.2.6 - Système d'irrigation

L'irrigation par aspersion est le moyen le plus utilisé pour l'irrigation de pomme de terre dans les exploitations objet d'enquête (fig. 33)

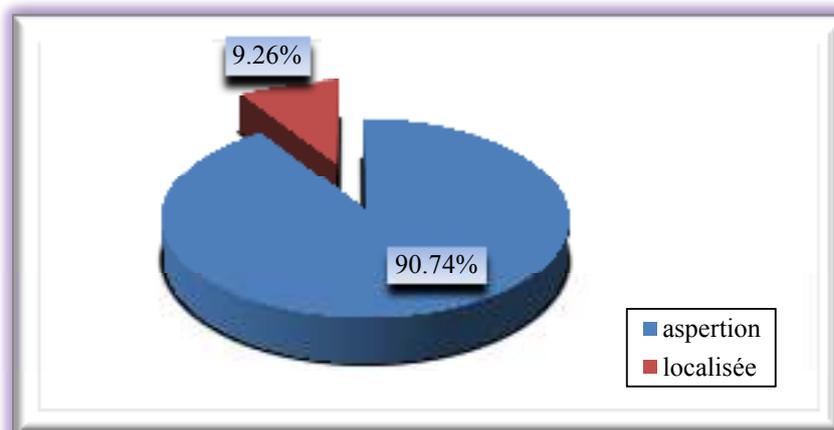


Figure 33 - Taux des différents systèmes d'irrigation

L'agriculteur souhaite l'utilisation du système d'irrigation localisé (goutte à goutte) mais la qualité des eaux d'irrigation forme un facteur limitant à cause des charges élevées en calcaire ce qui provoque le bouchage des goutteurs.

### III.1.2.7 - Rotation culturale

Les réponses des agriculteurs au sujet de l'adoption de la rotation, comme mesure technique de gestion des ravageurs et problèmes phytosanitaires, n'étaient pas encourageantes. Seulement (14) producteurs pratiquent ce procédé, soit 25,93%. (fig.34), le reste des agriculteurs pratiquent la monoculture.

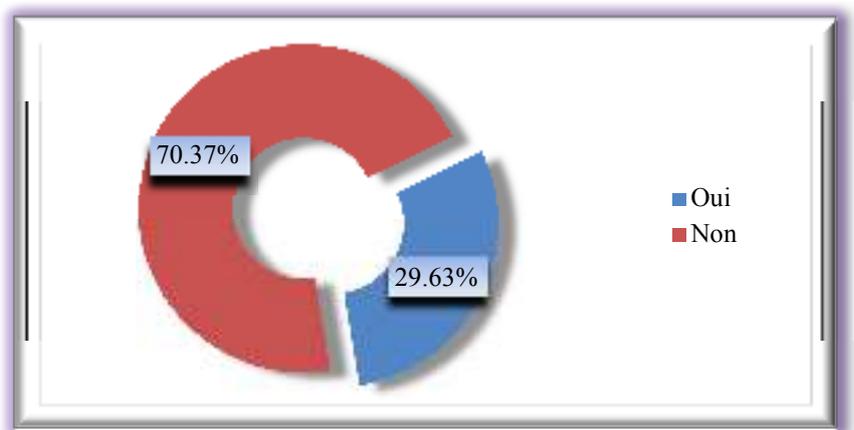


Figure 34 - Taux d'agriculteurs pratiquent la rotation

Les déclarations des exploitants enquêtés montrent qu'ils préconisent trois types de rotation:

- 1-Pomme de terre-céréale.
- 2-Pomme de terre-cultures maraîchères (ails, oignons).
- 3-Pomme de terre-légumineuses (l'arachide).

Généralement la pomme de terre revient sur la même parcelle chaque année, parfois elle est cultivée deux fois ou trois fois successivement, ce type de rotation est insuffisante pour la gestion des maladies et ravageurs, notamment les nématodes.

### III.1.2.8 - Les amendements organiques et minéraux

Vu la composition squelettique du sol dans la région du Souf, la totalité des agriculteurs pratiquent une fertilisation combinée, organique et minérale.

Pour la fumure organique utilisée, elle est composée, essentiellement, de la fiente des volailles et, à des degrés moindre (risque d'infestation par les mauvaises herbes, selon les déclarations des fellahs), de la fumure des bovins et des ovins.

Nous avons enregistré un intervalle de 20 à 40 t/ha d'apport organique avec une moyenne majoritaire de 30 t/ha qui concerne 57,41% des agriculteurs.

Selon les déclarations des agriculteurs, les doses en fertilisation minérale approuvées par la plupart d'entre eux sont résumées dans le tableau 09.



**Figure 35** - Une opération d'amendement minérale (MAP) au niveau d'une exploitation à Zemla (près d'Oued alenda) (Photo originale, 2019)

**Tableau.09)** La amendement minérale pratiquent par les agriculture dans les stations d'études

Stade phénologique	Apport Minéral	Période d'apport	Intervalle des quantités apportées
Émergence	 N.P.K	20 à 30 j après la plantation	2 à 3 Qx/ha
Développement des feuilles	 N.P.K	30 à 50 j après la plantation	2 à 3 Qx/ha
Tubérisation	 N.P.K	65 à 70 j après la plantation	2 à 2,5 Qx/ha

Incorporé aux différents apports fonction des besoins	 Urée (46%)	Combinée avec les engrais précédents	1 à 2 Qx/ha
---	---	--------------------------------------	-------------

En absence totale d'analyse du sol, la majorité des agriculteurs enquêtés se contentent des orientations des prestataires de service. La fertilisation, donc, est sans rapport avec les besoins de la plante.

### III.1.2.9 - Les cultures avoisinantes

La pomme de terre, seule, vient voisiner les parcelles enquêtés dans 48,15% des cas, suivit par de la phœniciculture (culture stratégique de la région) seule et combinée à la PdT dans 11,11% et 20,37% des cas respectivement. Les cultures maraîchères (tomate, ...) et la plasticulture n'avoisine les exploitations que dans 7,41% des cas. à des degrés moindre (1,85%) des palmeraies moyennement entretenus (Fig.36)

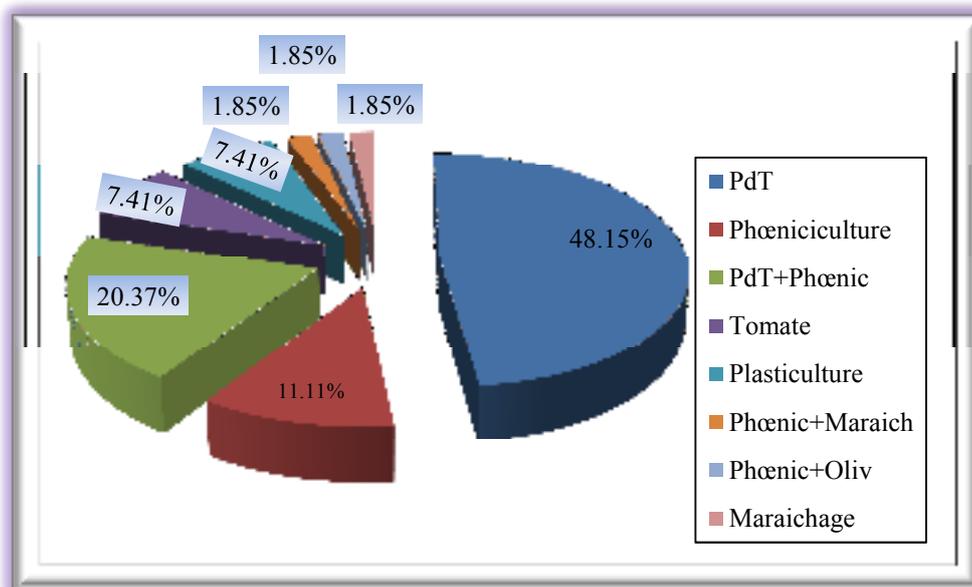
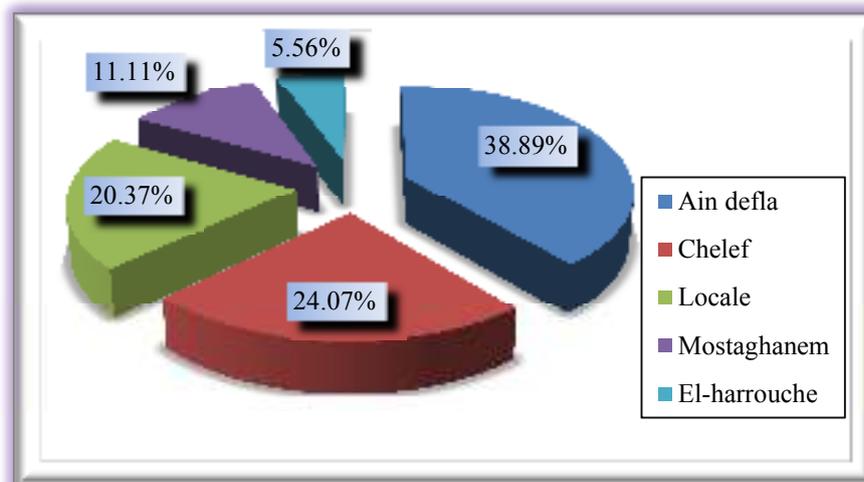


Figure 36 - Taux des cultures avoisinantes

### III.1.2.10 - Origine des semences



**Figure 37** - Taux des origines des semences

Ain defla prend un cotât de 38,89% du volume des achats des agriculteurs enquêtés en matière de semences, Chelef vient en deuxième position avec 24,07%.

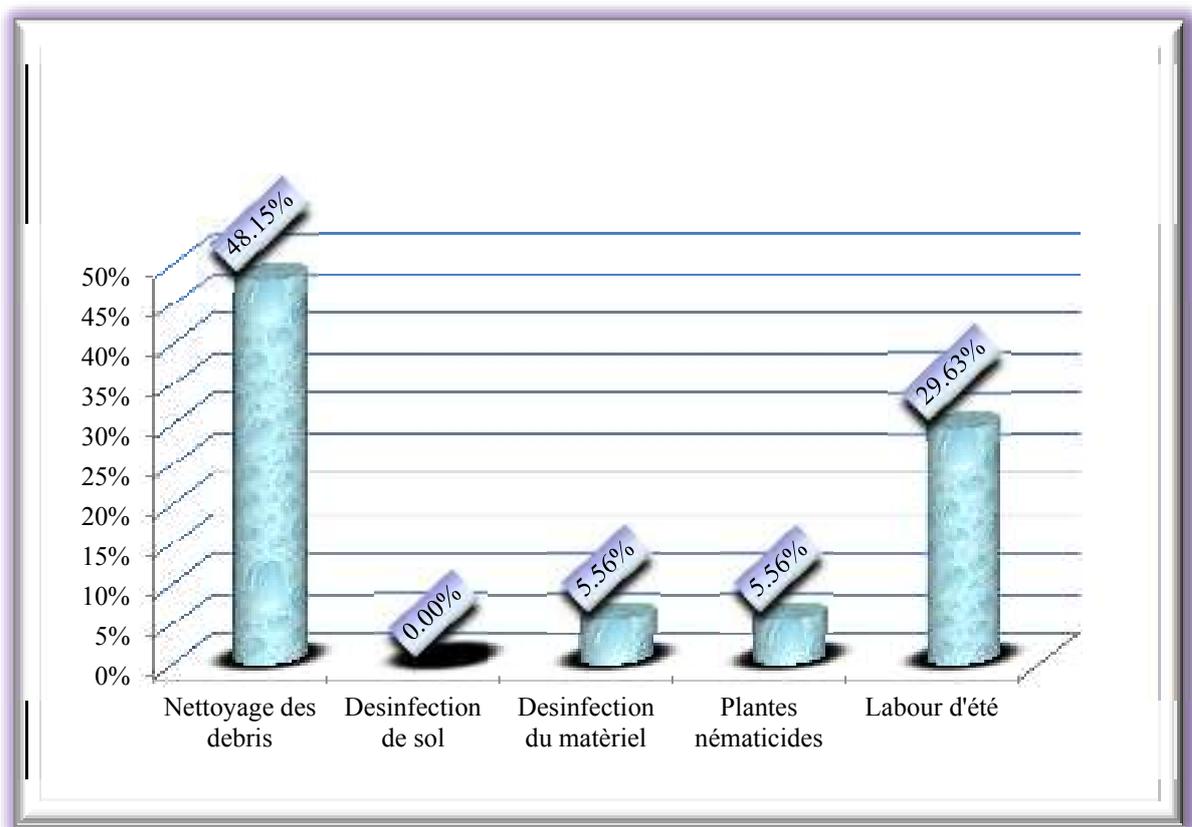
20,37% des fellahs ont exploités des semences locales issus de leurs propre multiplication ou à par des achats auprès de multiplicateurs locaux.

Des grands points d'interrogation sont à mettre sur la qualité des semences utilisées, mis à part les semences d'importation, la certification n'a fait pas l'objet de préoccupation des agriculteurs prospectés car aucun d'eux ne dispose d'un certificat phytosanitaire ou de contrôle du CNCC ?!...

### III.1.2.11 - Application des mesures prophylactiques

*(nettoyage des débris, désinfection du sol, désinfection du matériels, plantes nématicides et labour d'été).*

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



**Figure 38** - Taux des agriculteurs praticiens des mesures prophylactique

D'après les résultats présentés dans la figure..., on remarque que 48,15% des exploitants enquêtés se contentent de nettoyage du sol des débris des cultures précédentes avant la mise en place de la culture de pomme de terre.

Les réponses des agriculteurs aux questions relatives à la désinfection du sol ont révélées une ignorance complète du protocole de désinfection et que les agricultures ne désinfectent pas leurs sols ni avant la mise en place de la culture, ni en cours de culture.

La majorité des exploitants font recours à la location du matériel, les mesures d'hygiène (nettoyage du matériel) sont rarement respectées, seulement 5,56% des agriculteurs respecte ce procédé de prophylaxie.

Le partage de l'équipement agricole entre les agriculteurs joue un rôle de vecteur de ces parasites. Plusieurs études ont montré le rôle de la propagation de ces parasites via le matériel agricole (Plantard et al.,2008).

Les résultats de l'enquête dans sur l'utilisation des plantes nématicides révèlent l'utilisation de l'ail et de l'oignon par 5,56% des agriculteurs.

Plusieurs plantes possèdent des propriétés nématicides et sont utilisées comme culture intercalaire, comme culture en rotation ou encore comme engrais verts sous forme de broyats ou de résidus à incorporer dans le sol, les *Allium* (Liliacées) comme l'ail, le poireau ou l'oignon, produisent divers composés soufrés volatils (mono- et poly-sulfures d'allyle et de méthyl-allyle) dérivant du métabolisme de la cystéine. (Duval J., eap.mcgill.ca, 1993).

#### Encadré

Des informations nous a été transmises sur l'utilisation de l'**hypochlorite de sodium** " *poudre de djavel*" comme moyen de désinfection du sol mais les circonstances du covid-19 nous n'ont pas permis de contacter l'agriculteur pour faire les démarches scientifiques.

A Hassi Khalifa, un des agriculteurs prospectés nous a dévoilé l'expérience de l'un de ses proches à propos de l'utilisation de la **Funegrec** comme plante nématicide et engrais vert.

Au niveau de l'une des parcelles à la ferme Menaguer à Al-Hassani A / Karim, Un rendement de 320 Qx / hectare de pommes de terre a été enregistré au niveau de l'une des parcelles précédées d'une culture d'ail, malgré le dénombrement de 263 kystes pleins et 65 kystes vides de nématodes par un kilogramme de sol.

Avec la charrue à socs et à une profondeur d'environ 35 cm, 29,63% des agriculteurs effectuent un labour vers la fin du mois de Mai pour exposer les sols profonds aux rayons solaires pendant la période estivale.

#### III.1.12 - Interventions phytosanitaires :

Les agriculteurs enquêtés se soucient de l'état sanitaire de leurs cultures. Des traitements phytosanitaires préventifs et curatifs par des produits chimiques sont pratiqués. Ces derniers regroupent des fongicides, herbicides, insecticides et nématicides. (Fig. 39)

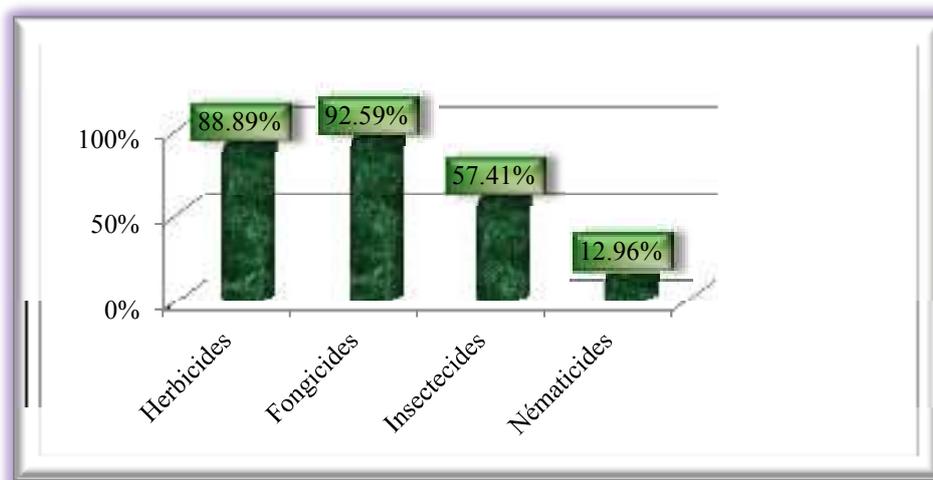


Figure 39 - Taux d'utilisateurs des produits phytosanitaires

L'utilisation des pesticides reste variable selon les capacités financière, le degré d'infestation de la culture et le savoir-faire de l'agriculteur. Le tableau 10 regroupe les pesticides utilisés par les agriculteurs prospectés.

Tableau 10 : Liste des principaux pesticides utilisés par les agriculteurs prospectés

	Maladie	Produit	Matière active	Nemacur400ec	Dose	Effet nématicide
Herbicides	Annuelles à feuilles larges et dicotylédones	Sencor <sup>MD</sup>	métribuzine	Triazinone	0.5 à 0,7 kg/ha	-
		METRIXONE				-
		Fabcor				-
Herbicides	Adventices dicotylédones	Prowl <sup>®</sup> Aqua	Pendiméthaline	Dinitroanilines	3 à 4 l/ha	-
Insecticides	Pucerons	Aceplan 20 sp	Acetmipride	(Organochloré)	10-12.5 g/hl	+
		Aster 20 sp		Néonicotinoïde	75-100 g/hl	+
		Actara 25 wg	Thiaméthoxam		75-300 g/ha	+
		Aster extrim, Rustilon	Acetamipride+ cyperméthrine	Néonicotinoïde + Pyréthri-noïde de synthèse	100-150 ml/hl	+
		Bemi off			15 ml/hl	+
		Confidor, Imidor 200SL	Imidaclopride	Néonicotinoïdes	30 ml/hl	+
		Calypso	thiaclopride		0.2-0.3 l/ha	+
	Acarien/Psalle	TRANSACT 18 EC	Abamectine	Avermectine	75 cc/hl	+
		Vertimec			75 ml/hl	+
		Romectin 1.8 ec			25-35 ml/hl	+
Brik 10		Tuflivalinate 10%	Pyréthri-noïde	25-35 ml/hl	-	
Aleurode/Noctuelle	Pulsar2.5ec, Triger5 EC	Lambda-cayhalothrine	Pyréthri-noïde	0.5 l/ha	-	
Noctuelle/Teigne	Electra	Lufenuron	Benzoylurée	0.5 l/ha	-	

	Noctuelle/Taupins	Duresban	Chlorpyrifos-éthyl	Organophosphoré	25-35 ml/hl	+
	Mineuse	ampligo	Chlorantraniliprole + lambda-cyhalothrine	Diamide Anthranilique + Pyréthroïde	0.2-0.3 l/ha	-
Fongicides	Mildiou/ pythium	Aliette flash	Phosphotylle aluminium	Phosphonates	250 g/hl	-
		Allial			250 g/hl	-
		Previceur energy	Promocarbe- Phosphotylle aluminium	Carbamate + Phosphonates	2-2.5 l/ha	+
	Alternaria	Amistar top, Azox 200sc	Azoxystrobine- definoconazole	Strobilurine + triazole	1 l/ha	-
	Oyidium	Bayfidan	Triadimérol	Triazole	20-40 ml/hl	-
	Fythium /Fusarium/ verticilum/rhizoctone	Beltanol-L	Chinosol	Quinoléine	1 l/ha	-
	Botrytis	Corval 50WP	Iprodione	Dicarboximide	200 ml/hl	-
	Oidium	Divizol	<b>Difénoconazol</b>	Triazole	200 ml/hl	-
	Anthracnose/ rouille/ oidium/ botrytis	Ortiva	Azoxystrobene	Strobilurine	0.8 l/ha	-
	Pythium/phytophthora	Procare 722 SL	Promocarbe hydrochloride	Carbamate	1 l/ha	+
	Fusarium	Agri-mexazole 30% SL	Hymexazol	Isoxazole	1 l/ha	-
Galle	Heliocuire	Hydroxyde de cuivre		2.5 l/ha	-	
Nématocides	Nématodes	Neem-guard	Azadiraktine	Limonoïdes	/	+
		Oxamante	Oxamyle	Carbamate	/	+
		Nematex			2 l/ha	+
		Nemacur400ec	Fenamiphos	Organophosphoré	/	+

+ : Oui/- : Non

La lutte chimique contre d'autres bio-agresseurs tel que la teigne, les pucerons et les noctuelles en utilisant des produits ayant une action insecticides appartenant à des familles chimiques telles que les organophosphorés et les carbamates, (qui, selon (Rousselles et *al.*, 1996), désorientent les juvéniles infectants qui ne peuvent pénétrer dans les racines) peut contribuer à limiter le développement des populations de nématodes.

### III.2 - Résultat de l'analyse nématologique des échantillons de sol

Vu les conditions régnantes au cours de la réalisation de l'étude (Covid-19), l'analyse nématologique a été limitée à 12 communes.

#### III.2.1 - Dénombrement des kystes et estimation de la fréquence de l'infestation

La fréquence de l'infestation est calculée pour chaque commune. Il s'agit du pourcentage des échantillons infestés par rapport au nombre total d'échantillons prélevés (dans chaque commune). Un échantillon est considéré infesté lorsqu'au moins un kyste plein y est détecté. Les échantillons contenant des kystes vides ne sont pas considérés infestés.

##### III.2.1.1 - Fréquence de l'infestation

Au cours de notre travail, l'échantillonnage qui s'est fait au niveau de douze (12) communes productrices de la pomme de terre dans la région du Souf à raison de 3 parcelles par communes et trois (03) échantillons par parcelle. Les résultats sont représentés dans le tableau 11 (Annexe 3)

Les taux d'infestation des échantillons analysés par les kystes de *Globodera sp.* et par commune sont présentés dans le tableau 12

**Tableau 12 :** Fréquence de l'infestation dans les différentes communes prospectées.

N°	Commune	Nombre des parcelles prospectées	Nombre des parcelles infestées	Degré d'infestation (nombre de kyste/1 Kg de sol)	Pourcentage d'infestation
1	El-oued	3	3	361,67	100%
2	Ouermes	3	3	865	100%
3	Mih ouensa	3	3	18	100%
4	Oued allenda	3	3	396,68	100%
5	Kouinine	3	3	81,67	100%
6	Robbah	3	3	288,01	100%
7	Debila	3	3	424	100%
8	Sidi Aoun	2	2	492	100%
9	Magrane	3	3	925,33	100%
10	Hassani A/K	3	3	469,99	100%
11	Hassi Khalifa	3	3	654,67	100%
12	Trifaoui	3	3	1116,65	100%
	Total	35	35		

La présence des kystes au niveau de tous les échantillons analysés nous donne une fréquence d'infestation de 100% dans toutes les communes.

### III.2.1 .2 - Importance de l'infestation

Le degré de l'infestation est calculé selon le nombre d'œufs ou de larves dans un gramme de sol (Wolfgong, 1991 in Djabroune, 2013). Le nombre d'œufs chez *Globodera sp.* est de 200 à 300 œufs/kyste selon Greco (1988), alors que ce nombre est de 200 à 500 d'après Evans (1993) et peut arrivé jusqu'à 1500 lors des conditions extrêmes (Moxens et Husken, 2007).

Djabroune (2013) déclare un nombre moyen de 367 œufs/kyste issue des parcelles de la variété Spunta cultivée à la région de Ain defla.

Ces chiffres ici ne sont pas des valeurs absolues, ils servent simplement à titre indicatif.

Nous allons adoptés le chiffre de Djabroune (2013) pour la raison d'origine de la grande partie de la semence cultivée dans la région et qui parait logique. Sachant que Mugniéry (1975) a estimé le seuil de nuisibilité des *Globodera sp.* à 10 L<sub>2</sub>/g de sol.

L'analyse nématologique des échantillons de sol nous a permis d'obtenir les résultats mentionnés dans le tableau 13.

**Tableau 13** : Les résultats de l'analyse nématologique des échantillons de sol.

Commune	Parcelle	Total	M.K.V	M.K.P	Nbre moyen des L <sub>2</sub> + œufs/g du sol
El-oued	Mih bahi	158.00	44.33	113.67	41.72
	Zemla	93.00	22	71	26.06
	Bouhmid	110.67	21.67	89	32.66
Ouermes	El hadhoudi	372.00	87	285	104.60
	R/ El hadhoudi chouaia	88.67	21	67.67	24.83
	R/ hadhoudi meknaci	304.33	77.33	227	83.31
M. ouenssa	Oued tourk	6.67	0.67	6	2.20
	Dhahara	7.66	1.33	6.33	2.32
	Charaga	3.67	0.67	3	1.10
O. allenda	Zemla1	74.67	13.67	61	22.39
	Zemla2	96.67	21.67	75	27.53
	Khobat el allenda	225.34	61.67	163.67	60.07

<b>Kouinine</b>	Route Mih bahi	40.67	6	34.67	12.72
	Route Mih bahi	18.00	4.33	13.67	5.02
	Route Mih bahi	23.00	7.33	15.67	5.75
<b>Robbah</b>	Debidibi	193.00	50.33	142.67	52.36
	Gaddachi	51.67	15.67	36	13.21
	Debidibi	43.34	12.67	30.67	11.26
<b>Debila</b>	Zoghbiat	92.00	22	70	25.69
	Debila	191.67	44	147.67	54.19
	Dremeni	140.33	32.33	108	39.64
<b>Sidi Aoun</b>	Mekkaoui	355.00	48.33	306.67	112.55
	Ladjdel	137.00	20	117	42.94
<b>Magrane</b>	Betta	545.00	78.33	466.67	171.27
	Zoubaydi	364.33	51	313.33	114.99
	Messaoudi	16.00	3	13	4.77
<b>Hassani A/K</b>	Menaguer	212.33	56.33	156	57.25
	Attia	100.33	29	71.33	26.18
	S. chergui	157.33	39	118.33	43.43
<b>Hassi Khalifa</b>	Khocha	121.66	80.33	41.33	15.17
	Menchya	274.34	27.67	246.67	90.53
	Abayda	258.67	24	234.67	86.12
<b>Trifaoui</b>	Bir Lifa	506.66	98.33	408.33	149.86
	Sahen el-malaab	482.66	88.33	394.33	144.72
	Sahen Lasoued	127.33	21.33	106	38.90

La figure (40) montre que les degrés d'infestation diffèrent d'une commune (station) à une autre voir d'une parcelle à une autre, Ainsi on a enregistré des taux d'infestation élevés au niveau du parcelle Betta dans la commune de Magrane avec une moyenne de 466,66 KP/kg et de 78.33 KV /Kg de sol. Nous avons noté également des taux d'infestation faibles à Mih-ouansa au niveau du parcelle Charaga avec 3 KP/Kg et de 0,67 KV/Kg de sol.

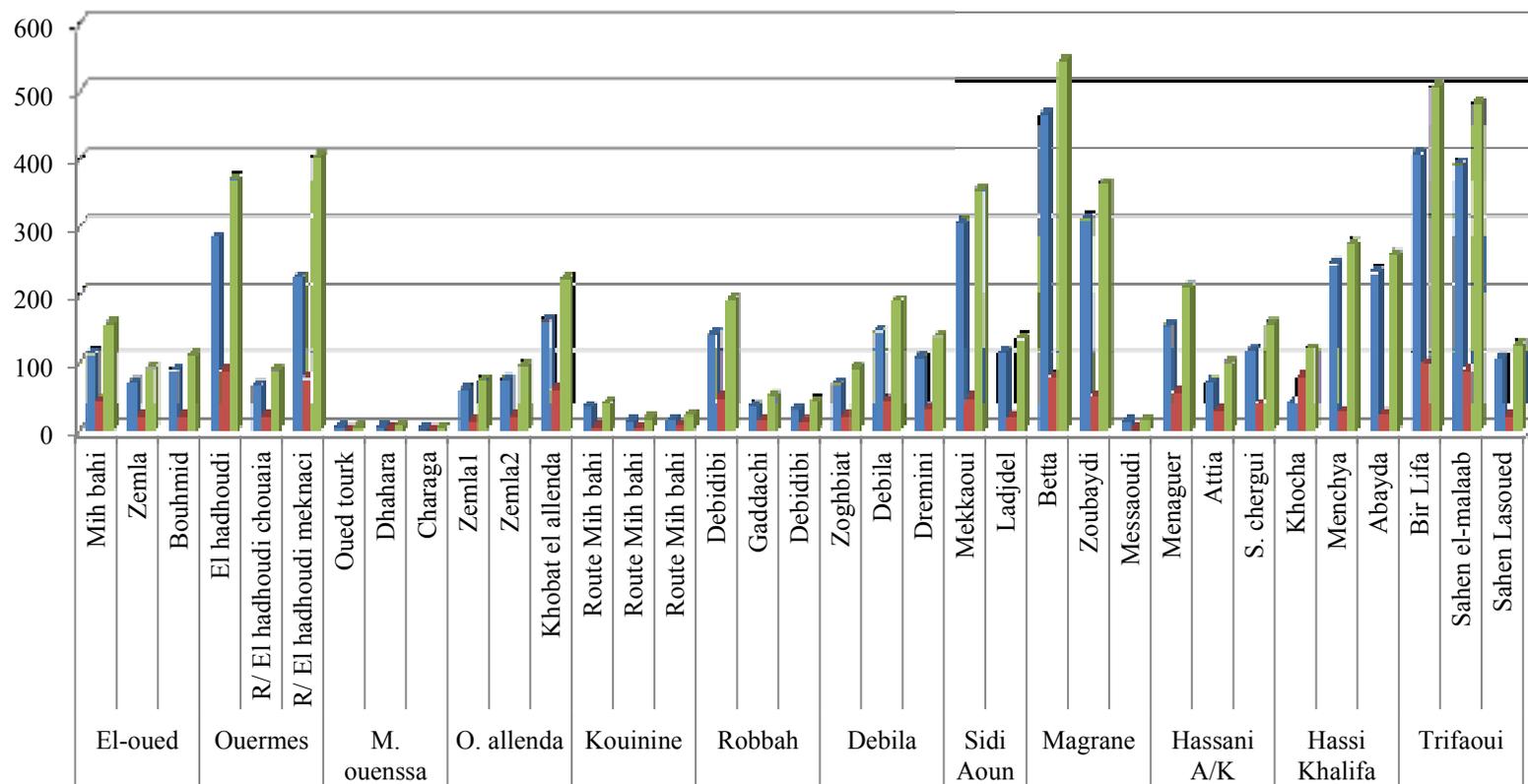


Figure 40 - Importance de l'infestation évaluée en nombre de kystes en fonction des parcelles dans la région du Souf

■ M.K.P ■ M.K.V ■ Total

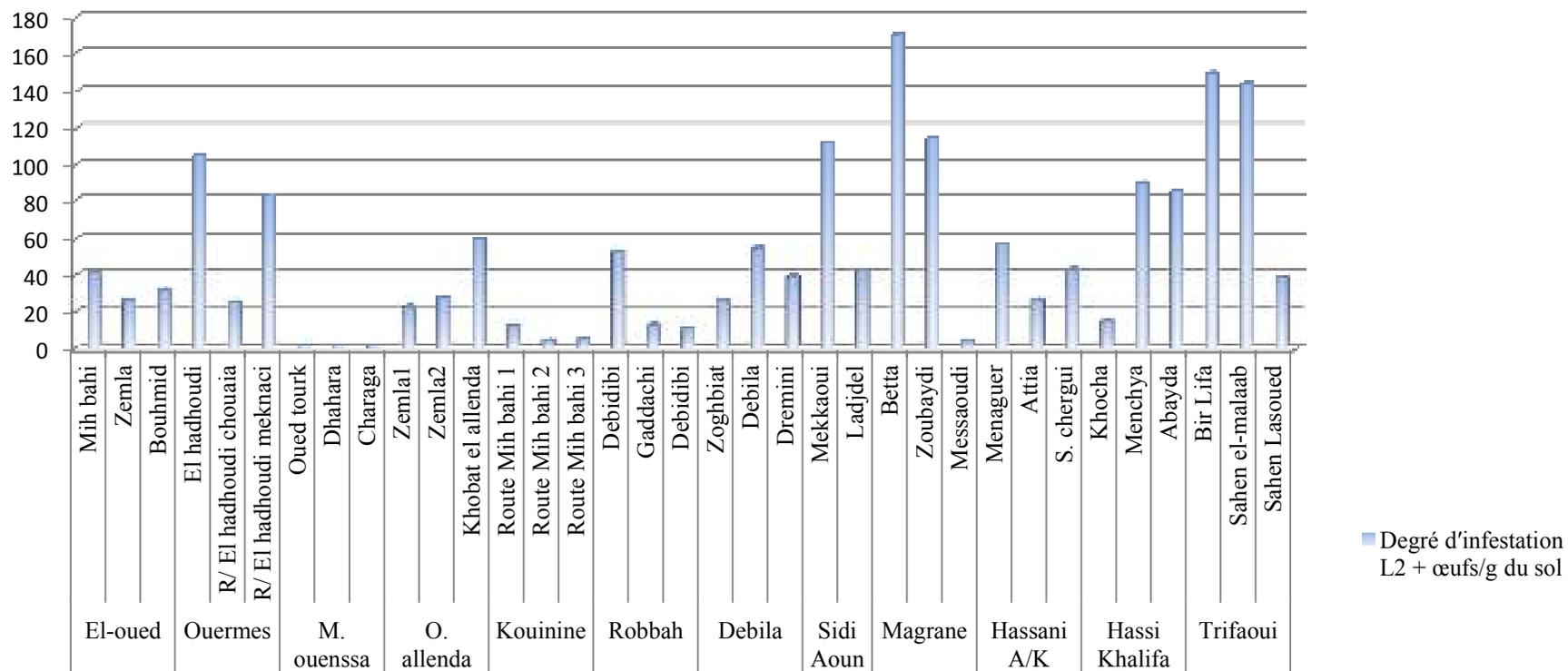
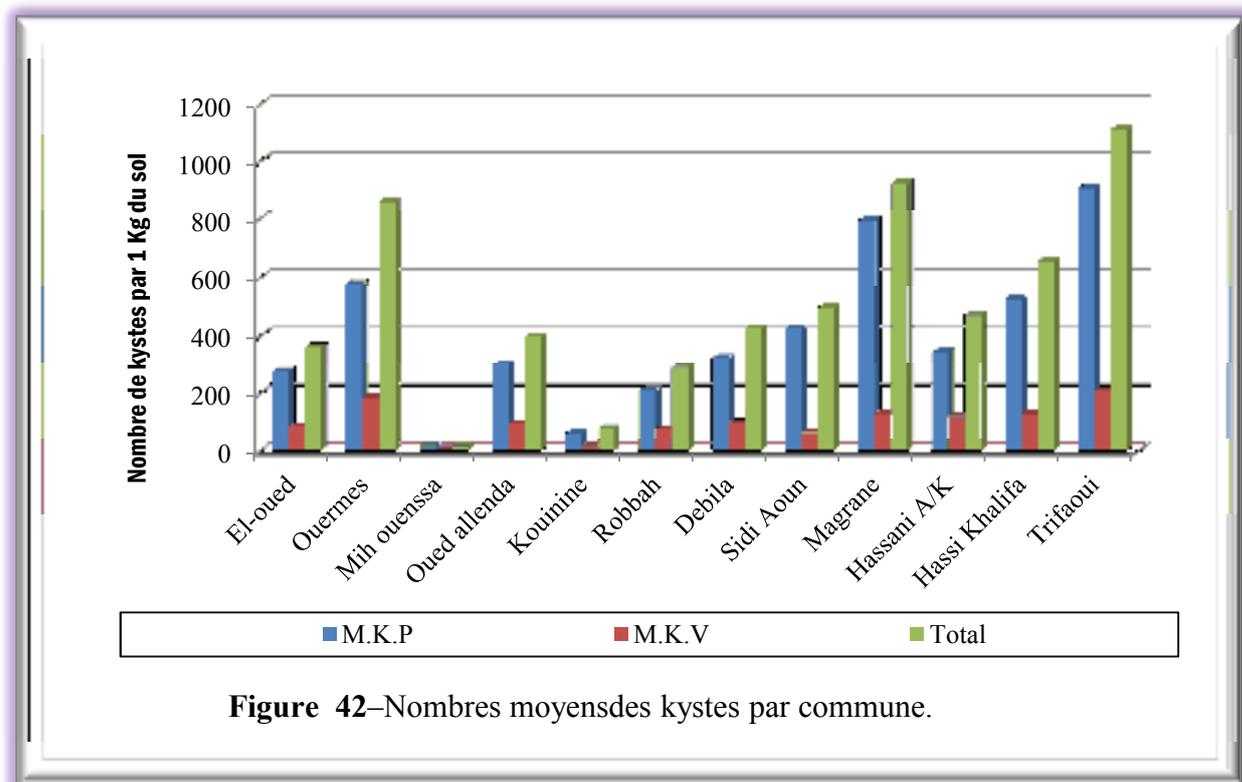


Figure 41- Degré d'infestation (L<sub>2</sub> + œufs/g du sol) évaluée en nombre de kystes en fonction des parcelles dans la région du Souf

La présence des nématodes à kystes au niveau de nouveaux périmètres peut confirmer l'ampleur de l'interaction de différents facteurs (Humains, matériels, édaphique et climatiques) dans la dissémination de ce fléau comme c'est le cas des parcelles : charagua à Mih-Ouanska , Zemla 1 et Khobat el allenda à Oued Allenda.



D'après la figure (41), *Globodera* sp. montre une présence régulière sur tous les stations d'étude. Cependant, les sols de la région de Trifaoui semblent héberger le maximum des effectifs des populations de nématodes avec une moyenne cumulée de 908,66 KP/Kg de sol et 207 KV/Kg de sol, alors que la commune de Mih-Ouanska se classe comme la moins infestée ( 15,33 KP et 2,67 KV/Kg de sol).

La présence des kystes vides, au sein des différents échantillons, pourrait s'agir de kystes anciens qui ont déjà éclos dans le temps, comme on peut penser à des femelles non fécondées voir même stériles.

Le seuil de nuisibilité, illustré dans la figure 42, qui est estimé à 10 L<sub>2</sub> par g du sol par Mugniery (1975), est dépassé dans 83% des parcelles qui présentent des degrés d'infestation plus élevés (11 œufs+ juvéniles/g du sol à

Debidibi, commune de Robbah et 171 œufs+ L<sub>2</sub>/g du sol au niveau du parcelle Batta au commune de Magrane). Tandis que 13% des parcelles sont au dessous de cet seuil, il s'agit des 3 parcelles (Oued tourk, Dhahara, Charaga) de la commune de Mih-ouansa (1 à 2 œufs+ L<sub>2</sub>/g du sol), deux parcelles (Route Mih bahi 2 et 3) à la commune de Kouinine, qui présentent des degrés de 5 et 6 œufs+ juvéniles/g du sol respectivement. La parcelle Messaoudi à la commune de Magrane ne présente que 4 œufs+ L<sub>2</sub>/g du sol.

La région paraît très vulnérable aux attaques des nématodes à kystes le degré d'infestation élevé, pourrait être lié à plusieurs facteurs:

- ✓ Les conditions écologiques favorables à la multiplication des populations de *Globodera sp.* Tel que le climat et la nature du sol;
- ✓ L'itinéraire technique non adéquat (type de rotation, variétés cultivées, type d'irrigation);
- ✓ La surexploitation des producteurs de pomme de terre des parcelles en question;
- ✓ La monoculture qui est pratiquée dans un nombre considérable d'exploitations est un facteur qui augmente le risque de pullulation des populations de ces ravageurs;
- ✓ Les défaillances dans l'application des mesures prophylactiques;
- ✓ L'absence ou l'inefficacité de la vulgarisation agricole sur ces parasites dans cette région.

**Conclusion  
et  
recommandations**

## **Conclusion et recommandations**

Dans le présent travail, réalisé dans la région du Souf, nous avons fait une étude complémentaire aux travaux déjà existants sur la distribution géographique des espèces de nématode à kystes *Globodera sp.* inféodés à la culture de la pomme de terre en Algérie.

L'analyse des échantillons prélevés nous a permis de déceler la présence de ces parasites sous forme de Kystes pleins et vides au niveau de tous les parcelles avec des densité de population qui varient d'une station à une autre, voir même au sein d'une même station enquêtée.

L'étude de l'état d'infestation, par les nématodes à kystes *Globodera sp.* de la culture de la pomme de terre, dans les 12 communes d'El-oued a montré que ces nématodes sont présents à une fréquence de 100%. Les niveaux (degrés) d'infestation sont cependant variables d'une commune à une autre. Les plus élevés sont observés au niveau des parcelles de Trifaoui (908 kystes / kg de sol),

Le seuil de nuisibilité, qui est estimé à 10 L<sub>2</sub> par g du sol par Mugniery (1975), est dépassé dans 83% des parcelles (11 à 171 œufs+ juvéniles/g du sol). Tandis que 13% des parcelles sont au dessous de cet seuil (1 à 5 œufs+ L<sub>2</sub>/g du sol).

L'enquête réalisées a montré que le nombre d'agriculteurs qui ont acquit une certaine formation agricole est relativement bas. Il y'a un manque ou une inefficacité de la vulgarisation agricole sur ces parasites puisque la majorité des agriculteurs ne les connaissent pas ou même s'ils sont au courant de leur existence, ils les confondent avec d'autres ravageurs de cette culture.

L'enquête a mis en évidence, également, un certain nombre de pratiques qui peuvent contribuer à la multiplication et à la dissémination de ces parasites; L'environnement des parcelles cultivées en pomme de terre pourrait contribuer à la dissémination de ces parasites en cas d'infestation. L'itinéraire technique non adéquat (non utilisation des variétés considérées comme tolérantes, le type de rotation inadéquat...), mais aussi à la nature du sol favorable à la multiplication des populations de *Globodera sp.*, la surexploitation des parcelles et l'irrigation par aspersion appliquée dans la majorité des exploitations. La technique de lutte contre ses parasites n'est pas appliqué dans presque toutes les parcelles.

Pour assainir la parcelle selon la réglementation en vigueur; ce bioagresseur classé organisme de quarantaine doit faire l'objet de mesures de lutte obligatoire; Lorsque la présence de nématodes à kystes est confirmée par une analyse nématologique, les parcelles contaminées doivent être soumises à des mesures spécifiques dont le but est d'empêcher sa dissémination.

Au terme de ce travail, il serait intéressant de solliciter des recommandations, il s'agit notamment :

D'élargir les prospections; D'autres échantillonnages intensifs doivent être réalisés dans d'autres parcelles et autres localités pour compléter l'information sur l'état d'infestation par ces parasites dans cette wilaya.

Il serait judicieux, pour les travaux futurs, d'identifier les espèces présentes, étudier leur bio écologie, caractériser les pathotypes, évaluer la virulence des populations et lever l'ambiguïté sur les relations sol-nématodes-plante.

Les chercheurs peuvent aussi contribuer à limiter le développement de ces parasites en diffusant les résultats de leurs recherches afin que les agriculteurs et les organismes spécialisés dans la lutte contre les ennemis de végétaux puissent en profiter

Dans le cadre d'une contribution à l'amélioration de la conduite de culture et une meilleure connaissance de ce ravageur, il serait primordial d'organiser des campagnes de vulgarisation et de sensibilisation des agriculteurs sur les dégâts que peuvent occasionner ces nématodes sur la culture de la pomme de terre ainsi que sur les méthodes les plus appropriées pour prévenir.

L'intégration des agriculteurs producteurs de la pomme de terre dans des cycle de formation accélérées touchante le coté technique et phytosanitaire au sein des centres de formation professionnels.

La présence de ce type de kyste peut être due aussi à l'anarchie galopante signalée dans l'utilisation des agriculteurs des semences de pomme de terre, en provenance des zones infestées, la mise en place d'une comité de vigilance, par et pour les agriculteurs, sous la tutelle de la chambre de l'agriculture . Grâce à elle, ses derniers ont en permanence des garanties sur la qualité de ce qu'ils plantent.

Il serait aussi intéressant de rechercher des méthodes alternatives à la lutte chimique (biopesticides), qui permet d'envisager l'avenir avec optimisme.

Toutefois, pour parvenir à maintenir une bonne situation, le meilleur contrôle est de combiner les différentes techniques de façon raisonnée pour permettre de cultiver la pomme de terre dans des conditions économiquement tolérable et durable.

# Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Agrios G.N., 2005** - Plant Pathology, 5th edn. Ed. Academic Press, USA, 922 p.
2. **Ahmid A., 2009**- *Essai comparatif de l'impact de fertilisation organique et minérale sur la culture de pomme de terre dans la région d'El-Oued* .Mémoire d'ingénieur. Université'Ouargla. 85p
3. **Al-Daihan S., 2010** -. Effect of plant molluscicides on selected enzymes related to energy metabolism in *Biomphalaria arabica* snails, mollusk hosts to *Schistosoma mansoni* in Saudi Arabia. J. Egypt. Soc. Parasitol. 40, 187–195.
4. **ALFROD., 1994**-Ravageurs des végétaux d'ornement. édition INRA Paris pp 421- 424.
5. **Allilia ., 1985**-*Résultat préliminaire d'une enquête nématologique sur culture maraîchère dans la région de RUIBA*. Thèse Ing. AGRO.INA El Harrache 38p.
6. **ANDI., 2014** - Agence Nationale de Développement de L'investissement wilaya d'El oued 11P.
7. **Anonyme., 1987** - Plan d'urbanisme directeur. Ed. C.N.E.R.U., Alger, 231p.
8. **Anonyme., 1987** - Plan d'urbanisme directeur. Ed. C.N.E.R.U., Alger, 231p.
9. **Anonyme., 2011**- Profil de la culture de la pomme de terre au Canada, Programme de réduction des risques liés aux pesticides. Centre de la lutte antiparasitaire; Agriculture et Agroalimentaire. Canada. 63p.
10. **Anonyme., 2013**- Nématodes à kystes des pommes de terre comité technique de la pomme de terre. Agriculture et Agroalimentaire. Canada. p6.
11. **ANRH., 2009** - Agence Nationale des Ressources Hydrauliques. Direction Régionale Sud-Ouargla. Rapports et campagne des mesures.
12. **ARVALIS., 2004** - Institut du végétal, sept. 2004. Culture de la pomme de terre de conservation, 72 p.
13. **Bakker J., Bouwman-smits L. et Gommers F.J., 1992** -Genetic relationships between *Globodera pallida* pathotypes in Europe assessed by using two dimensional gel electrophoresis of proteins. Fundam. appl. Nématol., vol. 15, N°: 06, pp.481-490
14. **Baloul D., 2012** - *Contribution à l'étude de la bioécologie des nématodes à kystes, (Globodera sp.) inféodés à la culture de la pomme de terre*. Thèse de magister en Science Agronomique, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach, Alger, 116 p
15. **Bamouh A., 1999** - Technique de production de la pomme de terre au Maroc, fiche technique, N° 52. PNTTA. 4P.
16. **Bamouh H., 1999** - Technique de production la culture de pomme de terre, bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, N° 58, PP1-15.
17. **Bekal S., Niblack TL. et Lambert KN., 2003**. A chorismate mutase from the soybean cyst nematode *Heterodera glycines* shows polymorphisms that correlate with virulence. Mol Plant-Microbe Interact 16:439-446.
18. **Belaïd D., 1986**– Aspect de la céréaliculture algérienne. Ed. O.P.U, Coll. Cours d'Agronomie, Alger, 207 p.

19. **Bélaïr G., 2005.** Les nématodes, ces anguillules qui font suer les plantes par les racines. *Phytoprotection*.86(1), pp.65–69.
20. **Bellabaci H., Cherfouh R., 2004** - Développement de la culture de pomme de terre dans la région saharienne, séminaire sur la culture de pomme de terre, wilaya d'El- Oued du 11 au 13 janvier 2004, PP. 7-8.
21. **Bellerive G., 2010** - La galle commune de la pomme de terre. Réseau d'avertissements phytosanitaires. Bulletin d'information n° 07, pomme de terre. Ed. Bruno Gosselin, agronome et Cindy Ouellet, RAP, 5 p.
22. **Ben lamoudi Z., 2009** - *Diagnostic sur la situation de la culture de la pomme de terre dans la région de Oued Souf*. Mémoire d'ingénieur, Université d'Ouargla. 53P.
23. **Ben moussa A., 2019** - *Etat d'infestation et identification des espèces de nématodes à kystes de la pomme de terre dans quelques parcelles des wilayas d'Ain Deffa et Tipaza (Algérie)*. Mémoire Master, Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana, 55 p.
24. **Ben saadi M., 1989** - *Inventaire floristique et détermination de la composition chimique des principaux pâturages camelins en Algérie, cas de la région d'El-oued*. Thèse, Ing, Agro., I.T.A.S. , Ouargla, 85p.
25. **Bernhards U., 1998** - La pomme de terre *Solanum tuberosum* L. Monographie. Institut National Agronomique Paris – Grignon.
26. **Blanchard A., 2006**- *Identification, polymorphisme et évolution moléculaire de gènes du pouvoir pathogène chez le nématode à kyste de la pomme de terre Globodera pallida*. Thèse, Doct., Université Rennes 1. 228p.
27. **Blanchard A., Fouville D., Esquibet M., Mugniery D. et Grenier E., 2007**- Sequence polymorphism of 2 pioneer genes expressed in phytoparasitic nematodes showing different host ranges. *J Hered* 98:611-619p.
28. **Bouazza ., 1996** - *Résultat préliminaire d'une enquête nématologique sur des cultures maraîchères en plein champ dans la wilaya de Bechar*. Thèse D'ing agro Tiaret 41p.
29. **Boumiik M., 1995** - Systématique des spermaphytes. Edition Office des Publications Universitaires. Ben Aknoun (Alger). 80p.
30. **Bovey R., Baagiolon I., Boley A., Bovey E., Corbaz R., Mattiyo G., Neylan A., Mubah A., Felet F., Savarye A., Triolli G., 1979**- Défense des plantes Cultivés (Traité pratique) de phytopathologie et de zoologie agricole, édition PAYOT LAUSANNE PP627-661.
31. **Brown K. , 1979** -The adaptive demography of four freshwater pulmonate snails. *Evolution*,33:417–432.
32. **Cayrol J-C., DjianCaporalino C. et Matteille P., 1992**-La lutte biologique contre les nématodes phytoparasites. *Rev. Hort.*, 287: 36-37.
33. **Cayrol J.C., 1992**-La lutte biologique contre les Nématodes phytoparasites, *Courrier de la Cellule Environnement de l'INRA* n° 17, 31 p.
34. **CEE-ONU., 2014**- Guide de la CEE-ONU sur les maladies, parasites et défauts des plants de pomme de terre. Designed and printed at the United Nations, Geneva 1421074(F) — August 2014 — 200 ECE/TRADE/416.
35. **Chaumeton H., Jutie S. et Fragnaud C., 2006**-La culture des pommes de terre. 93 p.

36. Chauvin L., Caromel B., Kerlan M. C., Rulliat E., Fournet S., Chauvin J. E., Chitwood D.J., Hutzell P.A. et Lusby W.R., 1985- Sterol composition of the corn cyst nematode, *Heterodera Zeae*, and corn, J. Nematol. Vol 17, pp.64-68.
37. Clement J. M., 1989- Larousse agricole. Librairie, Paris, 874-879 p.
38. Coyne D.L., Nicol J.M., Claudius-Cole B., 2010 - Les nématodes des plantes :Un guide pratique des techniques de terrain et de laboratoire. Ed. IITA, Nigeria, 93 p.
39. Crosnier J.C, 1987 - Pomme de terre. Techniques culturales. Revue technique agricole, 2081(6-1987), France, p18.
40. Dajoz R., 1970- *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 357 p.
41. Darpoux R. et Dubelley M., 1967- Les plantes sarclées. Edition. J.B. Baillière et fils France. Collection d'Enseignement Agricole. 307p.
42. Davis EL., Hussey RS. et Baum TJ. 2004 -Getting to the roots of parasitism by nematodes. Trends Parasitol. 20:134-141.
43. De Boer JM., McDermott JP., Davis EL., Hussey RS., Popeijus H., Smant G. et Baum JT., 2002- Cloning of a putative pectatylase gene expressed in the subventraloesophageal glands of *Heterodera glycines*. J Nematol. 34:9-11.
44. De Boer JM., Yan YT., Smant G., Davis EL. Et Baum TJ., 1998- In-situ hybridization to messenger RNA in *Heterodera glycines*. J Nematol. 30:309-312.
45. De Guiran G., 1983- Nématodes, les ennemis invisibles. La Littorale S.A. (Ed.), France, 41pp.
46. Déziel M-H., 2013 -Colloque sur la pomme de terre 2013-Agri réseau 11p.
47. Djaafour N., 2019 -*État des lieux de la filière pomme de terre dans la région d'El Oued*. Thèse Magister en Sciences Agronomiques, Univ. ElChahid Hamma Lakhder El-Oued, 118p.
48. 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.
49. Djebroune A., 2013- *Contribution à l'étude de la bioécologie des nématodes à kystes (Globoderasp.) inféodés à la culture de la pomme de terre*. Thèse Magister en Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El-Harrach, Alger, p 150.
50. Dorothée B., - Le grand livre des variétés de pommes de terre. Ed. AD Hoc. 81p
51. DSA., 2019- (Direction du Service Agricole d'El Oued). Bilan statistiques 2018
52. Dubois E., 2019 - *Les nématodes parasites des plantes: description, moyens de lutte et impact sur la faim dans le monde*. Thèse, Doct., Pharma., Univ., Lille, 259 p.
53. Duvauchelle S., 2013- Nématodes des pommes de terre, tour d'horizon à ras du sol, face à l'émergence de nouveaux cas et à l'évolution de légélation un point sur la biologie. Phytoma, Extrait du N° 660, 12-18, janvier 2013, Dossier. p16
54. EPPO/OEPP, 2004- Diagnostic protocols for regulated pests-*Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. OEPP/EPPO Bulletin 34, 309-314.
55. Evans K., Stone A.R., 1977- A review of the distribution and biology of the potato cyst - nematodes *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. Paris, N°23, 178-189.

56. **FAOSTAT, 2007** - Food and Agriculture Organisation, Annuaire statistique de la FAO.
57. **FAOSTAT., 2015-** Food and Agriculture Organisation, Annuaire statistique de la FAO.
58. **Fareh I., 2015-** *Contribution à l'étude des Nématodes à Kystes de Pomme de terre Dans la Wilaya de Guelma.*, Mémoire Master, Univ 8. MAI 1945 GUELMA, p 49.
59. **Fenwick D.W., 1940** -Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera Schachtii* from soil.J.Helminthology18: 155-172.
60. **FerrazLccb.et Brown DJF., 2002-** An introduction to nematodes: plant nematology. Derek JF, Brown BA. Eds. 21p.
61. **FNPT.,2012.** -Guide pratique des maladies, ravageurs et désordres de la pomme de terre: guide d'identification des origines de symptômes et fiches descriptives. ISBN 978-8179-0091-9.
62. **Franco J.,1987-**Nématodes à kyste de la pomme de terre; *Globodera sp.* Bulletin d'information Technique 9. Centre International de la Pomme de terre, Lima Pérou
63. **Franco J., Oros R., Main G. et Ortuno N. 1998** -Potato cyst nematodes (*Globodera species*) in South America. Pages 239-269 in: Potato Cyst Nematodes, Biology, Distribution and Control. R. J. Marks and B. B. Brodie, eds. CAB International, Wallingford, UK.
64. **Galfout A., 2014** - *Contribution à l'étude des nématodes du genre Globodera (Skarbilovich, 1959) sur pomme de terre et Gestion intégrée contre ce bio-agresseur*, Thèse Magister en Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El-Harrach, Alger, 78 p.
65. **Gao BL., Allen R., Maier T., Davis EL., Baum TJ. et Hussey RS. 2002-** Identification of a new beta-1,4-endoglucanase gene expressed in the esophageal subventral gland cells of *Heteroderaglycines*. J Nematol. 34:12-15.
66. **Gasteiger E., Hoogland C., Gattiker A., Duvaud S., Wilkins MR., Appel RD. et Bairoch A. 2005** -Protein identification and analysis tools on the ExPASy Server. In: John M. Walker, editors. The proteomics protocols handbook. Humana Press. p. 571-60.
67. **Georges M.et Michel L.,1969-***les technique d'échantillonnage des peuplements de nématodes dans le sol chapitre VII,inprobleme écologie :l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres.* publ.sous la dir.de m .lamotte et F.Bourlière.-paris,Masson et cie,1969.
68. **Goellner M., Smant G., De Boer JM., Baum TJ. et Davis EL. 2000** - Isolation of beta-1,4-endoglucanase genes from *Globodera tabacum* and their expression during parasitism. J Nematol.32:154-165.
69. **Goellner M., Wang XH. Et Davis EL. 2001-** Endo-beta-1,4-glucanase expression in compatible plant-nematode interactions. Plant Cell. 13:2241-2255.
70. **Golden, A.M., Ellington, D.M.S. 1972-**Redescription of *Heterodera rostochiensis* (Nematoda: Heteroderidae) with a key and notes on closely related species. Proceedings of the Helminthological Society of Washington39, 64-78.
71. **Grasse J.P., 1965** -traité de zoologie (anatomiesystématiquebiologie), librairie de 120.Boulevard académies. Saint Germain de médecineVol IV, Paris pp 3-86.
72. **Greco N., 1988** -Potato cyst Nematodes : *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. Fla. DeptAgri. et Consumer Serv., Nematologist, Agraria, Italy, n°: 337
73. **Greco N., Inserra R.N., Brandonisio A., Tirro A. et Marinis G., 1988-** Life cycle of *Globodera rostochiensis* on potato in Italy. Nematol. medit., Vol. 16, pp. 69 –73

74. **Grenier E., Ellissèche D. et Mugniéry D., 2008** - La lutte contre les nématodes à kyste de la pomme de terre *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*. Cahiers Agriculture, volume 17, numéro 4,368-374, Juillet-Août, 2008, Synthèse.
75. **Guet G., 2003**-Mémento d'agriculture biologique guide pratique à usage professionnel. 2ème éditions., agricole Edition France. pp. 416
76. **Haougui A, et al.** . Comment lutter contre les nématodes parasites des cultures maraichères par la solarisation?. Fiche technique., INRAN; RECA-Niger, p05.
77. **Haverkorte L., Moussaoui R., 1994** - L'irrigation de la culture de la pomme de terre. Ed. Centre de Recherche Agrobiologique, Pays Bas, 18p.
78. **Hawkes J G., 1990** -The potato, Evolution, Biodiversity and geneticresources .London. BelhavenPress. 259p.
79. **Hockland S., 2002**-Potato cyst nematodes -a technical overview for England and Wales. CSL, Sand Hutton, York, England.19 p.
80. **Hodda M., Cook D.C., 2009** - Economic impact from unrestricted of spread potato cystnematodes in Australia. Phytopatology, 99 (12): 1387-1393.
81. **I.N.P.V., 2009**- Nématodes à kystesde la pomme de terre *Globodera rostochiensis* et *G. pallida*. Ed. INPV, 4 p.
82. **ITCMI., 2006**- la production de la pomme de terre en Algérie. Agriculture et développement .INVA, Alger.
83. **ITCMI., 2015** - La conservation et le stockage sous froid de la pomme de terre. 24p.
84. **ITCMI., 2015** - Guide pratique du plant de pomme de terre. Ed. ITCMI. 26p.
85. **ITCMI., 2018** - Culture de pomme de terre. Ed. ITCMI. 10p.
86. **Johnson A. W., Fassuliotis G. 1984**-Nematode parasites of vegetablecrops. Plantand Insect Nematodes, 323-372.
87. **Jones JT., Furlanetto C., Bakker E., Banks B., Blok VC., Chen Q., Phillips MS. et Prior A. 2003**- Characterization of a chorismatemutase from the potato cyst nematode *Globodera pallida*. Mol Plant Pathol. 4:43-50.
88. **Kevan DKM., 1965**- The soil fauna-its nature and biology. P.33-51 in: Ecology of soil-borne plant pathogens. Baker KF and Snyder WC, Eds. University of California Press. Berkley.
89. **Kudla U., Qin L., Milac A., Kielak A., Maissen C., Overmars H., Popeijus H., Roze E., Petrescu A. et Smant G. 2005**- Origin, distribution and 3D-modeling of Gr-EXPB1, an expansin from the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. FEBS Letters. 579:2451-2457.
90. **Lahouel Z., 2016** -*Etude diagnostique de la filière pomme de terre dans la région de Tlemcen: Cas de deux fermes pilotes Hamadouche et Belaidouni*. Thèse de Master en Agronomie « Amélioration végétale », Université Abou BekrBelkaid, Tlemcen.95p.
91. **Laumonier R., 1979**- Les cultures légumières et maraichères. Tome 2. Ed. J.B., Paris, Pp. 209-230
92. **LÊ C., Thomas D. et Nowbuth L. 2002** - Conservation de pomme de terre in vitro et caractérisation des variétés cultivées en suisse. Suisse Agric., 34(3):133-136.

93. **MADRP**, 1993 -Décret exécutif n° 93-284 du 9 jourmada Ethania 1414 correspondant au 23 Novembre 1993 fixant la réglementation relative aux semences et aux plants.4p
94. **MADRP**, 2006 -Décret exécutif n° 06-216 du 22 jourmada El Oula 1427 correspondant au 18 juin 2006 fixant les condition de classement et les modalités de certification des semences et plants. Journal Officiel de la République Algérienne N° 41, pp.07-08
95. **MADRP**, 2008 - Dispositif de contrôle de la production des plants de pomme de terre campagne 2007/2008.Note à la direction des service Agricole, 3p
96. **MADRP,2014** - Données statistiques.
97. **MADRP, 2018** -Données statistiques : Evolution de la superficie, de la production, et du rendement de la pomme de terre en Algérie (2018).
98. **Maggenti A.R., 1981**-Le générale nematologie, Springer Verlag, New York, 621p
99. **Marché L., Valette S., Grenier E. et Mugniéry D. 2001**. Intra-species DNA polymorphism in the tobacco cyst-nematode complex (*Globodera tabacum*) using AFLP. Genome. 44:941-946.
- 100.**Merny G.et Luc M.1969**-Les technique d'échantillonnage des peuplements de nématodes dans le sol chapitre VII,in problèmes d'écologie :l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres .pub. sous la dir.de M .Lamotte et F.Bourlière.-paris, Masson et cie,1969. PP. 237-273.
- 101.**MezianiN.et Meziane S. 2015** - *Enquête sur les nématodes à kystesGloboderade la pomme de terre et état d'infestation de quelques parcelles dans la wilaya d'Ain Defla.*, Mémoire Master; Univ. de Djilali Bounaama Khemis Miliana., p 56
- 102.**Moule C., 1972**-Plantes sarclées et déverses. J-B. Ballière et Fils, Editeur, Paris. 246 p.
- 103.**Mugniéry D., Person F. 1976**-Methode d'élevage de quelques espèces de nématodes à kyste du genre Heterodera. Sciences agronomiques Rennes: 217-220
- 104.**Mugniéry D., 1979** - Hybridation entre *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) et *G.pallida* (Stone). Revue de Nematologie, 2(2) :153-159.
- 105.**Mugniery D., Balandras C. 1984** –Examen des populations d'éradication du nématode à kystes *Globodera pallida* Stone. Revue Agronomie, Vol. 04, n°: 08, pp. 733 –778
- 106.**Mugniery D., 1996** - Nématodes. in: Rousselle P, Robert Y, Crosnier JC (eds) La pomme de terre. INRA Editions (Paris), pp 164-171
- 107.**Mugniery, D., Phillips, M. 2007**-Sous presse. The nematodes parasites of potato. Dans: Potato biology and biotechnology. D.Vrengdenbil Eds. Elsevier B.V. publisher. Amsterdam.
- 108.**Najah A., 1970** - Le Souf des oasis. Ed. maison livres, Alger,174p.
- 109.**Nedjar, H., 2000**- *Contribution à l'estimation des besoins en eau de la culture de la pomme de terre dans le périmètre de haut Chélif*.Mém. Ing., Centre Universtaire de Khemis Miliana. 83 p.
- 110.**Niblack T.L., Colgrove K.B. et Colgrove A.C. 2006** - Soybean cyst nematode in Illinois from 1990 to 2006: Shift in virulence phenotype of field populations. Journal of Nematology.; 38:285.
- 111.**Nyabyenda P., 2005** - Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique.Ed.

- CTA (Centre Technique de Coopération), Belgique, 223 p.
112. **ONS, 2018**- Office National des Statistiques, Evolution des agglomérations 1998-2018.
113. **Overman A. J., 1964**-The effect of temperature and flooding on nematode survival in fallow and sandy soil. *Soil Crop Science Society Proceedings*, 24, 141-149
114. **Popeijus H., Overmars HA., Jones J., Blok VC., Goverse A., Helder J., Schots A., Bakker J. et Smant G. 2000**-Degradation of plant cell walls by a nematode. *Nature*. 406:36-37
115. **Qin L., Kudla U., Roze EHA., Goverse A., Popeijus H., Nieuwland J., Overmars H., Jones JT., SchotsA., Smant G., Bakker J. et Helder J. 2004** -A nematode expansin acting on plants *Nature*. 427:30
116. **Quezel P., Santa S., 1963** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (No. 581.965 Q8).
117. **Rachdame M., 2010** - *Essai de suivi de l'irrigation de la pomme de terre dans la région d'Oued souf*. Mémoire d'ingénieur. Université de Ouargla, 52p.
118. **Reddy., 1983**-Plant nématology agricole academy Publish. Acadi, New Delhy. 287p.
119. **Regnault-Roger C., 2002** -De nouveaux phyto-insecticides pour le troisième millénaire. In: Philogène B.J.R, Regnault-Roger C. & Vincent C., coord. *Biopesticides d'origine végétale*. Paris: Lavoisier-Éditions Tec & Doc, 19-39
120. **Remmani N. H., 2017** - *Contribution à l'étude du nématode à kyste hétérodera avenae dans la région du Tlemcen*. Mémoire Master., Université' Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen, 55 p
121. **Rhoades H. L., 1982**-Effect of temperature on survival of *Meloidogyne incognita* in flooded and fallow muck soil. *Nematologica*, 12(1), 33-37.
122. **Richard L. et Sawyer., 1972**-Nématode à kyste de la pomme de terre, PP: 57-64 in: la pomme de terre: bulletins d'information technique 1 à 19
123. **Riga E., Perry R.N. et Barrett J., 1996** -electrophysiological analysis of the response of males of *globodera rostochiensis* and *G. pallida* to their female sex pheromones and to potato root diffusate. *Nematologica.*, vol. 42, pp.493-498
124. **Ritter M., 1971**-Les nématodes et l'Agriculture. Pp 7-65 in: *Les nématodes des cultures*. Journées d'Etude et d'Information ACTA-APNGPC, Paris, 3.4.5 Novembre 1971. 828
125. **Ritter M., 1971**-Principes méthodes de lutte contre les nématodes phytoparasites ACTA, les nématodes de culture. Paris 826p.
126. **Robertson L., Robertson WM. Et Jones JT. 1999** -Direct analysis of the secretions of the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. *Parasitol.* 119:167-176.
127. **Robertson L., Robertson WM., Sobczak M., Helder J., Tetaud E., Ariyanayagam MR., Ferguson MA., Fairlamb A. et Jones JT. 2000**- Cloning, expression and functional characterisation of a peroxiredoxin from the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. *Mol Biochem Parasitol.* 111:41-49.
128. **Rouissat L., 2017** - *Etude des effets nématocides et molluscicides des extraits de quelques plantes sahariennes*. Thèse, DOCTORAT EN SCIENCES BIOLOGIQUES., Université Oran I Ahmed B/Bella, 224 p.
129. **Rousselle P., Robert Y. et Grossuer J.C. 1996**-La pomme de terre production, Amélioration,

- Ennemis et Maladies. Utilisation édition R Doun, 278 p.
130. **Rousselle P., Robert Y. et Crosnier J.C. 1996.** La pomme de terre production, amélioration, ennemis et maladies, utilisation. INRA, Paris, 607 p.
131. **Ryan A., Devine K.J. 2005-** Comparison of the in-soil hatching responses of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* in the presence and absence of the host potato crop cv. British Queen. *Nematology* 7, 587-597.
132. **Saadi I., 2008** - Analyse des semences de fève (*Vicia faba*) infestées par *Ditylenchus dipsaci* (Nematoda :Anguinidae) et recherche d'une méthode de lutte contre ce nématode. Thèse. Agro.Mag. ANA. El harrach. 72p
133. **Schneider J., Megniery M. 1971-** Les nématodes parasites de la pomme de terre. Pp 327-348 in: Les nématodes des cultures. Journées d'Etude et d'Information ACTA-APNGPC, Paris, 3.4.5 Novembre 1971. 828p.
134. **Scholte K., 2000** - Screening of non-tuber bearing Solanaceae for resistance to and induction of juvenile hatch of potato cyst nematodes and their potential for trap cropping. *Annu Appl Biol* 136:239-246
135. **Scurrah M., 1987-** Evaluation de la résistance aux nématodes akyste de la pomme de terre. Bulletin d'Information Technique 10. Centre International de la Pomme de terre, Lima, Perou.
136. **Sellami S., Mezrket A. et Dahmane T., 2010.** Activité nématicide de quelques huiles essentielles contre *meloidogyne incognita*. *Nematol. mediterr.*, 38: 195-201. p195-201.
137. **Seltzer P., 1946** - Le climat de l'Algérie. Ed. Trav. Inst. Météo. Phys. V.1, Alger, 129p.
138. **Sidikou R., 2002** - *Contribution des biotechnologies végétales à l'adaptation de la pomme de terre (solanum tuberosum) au NIGER.* thèse d'état Niamey .354p.
139. **Sikora R.A., 1988** - Plant parasitic nematodes of wheat and barley in temperate and temperate semiarid regions, a comparative analysis. pp. 46-48. In: *Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semiarid Regions* (Saxena M.C., Sikora R.A. and Srivastava J.P., eds). ICARDA, Aleppo, Syria.
140. **Sikora A.R., Bridge J. et Michel L. 2005-** *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and - Tropical Agriculture.*, CABI Publishing is a division of CAB International., 2nd Edition., Egham, UK., 841.
141. **Smant G., Stokkermans JP., Yan Y., De Boer JM., Baum TJ., Wang X., Hussey RS., Gommers FJ., Henrissat B., Davis EL., Helder J., Schots A. et Bakker J. 1998** - Endogenous cellulases in animals: Isolation of beta -1,4-endoglucanase genes from two species of plant-parasitic cyst nematodes. *Proc Nat Acad Sci.* 95:4906-4911.
142. **Soltner D., 1988** - Les grandes productions végétales. Collection Scientifique des Technologies Agricoles. 16ème édition, 494p.
143. **Soltner D., 1999** - Les grandes productions végétales. Ed. CSTA (Collection Sciences et Technique agricoles), 20ème édition, Angers, 472 p.
144. **Soltner, D., 1988-** Les grandes productions végétales. Collection Scientifique des Technologies Agricoles. 16ème édition, 494p.
145. **Soltner, D., 2005** - Les grandes productions végétales céréalières, plantes sarclées- prairies. 20ème Ed, collection sciences techniques agricoles. 464p

146. **Somerhausens E., 2006**-Nématodes de pomme de terre: évolution dangereuse d'une maladie de quarantaine .4p
147. **Sommerville R.I., Davey K.G., 2002**- Diapause in parasitic nematodes: a review. *Can J Zool* 80:1817–1840
148. **Sonneville A., 2006** - Inventaire des nématodes phytoparasites : des connaissances fondamentales pour la protection de l'environnement. *Rev.; IRD. Inst. De recherche pour le développement. Annal Phytopathology*, 242, pp.1-6
149. **Stone A. R., 1973.** *Heterodera pallida*.sp. (Nematoda: Heteroderidae), a second species of potato cyst nematode. *Nematologica* 18, 591–606.
150. **Stone A.R., 1972** –*Heterodera Pallida* N. Sp. (Nematoda: Heteroderidae), a Second Species of Potato Cyst Nematode . *Nematologica.*, vol. 18, N°: 04, pp.591-606
151. **Taupin P., 2012** - Les nématodes en production de pomme de terre. ARVALIS - Institut du végétal - juillet 2012 - 12115., p 6
152. **Tiilikkala K., 1991** –Effect of crop rotation on *Globodera rostochiensis* and on potato yield. *Ello Bulletin*, Vol. 21, n°: 01, pp. 41 –47
153. **Tobin J.D., Haydock P.P.J., Hare M.C., Woods S.R. and Crump D.H. 2008** - Effectof the fungus pochonia chlamydosporia and fosthiazate on the multiplication rate of potato cyst nematodes (*Globodera pallida* et *Globodera rostochiensis*) in potato cropsgrownunderUK field conditions . *Biological control*, 46: 194-201.
154. **Trachi Y, Souna S. 2016** - Enquête sur les nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre et état d'infestation de quelques parcelles dans les wilayas d'Ain Defla et de Blida. *Mémoire Master ., Université de Djilali Bounaama Khemis Miliana.*, p 73
155. **Trifonova Z. , Karadjova J. 2003** – Fungal parasitism of the cyst and eggs of the *Globodera rostochiensis*. *Journal of Agriculture Science*, 48(1): 103-110.
156. **Trudgill D. L., Mackintosh G. M., Osborne P. et Ewart R. M. 1998** -Control of potato cyst nematode (*Globodera rostochiensis*) by nematicides and a resistant potato cultivar at four sites in Scotland. *Annals of Applied Biology.*, vol. 88, N°: 03, pp.393–399
157. **Turner S.J .et Rowe J. A. 2006.** Cyst nematodes. In R.N PERRY, end M. MOENS. (eds) *Plant nematology*. CAB International, Wallingford, UK, pp: 91-120.
158. **Turner S.J. et Evans, K. 1998**-The origins, global distribution and biologyof potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* (Woll.) and *Globoder apallida* Stone). Dans *Potato cyst nematodes biology, distribution and control*, R.J. Marks etB.B. Brodie, Ed.(Royaume Uni: CAB Intemationnal), pp. 7-26.
159. **Turner SJ, Fleming CC** Multiple selection of potato cyst nematode *Globodera pallida* virulence on a range of potato species. I. Serial selection of *Solanum*hybrids. *Eur J PlantPathol*2002 ; 108 : 461-7
160. **Villenave, C. et Cadet, P., 2000** - Rôle particulier de *Helicotylenchusdihystera* au sein des peuplements de nématodes phytoparasites (Sénégal). In *La jachère en Afrique tropicale. Rôles, aménagements, alternatives*. Ed., Floret, Ch., Pontanier, R Vol. I, Actes du séminaire international, Dakar, 13–16 avril1999, Paris, John Libbey, 2 vol., pp 291– 299.
161. **Voisin R., 2004** - Le Souf monographie, Edit El Walid. 319p
162. **Vuillet A., 1913** - La phytopathologie : son évolution récente. *Revue scientifique*, n°23, pp. 718-720.

163. **Wieczorek K., Golecki B., Gerdes L., Heinen P., Szakasits D., Durachko DM., Cosgrove DJ., Kreil D.P., Puzio PS., Bohlmann H. et Grundler FMW. 2006-** Expansins are involved in the formation of nematode-induced syncytia in roots of *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 48:98-112.
164. **Yan Y., Smant G. et Davis E. 2001-** Functional screening yield a new beta-1,4-endoglucanase gene from *Heterodera glycines* that may be the product of recent gene duplication. *Mol Plant-Microbe Interact.* 14:63-71.

***Site internet :***

**Web1:** <https://www.google.com> (Page consulté le :22/05/2020).

**Web2:** <https://www.agridea.ch> (Page consulté le :21/04/2020).

**Web3:** [www.plantdepommedeterre.org](http://www.plantdepommedeterre.org), Gerbeaud)

**Tutiempo., 2020-** Base de données climatique. Disponible sur <http://fr.tutiempo.net/climat/ws-605300.html> (Page consulté le : 04/04/2019).

# Références bibliographiques

Annexe 1 : Décrets et ordonnances relatifs aux exigences phytosanitaires

14 JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE N° 44 4 Mars 1986 1436

-----\*

-----

**MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DU  
DÉVELOPPEMENT RURAL ET DE LA PÊCHE**

Arrêté du 28 août 1986 correspondant au 7 mai 1985  
modifié et complété l'article 14, paragraphe  
de l'Annexe I correspondant au 14 juillet 1986  
fixant le liste des espèces végétales soumises à  
une surveillance sanitaire particulière  
d'importation et les prescriptions phytosanitaires  
applicables.

-----

Le ministre de l'Agriculture et du Développement rural,

Vu le décret présidentiel n° 14-154 du 5 Août 1985  
correspondant 5 mai 1984 portant nomination des  
membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 90-12 du 1er janvier 1990,  
modifié et complété, fixant les attributions des ministères de  
l'Agriculture ;

Vu le décret exécutif n° 83-198 du 9 décembre 1983  
correspondant 28 novembre 1983 régissant le  
contrôle phytosanitaire aux frontières ;

Vu l'Annexe du 3 Janvier 84 (Annexe I) correspondant  
au 14 juillet 1986 fixant le liste des espèces végétales  
soumises à une surveillance sanitaire particulière  
d'importation et les prescriptions phytosanitaires  
applicables.

## ANNEXE III (5) (suite)

GENRES	EXIGENCES SPÉCIFIQUES DE QUARANTAINE	EXIGENCES PARTICULIÈRES	MESURES SPÉCIFIQUES
Poissons de terre	Visiteurs des submersifs ou fosses (Poisson rouge, tigre, vivifé) ;  PAYS ASIE DU SUD-EST (Poisson TIGRE) - P. Asiatique (Poisson tigre) - P. Asiatique (Poisson tigre) ;  Méduse (jeu de la pierre de terre) (Chalcidius submersif et G. polifida) ;	Les submersifs de poisson de terre et le jeu de poissons doivent être soigneusement désinfectés à l'aide d'un produit chimique approprié avant leur utilisation.  Les visiteurs de terre de submersifs doivent être soigneusement désinfectés.  Les submersifs de poisson de terre et le jeu de poissons doivent être soigneusement désinfectés à l'aide d'un produit chimique approprié avant leur utilisation.	L'importation de poisson de terre de source ou processus de pays où ce virus est présent, est interdite.  L'importation de submersifs de poisson de terre à partir de pays où ce virus est présent, est interdite.  Les submersifs de poisson de terre importés à la destination doivent être soigneusement désinfectés à l'aide d'un produit chimique approprié.
Reptiles et Invertébrés	Reptiles terrestres de :  Tous reptiles terrestres de quantités et quantités réglementaires sur le territoire.	Le matériel utilisé des reptiles de toutes espèces terrestres doit être soigneusement désinfecté.	Les reptiles (jeu) doivent être soigneusement désinfectés avant leur importation à l'aide d'un produit chimique approprié et la source de provenance (submersif, etc.) doit être soigneusement désinfectée.

Arrêté du 29 Janvier 1966 (N° 1436) correspondant au 19 avril 2015 portant essentiellement de la composition de la commission de mesure réglementaire à l'égard des reptiles terrestres de quantités de la pêche et des reptiles terrestres.

-----

Par arrêté du 29 Janvier 1966 (N° 1436) correspondant au 19 avril 2015, la composition de la commission de mesure réglementaire à l'égard des reptiles terrestres de quantités de la pêche et des reptiles terrestres est renouvelée conformément au tableau ci-dessous :

Représentants de l'Administration	Représentants du personnel
Azouzi Karim	Abdelkamel Neddi
Oussaid Randaou	Khalid Karam
Bechir Loub	Fouad Akoul
Mohamed Mohamed	Khalid Mohamed Karam
Mohamed Mohamed Saïd	Hamza Mohamed
Hamza Mohamed	Khalid Mohamed
Khalid Mohamed	Hamza Mohamed

MINISTÈRE DE LA PÊCHE, DE LA PÊCHE ET DE LA RECONSTRUCTION PÊCHERESSE

Arrêté ministériel du 17 Mars 1966 (N° 1436) correspondant au 8 Janvier 2015 relatif aux effectifs par espèces, leur répartition et la durée de travail des agents chargés des activités d'inspection, de surveillance et de service de la pêche des services administratifs, des établissements publics de pêche et des établissements de formation professionnelle relevant du ministère de la pêche, de la population et de la réforme constitutionnelle.

-----

Le Premier ministre,

Le ministre des Pêches,

Le ministre de la santé, de la population et de la réforme constitutionnelle.

Par le décret présidentiel N° 07-90 du 1<sup>er</sup> Mars 2007 (N° 1436) correspondant au 29 septembre 2007 traitant la modification de recrutement des agents contractuels, leur statut et obligations, les éléments contractuels de leur situation, les règles relatives à leur position ainsi que les règles disciplinaires qui leur sont applicables, notamment son article 5 ;

## ANNEXE III (b)

## EXIGENCES PHYTOSANITAIRES SPECIFIQUES AUX TUBERCULES DE POMMES DE TERRE

EXIGENCES SPECIFIQUES DE QUARANTAINE	EXIGENCES PARTICULIERES	MESURES SPECIFIQUES
<p><b>Reconnus indemnes de :</b></p> <p>Flétrissement bactérien (Clavibacter michiganensis subsp sepedonicus) ;</p> <p>Bactériose vasculaire (Ralstonia solanacearum) ;</p> <p>Galle verruqueuse (Synchytrium endobioticum Schilb Percival) ;</p> <p>Black potato blight (Phoma andina) ;</p> <p>Gangrène (Phoma exigua var. foveata)</p> <p>Filicosité des tubercules (Potato spindle tuber viroid).</p> <p>PVT/ APLV/ APMoV (Potato T. trichovirus - P. Andean latent tymovirus - P. Andean monte comovirus) ;</p> <p>Nématode doré de la pomme de terre (Globodera rostochiensis et G. pallida) ;</p>	<p>Les tubercules de pommes de terre et le lieu de production doivent être reconnus officiellement indemnes de flétrissement bactérien. L'envoi doit provenir de champs trouvés indemnes au cours de la dernière période de végétation, ou des 02 dernières périodes de végétation si la culture précédente était aussi une pomme de terre.</p> <p>Les tubercules de pommes de terre et le matériel végétal d'autres Solanacées destinés à la plantation doivent être trouvés indemnes de la bactériose vasculaire au cours de la dernière période de végétation et doivent provenir d'un champ trouvé indemne du pathogène au cours des 02 dernières périodes de végétation.</p> <p>Les tubercules de pommes de terre doivent être issus d'un matériel végétal initial reconnu officiellement indemne de la G. verruqueuse et provenir de champs où la maladie n'a jamais été présente et de zones où les autres pathotypes sont absents.</p> <p>Les tubercules de pommes de terre doivent être issus d'un matériel végétal initial reconnu officiellement indemne de P. andina ;</p> <p>Les tubercules de pommes de terre doivent être reconnus officiellement indemnes du exigua var foveata. Le matériel végétal initial doit être produit dans des zones reconnues officiellement indemnes et avoir fait l'objet de tests selon la méthode de quarantaine OEPP.</p> <p>Les tubercules de pommes de terre et le lieu de production doivent être reconnus officiellement indemnes de STV. Le matériel végétal initial doit avoir fait l'objet de tests vis-à-vis du PSTV selon la méthode de quarantaine OEPP. La pomme de terre de consommation doit avoir fait l'objet de traitement anti-germination.</p> <p>Les tubercules de pommes de terre et le lieu de production doivent être reconnus officiellement indemnes du PVT, du APLV et du APMoV selon les méthodes de quarantaine OEPP.</p> <p>Les champs où les pommes de terre ont été plantées doivent avoir été inspectés par un prélèvement d'échantillons de terre après l'enlèvement de la précédente culture avant la récolte de la pomme de terre suivant la méthode de quarantaine OEPP et trouvés indemnes de kystes viables des deux espèces.</p>	<p>10) - L'importation de tubercules de pommes de terre en provenance de pays où le flétrissement bactérien est présent et contre lequel ne sont pas appliquées des mesures de lutte officielle prouvées et vérifiables est interdite.</p> <p>- Le matériel végétal destiné à la plantation des Musa spp. doit être maintenu en quarantaine pour s'assurer de l'absence de souches dangereuses de R. Solanacearum.</p> <p>- Tous les végétaux à racines y compris bulbes et tubercules ne doivent pas être cultivés dans des champs où S. Endobioticum a déjà été ou est toujours présent.</p> <p>11) - L'importation de tubercules de pommes de terre en provenance de pays où P. andina est établi est interdite.</p> <p>12) - L'importation de pommes de terre de semence en provenance de pays où le PSTV est établi est interdite.</p> <p>13) - L'importation de tubercules de pommes de terre à partir de pays où le PTV., et/ou le APLV. et/ou le APMoV. sont présents est interdite.</p>

ANNEXE II (1)

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, PÊCHERIE ET DÉVELOPPEMENT RURAL

DIRECTION DE LA PROTECTION DES VÉGÉTAUX  
ET DES CONTRÔLES TECHNIQUES

REGLEMENT D'APPLICATION TECHNIQUE DES ARTICLES  
D'IMPORTATION DES PRODUITS VÉGÉTAUX

Loi n° 87-17 de l'année 1987  
Décret exécutif n° 85-294 de 26 novembre 1986

Nom et adresse de l'importateur : .....

N° du registre de commerce : .....

Nom botanique de l'espèce : ..... Nom commun : .....

Forme de l'unité : .....

Quantité : .....

Région de production : .....

Pays de production : .....

Nom et adresse du fournisseur : .....

ARTICLES PARTICULIERS :

1. La région de production *est-elle* l'objet réglementaire d'un surveillance sanitaire officielle ? .....

Quel l'organisme qui en est chargé ? .....

2. Est l'acte de production fait à l'usage de l'importation ou pour satisfaire les besoins particuliers régionaux ou locaux ? .....

Si oui, précisez les exigences officielles auxquelles : .....

3. Autres indications : .....

Je soussigné, ....., certifie l'exactitude des informations contenues dans ce document et m'engage à respecter les prescriptions réglementaires en vigueur.

Établi à .....

Signature et cachet :

ANNEXE I (A)

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DES TERRES COMMUNALES RURALES  
DIRECTION DE LA PROTECTION DES VÉGÉTAUX  
ET DES CONTRÔLES TECHNIQUES

**AUTOMATISATION TECHNIQUE PRÉALABLE  
D'IMPORTATION DES PRODUITS VÉGÉTAUX**

Loi n° 87-17 du 1er août 1987  
Décret exécutif n° 93-289 du 23 novembre 1993

N° .....

Le directeur de la protection des végétaux et des contrôles techniques, représentant l'autorité phytosanitaire et après concertation de l'unité de la demande d'autorisation technique préalable d'importation présentée par :

Nom agricole : .....

Adresse : .....

N° du registre de commerce : .....

Assise l'importation des produits végétaux décrits ci-dessous : .....

Nom technique de l'espèce : ..... Nom commercial : .....

Nom de la variété : .....

Quantité : .....

Origine : .....

Point d'origine : ..... Date d'envoi : .....

Nom et adresse du fournisseur : .....

Le commercial végétal décrit ci-dessus, est déclaré indocum d'ennemis visés par la réglementation phytosanitaire en vigueur, notamment :

Ensemble à .....

Signature et cachet :

NOTE : Cette autorisation est délivrée pour une durée de validité de trois (3) ans à compter de la date de sa signature. Elle ne dispense pas de l'obtention des autres autorisations réglementaires en vigueur.

## ANNEXE I (a)

REPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
 MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU DÉVELOPPEMENT RURAL  
 DIRECTION DE LA PROTECTION DES VÉGÉTAUX  
 ET DES CONTRÔLES TECHNIQUES

AUTORISATION TECHNIQUE PRÉALABLE  
 D'IMPORTATION DE MATÉRIEL VÉGÉTAL

Loi n° 87-87 du 1er août 1987  
 Décret exécutif n° 95-286 de 23 novembre 1995

N° .....

La direction de la protection des végétaux et des contrôles techniques, approuvant l'autorisation préliminaire et après  
 examen de dossier de la demande d'autorisation technique préalable d'importation de matériel végétal présentée par :

Raison sociale : .....

Adresse : .....

N° d'agrément de la carte d'agriculteur/du vendeur de semences : .....

Autre que l'importation de matériel végétal décrit ci-après : .....

Nom botanique de l'espèce : ..... Nom commun : .....

Nom de la variété : .....

Quantité : .....

Origine : .....

Période d'essai : ..... Date d'essai : .....

Nom et adresse du fournisseur : .....

Le matériel végétal décrit ci-dessus, doit provenir d'une source de matériel de production certifié officiellement après  
 tests appropriés, déclaré indemne d'organes vivants par la réglementation phytosanitaire en vigueur, notamment .....  
 ; et répondre aux normes phytosanitaires en vigueur.

Fait le ..... le .....

Signature et cachet :

N.B. : Cette autorisation est valable pour une durée de validité de trois (3) mois à compter de la date de sa signature. Elle  
 ne dispense pas son titulaire des autres dispositions réglementaires en vigueur.

## ANNEXE II (a)

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
 MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DU DEVELOPPEMENT RURAL  
 DIRECTION DE LA PROTECTION DES VEGETAUX  
 ET DES CONTRÔLES TECHNIQUES

**DEMANDE D'AUTORISATION TECHNIQUE PREALABLE  
 D'IMPORTATION DE MATERIEL VEGETAL**

Loi n° 67-47 du 1er août 1967  
 Décret exécutif n° 53-385 du 25 novembre 1968

Nom et adresse de l'importateur : .....

N° d'appartement / de la carte d'agréments du registre de commerce : .....

Zone d'implantation envisagée pour le matériel végétal : .....

Nomenclature de l'espèce : ..... Nom commun : .....

Nom de la variété : .....

Nature du matériel (grains-graines, greffons, boutures, plantes, tubercules, tubercules) : .....

.....

Origine : .....

Région de production : .....

Pays de production : .....

Nom et adresse du fournisseur : .....

**ETAT SANITAIRE :**

1. La région de production constitue l'objet régulierement d'une surveillance sanitaire officielle? .....

Si oui, l'organisme qui en est chargé : .....

2. Le lieu de production fait-il l'objet de diverses particularités de santé contre certaines organismes nuisibles? .....

Si oui, précisez les organismes nuisibles concernés : .....

3. Catégorie de matériel végétal importé : .....

4. Autres informations : .....

Je soussigné, ....., certifie toutes les informations contenues dans ce document et m'engage à respecter les prescriptions phytosanitaires et phytotechniques en vigueur.

En date à ..... le .....

Signature et cachet :

Annexe 2 : Résultats portant sur l'analyse nématologique

Tableau 11 : Dénombrement de kystes de *Globodera sp* par échantillon et par parcelle a travers les communes de la wilaya d'El-oued

Commune	Parcelle	Echantillons	Nbre de kystes pleins	Nbre de kystes vides	Total
El-Oued	Mih bahi	1	45	12	57
		2	202	95	297
		3	94	26	120
		M	113.67	44.33	158
		ET	80.33	44.43	
	Zemla	1	60	20	80
		2	70	21	91
		3	83	25	108
		M	71	22	93
		ET	11.53	2.65	
	Bouhmid	1	100	30	130
		2	112	25	137
		3	55	10	65
		M	89.00	21.67	110.67
		ET	30.05	10.41	
Ouermes	Route el hadhoudi	1	263	95	358
		2	140	21	161
		3	452	145	597
		M	285	87	372
		ET	157.16	62.39	
	Route el hadhoudi chouaia	1	8	1	9
		2	128	45	173
		3	67	17	84
		M	67.67	21.00	88.67
		ET	60.00	22.27	
	Route el hadhoudi meknaci	1	250	85	335
		2	200	73	273
		3	231	74	305
		M	227.00	77.33	304.33
		ET	25.24	6.66	
Mih-ouenssa	Oued tourk	1	4	0	4
		2	7	2	9
		3	7	0	7
		M	6.00	0.67	6.67
		ET	1.73	1.15	
	Dhahara	1	6	1	7
		2	8	2	10
		3	5	1	6
		M	6.33	1.33	7.67
		ET	1.53	0.58	
	Charaga	1	3	1	4

		2	2	0	2
		3	4	1	5
		M	3.00	0.67	3.67
		ET	1.00	0.58	
Oued El Allenda	Zemla1	1	29	8	37
		2	69	15	84
		3	85	18	103
		M	61.00	13.67	74.67
		ET	28.84	5.13	
	Zemla2	1	55	19	74
		2	70	20	90
		3	100	26	126
		M	75.00	21.67	96.67
		ET	22.91	3.79	
	Khobat el allenda	1	5	2	7
		2	36	12	48
		3	450	171	621
		M	163.67	61.67	225.33
		ET	248.46	94.82	
Kouinine	Route Mih bahi	1	28	6	34
		2	72	12	84
		3	4	0	4
		M	34.67	6.00	40.67
		ET	34.49	6.00	
	Route Mih bahi	1	8	1	9
		2	18	10	28
		3	15	2	17
		M	13.67	4.33	18
		ET	5.13	4.93	
	Route Mih bahi	1	10	6	16
		2	15	7	22
		3	22	9	31
		M	15.67	7.33	23
		ET	6.03	1.53	
Robbah	Debidibi	1	67	21	88
		2	264	100	364
		3	97	30	127
		M	142.67	50.33	193
		ET	106.14	43.25	
	Gaddachi	1	40	15	55
		2	16	12	28
		3	52	20	72
		M	36.00	15.67	51.67
		ET	18.33	4.04	
	Debidibi	1	39	14	53
		2	26	12	38
		3	27	12	39

		M	30.67	12.67	43.33
		ET	7.23	1.15	
Debila	AMMAR Zoghbiat1	AP1E1	50	14	64
		AP1E2	90	30	120
		M	70	22	92
		ET	28.28	11.31	
	debila	DP2E1	145	45	190
		DP2E2	166	39	205
		DP2E3	132	48	180
		M	147.67	44.00	191.67
		ET	17.16	4.58	
	Dremini	DRP3E1	122	38	160
		DRP3E2	116	32	148
		DRP3E3	86	27	113
		M	108.00	32.33	140.33
		ET	19.29	5.51	
Sidi aoun	makkaoui	MP1E1	280	45	325
		MP1E2	380	60	440
		MP1E3	260	40	300
		M	306.67	48.33	355
		ET	64.29	10.41	
	ladjdel	LP2E1	124	18	142
		LP2E2	149	28	177
		LP2E3	78	14	92
		M	117	20	137
		ET	36.01	7.21	
Magrane	Betta	BP1E1	730	130	860
		BP1E2	410	70	480
		BP1E3	260	35	295
		M	466.67	78.33	545
		ET	240.07	48.05	
	Zoubaydi	ZP1E1	270	45	315
		ZP1E2	350	55	405
		ZP1E3	320	53	373
		M	313.33	51.00	364.33
		ET	40.41	5.29	
	Messaoudi	GP2E1	12	3	15
		GP2E2	18	4	22
		GP2E3	9	2	11
		M	13	3	16
		ET	4.58	1.00	
Hassani abdel kerim	Menaguer	KP1E1	150	44	194
		KP1E2	133	55	188
		KP1E3	185	70	255
		M	156.00	56.33	212.33
		ET	26.51	13.05	
	Attia	HP2E1	77	30	107

		HP2E2	90	37	127	
		HP2E3	47	20	67	
		M	71.33	29.00	100.33	
		ET	22.05	8.54		
	Sahn chergui	CP3E1	102	34	136	
		CP3E2	160	44	204	
		CP3E3	93	39	132	
		M	118.33	39.00	157.33	
		ET	36.36	5.00		
Hassi khalifa	khocha	KHP1E1	416	87	503	
		KHP1E2	550	85	635	
		KHP1E3	298	69	367	
		M	421.33	80.33	501.67	
		ET	126.08	9.87		
	menchia	MNP2E1	220	18	238	
		MNP2E2	280	40	320	
		MNP2E3	240	25	265	
		M	246.67	27.67	274.33	
		ET	30.55	11.24		
	Abaida	ABP3E1	266	20	286	
		ABP3E2	213	22	235	
		ABP3E3	225	30	255	
		M	234.67	24.00	258.67	
		ET	27.79	5.29		
	Trifaoui	Bir Lifa	BLP1E1	360	120	480
			BLP1E2	520	110	630
			BLP1E3	345	65	410
M			408.33	98.33	506.67	
ET			97.00	29.30		
sahn el-malaab		SMP2E1	303	80	383	
		SMP2E2	370	55	425	
		SMP2E3	510	130	640	
		M	394.33	88.33	482.67	
		ET	105.62	38.19		
Sahen Lasoued		SLP3E1	93	22	115	
		SLP3E2	116	24	140	
		SLP3E3	109	18	127	
		M	106.00	21.33	127.33	
		ET	11.79	3.06		

		
		
		<p>Planche 3 : les kystes vides et les kystes pleins  (Photos originaux)</p>

Tableau 14 :Moyenne de kystes par parcelle à travers les communes enquêtées de la wilaya d'El-oued

Commune	Parcelle	M.K.P	M.K.V	Total	Total général
El-oued	Mih bahi	113.67	44.33	158	361.67
	Zemla	71	22	93	
	Bouhmid	89	21.67	110.67	
Ouermes	El had'houdi	285	87	372	865
	R/ El had'houdi chouaia	67.67	21	88.67	
	R/ El had'houdi meknaci	227	77.33	404.33	
M. ouenssa	Oued tourk	6	0.67	6.67	18
	Dhahara	6.33	1.33	7.66	
	Charaga	3	0.67	3.67	
O. allenda	Zemla1	61	13.67	74.67	396.68
	Zemla2	75	21.67	96.67	
	Khobat el allenda	163.67	61.67	225.34	
Kouinine	Route Mih bahi	34.67	6	40.67	81.67
	Route Mih bahi	13.67	4.33	18	
	Route Mih bahi	15.67	7.33	23	
Robbah	Debidibi	142.67	50.33	193	288.01
	Gaddachi	36	15.67	51.67	
	Debidibi	30.67	12.67	43.34	
Debila	Zoghbiat	70	22	92.00	424
	Debila	147.67	44	191	
	Dremini	108	32.33	140.33	
Sidi Aoun	Mekkaoui	306.67	48.33	355	492
	Ladjdel	117	20	137	
Magrane	Betta	466.67	78.33	545	925.33
	Zoubaydi	313.33	51	364.33	
	Messaoudi	13	3	16	
Hassani A/K	Menaguer	156	56.33	212.33	469.99
	Attia	71.33	29	100.33	
	S. chergui	118.33	39	157.33	
Hassi Khalifa	Khocha	41.33	80.33	121.66	654.67
	Menchya	246.67	27.67	274.34	
	Abayda	234.67	24	258.67	
Trifaoui	Bir Lifa	408.33	98.33	506.66	1116.65
	Sahen el-malaab	394.33	88.33	482.66	
	Sahen Lasoued	106	21.33	127.33	

## Annexe 3

Tableau 8 : Tableau caractéristiques des stations d'étude

Commune	Sites	Coordonnés (GPS)	Antécédent culturale	Variétés	Culture avoisinante	Origine semence
El-oued	Mih-bahi	33°22'05,48"N 6°47'38,18"E	PdT arizona	Spunta	Pdt+Phoenic	Ain defla
	Zemla	33°22'11,08"N 6°47'50,09"E	PdT spunta	Spunta	PdT	Ain defla
	Bouhmid	33°22'00,08"N 6°53'50,81"E	PdT spunta	Spunta	PdT	Ain defla
Ouermes	El hadhoudi	33°23'01,26"N 6°46'50,30"E	PdT spunta	Spunta	PdT	Ain defla
	R/ El hadhoudi	33°23'26,92"N 6°43'44,26"E	PdT spunta	Spunta	Pdt+Phoenic	Ain defla
	R/ El hadhoudi	33°24'37,36"N 6°45'21,68"E	PdT spunta	Spunta	PdT	Chlef
Mih-ouenssa	Oued tourk	33°14'42,78"N 6°41'03,03"E	PdT spunta	Spunta	PdT	Chlef
	Dhahara	33°13'55,25"N 6°39'36,23"E	Nouvelle terre	Spunta	PdT	mostaganem
	Charaga	33°14'45,80"N 6°39'24,74"E	PdT spunta	Spunta	PdT	Chlef
Oued Allenda	Zemla1	33°19'5,13"N 6°47'3,9"E	Nouvelle terre	Spunta	PdT	Ain defla
	Zemla2	33°19'2,11"N 6°47'11,47"E	PdT spunta	Spunta	PdT	Ain defla
	Khobnat allenda	33°18'48,75"N 6°46'47,83"E	Nouvelle terre	Spunta	PdT	Chlef
Kouinine	Route Mihbahi	33°23'43,07"N 6°48'22,83"E	PdT spunta	Spunta	PdT	Ain defla
	Route Mihbahi	33°23'9,56"N 6°48'29,72"E	PdT spunta	Spunta	PdT	Ain defla
	Route Mihbahi	33°23'16,86"N 6°48'41,51"E	PdT spunta	Spunta	PdT	Harrouche
Robbah	Debidibi	33°11'06,71"N 6°51'14,53"E	PdT spunta	Spunta	PdT	Ain defla
	Gaddachi	33°15'3,48"N 6°54'11,02"E	PdT spunta	Spunta	PdT	Chlef
	Debidibi	33°15'57,03"N 6°53'56,34"E	PdT spunta	Spunta	PdT	Chlef
Bayada	Soualah	33°19'51,04"N 6°55'25,28"E	Nouvelle terre	Spunta	Pdt+Phoenic	Ain defla
	Taraika	33°20'46,51"N 6°54'43,20"E	PdT spunta	Spunta	Pdt+Phoenic	Ain defla
	Rout trifaoui-nakhla	33°20'47,10"N 6°56'8,32"E	PdT spunta	Spunta	Pdt+Phoenic	Chlef
Ogla	Ogla1	33°15'15,90"N 6°57'50,34"E	PdT spunta	Spunta	Pdt+Phoenic	Chlef
	Ogla2	33°15'5,89"N 6°57'54,32"E	Nouvelle terre	Spunta	Pdt+Phoenic	Mostaganem
	Ogla2	33°15'52,73"N 6°57'51,21"E	PdT spunta	Spunta	Pdt+Phoenic	Chlef
Nakhla	Nakhla 1	33°18'4,51"N 6°57'30,24"E	Nouvelle terre	Spunta	Pdt+Phoenic	Ain defla
	Nahla 2	33°17'27,44"N 6°58'7,57"E	PdT spunta	Spunta	Pdt+Phoenic	Ain defla
	Nakhla 3	33°20'6,75"N 7°3'23,12"E	PdT spunta	Spunta	Pdt+Phoenic	Chlef
Debila	Zoghbiat	33°32'15" N 6° 57' 28" E	Jachère	Spunta	PdT	Ain defla
	Debila	33°29'47" N 6° 57' 32" E	Arachides	Spunta	Phoeniculture	Ain defla
	Dremini	33°31'00" N 6° 55' 53" E	Jachère	Spunta	Phoeniculture	Mostaganem

Sidi Aoun	Mekkaoui	33°32'28" N 6° 53' 52" E	Jachère	Bartina	Tomate	Chlef
	Ladjdel	33°32'23" N 6° 51' 49" E	PdT saison	Bartina	Tomate	Local/E.HOLL
	Debili	33°33'15" N 6° 53' 15" E	Jachère	Spunta	PdT	Ain defla
Magrane	Betta	33°34'55" N 6° 54' 42" E	Tomate/jachère	Bartina	Tomate	Local
	Zoubaydi	33°34'22" N 6° 57' 33" E	Jachère	Spunta	Tomate	Ain defla
	Messaoudi	33°37'10" N 6° 53' 35" E	Tomate/jachère	Bartina	Plasticulture	Local
Hassani A/K	Menaguer	33°25'43" N 6° 53' 41" E	Oignon	Rudolph	PdT	Mostaghanem
	Attia	33°26'28" N 6° 52' 58" E	Arachide	Spunta	Plasticulture	Chelef
	Sahen chergui	33°27'55" N 6° 55' 52" E	Jachère	Bartina	Plasticulture	Ain defla
Hassi Khalifa	Khochha	33°33'39" N 7° 01' 12" E	Jachère	Spunta	PdT	Harrouche
	Menchya	33°36'40" N 7° 01' 29" E	PdT saison	Spunta	PdT	Local/E.Holl
	Abayda	33°35'05" N 7° 01' 38" E	PdT saison	Bartina	Phoeniculture	Local/E.Holl
Trifaoui	Bir Lifa	33°27'24" N 6° 58' 048" E	PdT saison	Spunta	Phoeniculture	Local/E.Holl
	Sahen el-malaab	33°26'16" N 6° 56' 10" E	Arachide	Spunta	Phoeniculture	Local
	Sahen Lasoued	33°24'27" N 7° 00' 01" E	Oignon	Spunta	plasticult	Local
Guemmar	Djediada	33°30'06" N 6° 49' 40" E	Ail	Bartina	maraiçhage	Ain dehla
	L'bdoua	33°31'05" N 6° 44' 43" E	Arachide	Spunta	Phoeniculture	harrouche
	Ezzogob	33°33'29" N 6° 48' 47" E	PdT saison	Bartina	PdT	Local/E.Holl
Taghzout	Youmouii	33°28'05" N 6° 46' 18" E	Céréales	Spunta	Phoenic+oliv	Mostaghanem
	Madjour	33°27'41" N 6° 44' 33" E	Jachère	Spunta	PdT	Local
	Bagouza	33°28'39" N 6° 43' 13" E	Céréales	Spunta	Phoe+maraiçh	Chelef
Reguiba	Ghoubna	33°31'39" N 6° 42' 56" E	Jachère	Bartina	PdT	Ain defla
	Ghoubna 2	33°30'45" N 6° 39' 10" E	Céréales	Fabula	PdT	Local
	Touahria	33°36'38" N 6° 43' 11" E	Jachère	Spunta	PdT	Mostaghanem

R/... : Route de .... E.Holl : Elite Hollandaise

# Fiche d'enquête sur les nématodes à kystes de la culture de pomme de terre

Nom de l'enquêteur:

Durée de l'entretien:  H  mn

Date de l'enquête

## I- Identification de l'exploitant

Nom et Adresse de l'exploitant : .....

Profession principale de l'exploitant: .....

Lieux- dit du parcelle: .....

Date de naissance de l'exploitant:

Qualification de l'exploitants:.....

Ingénieur agronome  Oui  Non

Agriculteur qualifié  Oui  Non

Technicien  Oui  Non

Pas de formation  Oui  Non

Commune: .....

Wilaya:.....

coordonnées géographiques

Latitude .....

Longitude .....

## II- Caractéristiques de l'exploitation

\* Analyse de sol:

Date de dernière analyse chimique de sol

Date de dernière analyse physique de sol

Superficie totale de l'exploitation : .....  Ha  Are

Superficie agricole utile de l'exploitation(SAU):.....  Ha  Are

Aspect juridique de l'exploitation .....   
Mentionné APFA ou privée ou autre

Age d'exploitation : .....

Superficie des cultures pratiquées: - Phoenicicultures: .....  Ha  Are

Cultures maraichères .....  Ha  Are

Pomme de terre .....  Ha  Are

Cultures sous serres .....  Ha  Are

Arboricultures .....  Ha  Are

### III-Characteristiques de la parcelle de pomme de terre:

\* Historiques:

Précedant cultural				
Nom de la culture	N° 1	N°2	N°3	N°4
		.....	.....	.....
Fertilisation organique	Nature	Nature	Nature	Nature
	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité
Fertilisation minerale	Quantité N	Quantité N	Quantité N	Quantité N
	Quantité P	Quantité P	Quantité P	Quantité P
	Quantité K	Quantité K	Quantité K	Quantité K
Devenir des residus de la culture	Enfouis <input type="checkbox"/>	Enfouis <input type="checkbox"/>	Enfouis <input type="checkbox"/>	Enfouis <input type="checkbox"/>
	Enlevés <input type="checkbox"/>	Enlevés <input type="checkbox"/>	Enlevés <input type="checkbox"/>	Enlevés <input type="checkbox"/>
	Brulés <input type="checkbox"/>	Brulés <input type="checkbox"/>	Brulés <input type="checkbox"/>	Brulés <input type="checkbox"/>
Observation des nematodes	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			

Année de la derniere culture de pomme de terre : .....

Année de dernier apport de terre : .....

Origine de dernier apport:

Apport du voisinage                      Oui       Non

Apport de nouveaux perimetres      Oui       Non

Les agriculteurs voisins respectent-ils les mesures prophylactiques    Oui       Non

La parcelle est-elle protegée par un brise vent:                                      Oui       Non

#### Travail du sol:

Date de labours:       Type de labour:   
Mentionné Superficiel ou profond

Observations -Autres interventions de preparation du sol:

Nivellement                                      Oui       Non

Passage de la herse rotative                      Oui       Non

Epandage du fumier                                      Oui       Non

Le matériel utilisés est:      loyer       personnel

Pratiguez-vous la désinfection de matériels avant l'utilisation:                      Oui       Non

**Plantation:**

Preparation des plants: Tubercule complete;  Tubercule coupée:

Date de plantation:

Ecartement entre rang  Cm: Ecartement entre ligne  Cm

Buttage: Oui  Non

Quel type de plantation pratiquez-vous ? Manuel  Mécanique

Plantez-vous : Saison  Arrière-Saison

**Approvisionnement en semences**

	Variété 1	Variété 2	Variété 3	Variété 4
Varietes				
certifiees	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			
origine				
classe				
densite Qx/Ha				
Traitement de semences	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			

**Fertilisation:****Amendement minerale:**

Date	Forme et formule d'engraie	Quantité(Kg/Ha ou L/Ha)	Type d'epandage

Faites-vous des apports foliaires : Oui  Non

Si oui preciser:.....

Pratiquez-vous la fertigation: Oui  Non

Si oui preciser:.....

**Amendement organique**

Date	Nature	Origine	Quantité ( T/Ha)	Type d'epandage

**Irrigation:**

Avez-vous effectuez une anlyse d'eau: Oui  Non

source d'eau:.....

Qualite des eaux d'irrigation:

Type d'instillation: Pivo  Goutte à goutte

Conformité d'installation: Oui  Non

# Protection phytosanitaire

Le declenchement des interventions phytosanitaires dans la parcelle vous l'avez fait:

	Insecticide	Fongicide	Herbicide
D'apres vos connaissances sur l'historique de la parcelle			
D'apres vos observations sur la parcelle en cours de la culture			
D'apres les conseils des distributeurs et des grenitiers			
D'apres les recommandations des avertissements agricoles			
des services de la protection des vegetaux			

## Bilan phytosanitaire

	Date	Produit commercial	Matiere active	Dose(Kg/Ha) ou L/Ha	Cibles	Effet nematicide	Observations
<b>Herbicide</b>							
<b>fongicide</b>							
<b>Insecticide</b>							
<b>Nematicide</b>							

## VI Connaissance des nematodes à kyste:

Connaissez-vous les nematodes: Oui  Non

Depuis Quand:.....

Comment vous les appelez :.....

Quels sont les symptômes indiquants la présence des nematodes:

Sur feuilles:.....

.....

Sur racines:.....

Avez-vous effectuez une analyse nematologique: Oui  Non

Si oui qui a fait ces analyses:

Quand:.....

Resultat d'analyse: Positif  Negatif

Methodes de lutte Preconisées:

Avez-vous adoptez une methode de lutte: Oui  Non

Si oui précisez:

Rotation culturale Oui  Non

polyculture Oui  Non

Labour d'été Oui  Non

Desinfection de mareiels Agricoles: Oui  Non

Appliquez-vous des produits nematicides sur sol ou sur plante:Oui  Non

Si oui:

Nematicide utilisé:.....

Nom commercial:.....

Matiere active:.....

Dose utilisée:.....

Nombre de traitement:.....

Intervalle de traitement:.....

Avez-vous des idées sur les plantes nematicides: Oui  Non

Si oui lesquelles:.....