



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الابراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques

# Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Sciences Agronomiques

Spécialité: Protection des végétaux

## Thème:

Comportement de deux variétés de pomme de Terre vis-à-vis de  
*Globodera* sp

Présenté par : M<sup>lle</sup> Chelali Ferial et M<sup>lle</sup> Maadadi Rahma Rayane

Devant le jury:

Présidente	Mme ZIOUCHE.S	Univ. Bordj Bou Arreridj
Promoteur	Mr. ALILI .D	Univ. Bordj Bou Arreridj
Examineur	Mr. KHOUDOUR .A	Univ. Bordj Bou Arreridj

Année universitaire: 2019 - 2020

## **Remerciements**

*Avant tout, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nos montré le chemin de la science et de la connaissance et nos donné la force, le courage, la santé et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Nous adressons nos remerciements les plus chaleureux à nos familles, et tout particulièrement à nos parents.*

*On veut exprimer par ces quelques lignes de remerciements, notre gratitude envers tous ceux, qui par leurs présence, leurs soutien, leurs disponibilité et leurs conseils, nous ont permis de réaliser ce travail.*

*Ce travail n'aurait pas pu voir le jour et ne serait pas aussi riche sans l'aide et l'encadrement de **M. ALILI Dahmane**, on le remercie vivement pour la qualité de son encadrement exceptionnel, sa patience, sa rigueur, sa gentillesse et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire de fin d'étude.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury :*

***Mme ZIOUCHE S.** de nous avoir fait le plaisir de présider ce jury.*

***M. KHOUDOUR A.** pour l'intérêt qu'il a porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par ses propositions.*

*Nous sommes très honorées de leur présence dans ce jury.*

*Enfin, nos sincères remerciements à tous les enseignants « des Sciences de la Nature et de la Vie » ayant contribué à notre formation durant notre cycle d'étude.*

**Ferial et Rahma**



*Dédicace*

*Je dédie ce travail particulièrement à mes chers parents, qui ont consacré leur existence à bâtir la mienne, pour leurs soutiens, patience et soucis de tendresse et d'affection pour tout ce qu'ils ont fait pour que je puisse arriver à ce stade.*

*A ma mère qui m'as encouragé durant tout mon parcours d'étude, et sans elle, je n'aurais pas pu arriver là où je suis maintenant, elle est mon âme et ma raison de vivre et de réussir*

*A mon père, qui est toujours à notre disposition et prêt à nous aider, il est mon inspiration et mon roi et surtout mon profond respect*

*A mes chers frères : Amine et Djamel A mes chères sœurs : Anfel et Amani*

*A mes amies et mes collègues pour leurs soutiens : Amina, Affaf, Rym, Nadjet et Haizia A ma chère Binôme Rahma*

*A Mr: ALIAT Toufik*

*A tous mes amis de ma promotion 2020 Master 2 protection des végétaux et à tous ceux qui m'a encouragé durant mes études*

*Ferial*



*Dédicace*

*Je dédie ce mémoire*

*A mes chers parents ma mère et mon père Pour leur  
patience, leur amour, leur soutien et leurs*

*Encouragements.*

*À la lumière de mes jours, la source de mes efforts*

*Mes sœurs et mes frères*

*A ma chère binôme et à tous mes amis A tous ceux  
qui me sont chers*

*Rahma Rayane*



[Tapez le titre du document]

---

## Résumé

Dans le cadre de notre travail sur le comportement des deux variétés de pomme de Terre vis-à-vis *Globodera* sp qui sont très virulentes sur cette culture et ses dégâts sont énormément importants dans le monde par son classement d'Organisme de quarantaine.

Nous avons effectué cette présente étude pour connaître les multiples dommages sur la végétation de pomme de Terre. Deux variétés de cette dernière soit Spunta et Désiré ont été utilisées comme matériel biologique et mise dans des bouteilles en plastique contenant le mélange (sol, sable, terreau, pomme de Terre et des filets qui contiennent au préalable des nématodes à kyste).

L'objectif est de déceler laquelle des deux variétés est la plus résistante à ce bio-agresseur.

Malheureusement notre travail n'a pas atteint sa fin (expérience réalisée à 50% à cause de la pandémie de la Covid-19 année 2020).

**Les mots clés:** Pomme de Terre, *Globodera*, Organisme de quarantaine, Spunta, Désiré, kystes.

## الملخص

كجزء من عملنا على سلوك نوعي البطاطس مقابل *Globodera* sp اللذان يُعتبران شديد الضرورة على هذا المحصول وأضراره مهمة للغاية في العالم من خلال تصريفها لكائن الحجر الصحي. نُجزا بإجراء هذه الدراسة الحرة لمعركة الأضرار المتعددة على نباتات البطاطس. تم استخدام نوعين من النوع الأخير ، Spunta و Désiré ، كمواد بيولوجية ووضعهم في زجاجات بالسنوية (على الخيط) التربة ، الرمل ، تربة القدر ، البطاطس والشبكات التي كانت تحتوي سابقاً على زيمونودا الكيسات. (الهدف هو معركة أي من الصنعتين أكثر مقاومة لهذه الآفة. لسوء الحظ ، لم يُصل عملنا إلى زهانته) الكنت المت التجريبية بنسبة 50٪ بسبب وباء Covid-19 عام 2020).

الكلمات المفتاحية: بطاطس – *Globodera* - انات الحجر الصحي – Spunta-Désiré- كيسية.



## Abstract

As part of our work on the behavior of the two potato varieties vis-à-vis *Globodera* sp which are very virulent on this crop and its damage is enormously important in the world by its classification of Quarantine Organism.

We carried out this present study to know the multiple damages on the potato vegetation. Two varieties of the latter, Spunta and Désiré, were used as biological material and placed in plastic bottles containing the mixture (soil, sand, potting soil, potato and nets which previously contained cyst nematodes). The aim is to find out which of the two varieties is more resistant to this pest.

Unfortunately our work has not reached its end (experience 50% completed because of the Covid-19 pandemic year 2020).

**Key words:** Potato, *Globodera*, Quarantine pest, Spunta, Désiré, cysts

## Table des matières

Remerciements

Dédicace

Résumés

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre1: Partie bibliographique de la pomme de Terre.....</b>	<b>3</b>
I.1    Systématique et origine.....	4
I.2    Importance économique et production.....	4
I.2.1    Dans le monde.....	4
I.2.2    En Algérie.....	5
I.3    Morphologie.....	8
I.3.1    Partie souterraine .....	8
I.3.2    Partie aérienne.....	9
I.4    Cycle végétatif.....	10
I.4.1    Phase de germination.....	10
I.4.2    Phase de croissance.....	10
I.4.3    Phase de tubérisation.....	10
I.4.4    Phase de sénescence.....	11
I.5    Les principales variétés de pomme de Terre en Algérie.....	11
I.6    Exigences de culture de pomme de Terre.....	11
I.6.1    Climatiques.....	11
I.6.2    Edaphiques.....	12
I.7    Les ravageurs de la pomme de Terre.....	12
I.8    Chapitre 2 : Généralités sur les nématodes à kystes.....	16
<b>II.</b>	
II.1    Systématique des nématodes : (Skarbilovich ,1959) :.....	17
II.1.1    Répartition géographique.....	18
II.1.2    Dans le monde.....	18
II.1.3    En Algérie.....	19



II.2	Description morphologique.....	19
II.2.1	Morphologie des nématodes à kystes.....	20
II.3	Cycle biologique des nématodes à kystes de la pomme de Terre.....	21
II.4	Les plants hôtes.....	23
II.5	Moyens de déplacement et de dispersion.....	23
II.6	Les Facteurs influençant la densité des populations de nématodes.....	24
II.6.1	Facteurs abiotique.....	24
II.6.2	Facteurs édaphiques.....	24
II.6.3	Facteurs biotique : Ce sont des facteurs liés à la plante.....	25
II.7	Les symptômes des nématodes à kystes.....	25
II.8	Les dégâts.....	26
II.9	La lutte contre les nématodes de la pomme de Terre.....	26
<b>Chapitre 03: Matériel et méthodes.....</b>		<b>29</b>
<b>III.</b>	.....	<b>30</b>
III.1	Objectif de l'étude.....	30
III.2	Matériel.....	30
III.2.1	Matériel végétal.....	30
III.2.2	Méthode.....	33
<b>Chapitre 04 : Résultats et discussion.....</b>		<b>36</b>
IV.1	Résultats.....	37
IV.2	Discussion.....	37
<b>Conclusion .....</b>		<b>39</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>		<b>41</b>
<b>Annexes</b>		

### **Liste des tableaux**

Tableau n°1: Principaux producteurs pomme de Terre dans le monde 2017	6
Tableau n°2: La description de la variété Désiré	33
Tableau n°3 : La description de la variété Spunta	34

## Liste des figures

Figure 1: Evolution de la production de pomme de Terre en Algérie (2000-2017) (MADRP-DRDPA)	7
Figure 2 : Evolution des rendements de la pomme de Terre en Algérie (2000-2018) (MADRP-DRDPA, 2017)	8
Figure 3 : Les principaux bassins de production en Algérie(en %) (MADRP- DRDPA, 2017)	8
Figure 4 : Caractéristiques morphologique et cycle végétatif de la pomme de Terre	9
Figure 5 : Kystes de nématodes dorés ( <i>G.rostochiensis</i> ) (mindenpictures, 2019)	16
Figure 6 : Kystes de nématodes à kystes pâle ( <i>G.pallida</i> ) (FLICKR, 2019)	16
Figure 7 : Répartition géographique des <i>Globodera</i> dans le monde (CABO/EPPO 2018).	20
Figure 8 : Description morphologique de Globodera (A) kyste de Globodera sp. (B) kyste ouvert de Globodera sp (LNPV, 2013).	21
Figure 9 : Femelle de <i>Globodera pallida</i> (A) et <i>G.rostochiensis</i> (B) sur les racines de pomme de Terre (HOCKLAND, 2002).	22
Figure 10 : Structure d'un nématode femelle (ALTUN et HALL in BLANCHARD, 2006)	22
Figure 11 : Adulte male d'un nématode à kyste de la pomme de Terre (ITCMI, 2006)	22
Figure 12 : Kystes de femelle ( <i>G.pallida</i> ) (www.julius-kuehn.de,2019)	23
Figure 13: Œuf et larve J1( <i>G.pallida</i> ) (idahopcn.wordpress.com, 2019)	24
Figure 14 : Larves J2 ( <i>G.pallida</i> ) 250x (www.julius-kuehn.de,2019)	24
Figure 15: Cycle de développement des nématodes à kystes de pomme de Terre	24
Figure 16 : Faible croissance des plantes de pomme de Terre due à l'attaque du nématode à kyste <i>G.pallida</i>	28
Figure 17: Bouteilles en plastique perforées par le bas (photographie originale 2020)	34
Figure 18 : Sable et Sol stérilisés (photographie originale 2020)	34
Figure 19 : Terreau stérilisé dans 120°C (photographie originale 2020)	35
Figure 20 : Mélange 1/3 Sol, 1/3 Sable et 1/3 Terreau (photographie originale, 2020)	37
Figure 21 : Acide Gibbérellique (photographie originale 2020)	37
Figure 22 : Dépôt de nématode à kyste et la pomme de Terre dans le mélange (photographie originale)	38
Figure 23 : Réalisation de la 1ère partie de l'expérience (photographie originale 2020)	38
Figure 24 : Levé de pomme de Terre après 20 jours de plantation (photographie originale)	40

## Liste des abréviations

- ❖ CEE : Communauté économique européenne
- ❖ DSA : Direction des Services Agricoles
- ❖ EPPO : The European and Mediterranean Plant Protection Organization
- ❖ FAO : Food and Agriculture Organization
- ❖ *G.* : *Globodera*
- ❖ INPV : Institut National de la Protection des Végétaux
- ❖ INRA : Institut national de la recherche agronomique
- ❖ ITCMI : institut technique des cultures maraichères Et industrielles
- ❖ J : juvénile
- ❖ Kg : Kilogramme.
- ❖ MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
- ❖ mm : Millimètre
- ❖ ONS : Office National des Statistiques
- ❖ ONU : Organisation des Nations Unies
- ❖ PLRV : Potato Leaf Roll Virus ou virus de l'enroulement de la pomme de Terre

# Introduction



## Introduction

La pomme de Terre *Solanum tuberosum* L. est une Solanacée d'origine d'Amérique latine (Pérou, Bolivie, Equateur et centre Mexique). Suite à sa grande consommation, elle est classée en quatrième position des cultures vivrières du monde après le blé, le riz et le maïs (FAOSTAT, 2015). Ces dernières années, la production n'a cessé d'augmenter, passant de 25 millions de tonnes en 1980 au chiffre record de 368,1 millions de tonnes en 2013 (FAOSTAT, 2015). En Algérie, cette culture occupe une place prépondérante dans l'alimentation humaine et constitue une culture stratégique dans le secteur de l'agro-alimentaire. En 2017, la superficie réservée à la pomme de Terre a été de 148692 ha produisant 4.6 millions de tonnes (FAOSTAT, 2019).

La culture de la pomme de Terre est sujette à de nombreux pathogènes et ravageurs, notamment des insectes, des acariens, des champignons, des bactéries, des virus et des nématodes. Ces derniers sont représentés essentiellement par le genre *Globodera*, appelé communément nématode doré de la pomme de Terre. Les deux espèces : *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida* sont inscrites dans la quasi-totalité des pays du monde sur la liste des parasites de quarantaine dont la lutte est obligatoire (I.N.P.V, 2011). BROWN et al. (1985) estiment à 22 tonnes par hectare les pertes de rendement maximales dues aux nématodes à kystes sur les cultures de pomme de Terre.

En effet, les coûts engendrés par les infestations dues à ce nématode sont imputables à des diminutions des rendements et à l'interdiction d'exporter la pomme de Terre du fait de leur statut d'organisme de quarantaine (liste : A2 n°125) (OEPP /EOPP, 1981).

Ainsi, dans les zones tempérées, l'estimation des pertes dans les cultures de pomme de Terre due au genre *Globodera* sont de l'ordre de 83% (Cunha et al., 2004).

Au Chili, Greco et Moreno (1992) rapportent des pertes de rendement allant jusqu'à 70% des récoltes de pomme de Terre.

En Bulgarie, le nématode à kyste *Globodera rostochiensis* est considéré comme un bioagresseur redoutable sur pomme de Terre et peut causer des pertes de rendements pouvant atteindre 80% (Trifonova, 2000).

En France, Chauvin et al. (2008) rapportent une baisse de production de pomme de Terre de l'ordre de 50%.

En Australie, l'infestation par *Globodera* ssp. peut réduire la production de la pomme de Terre jusqu'à 80% (SINGH et al., 2013).

Enfin, en Tunisie, les pertes causées par ce genre sur la production de la pomme de Terre sont de l'ordre de 5 à 60% (Bchir et Namouchi-kachouri, 1992).



Dans le but de La sélection variétale de pomme de Terre résistant à *Globodera* sp, parasites de quarantaine, consiste à rechercher des gènes de résistance et à les transférer dans du matériel tétraploïde d'intérêt agronomique.

En Algérie, les travaux relatifs à ce nématode se sont limités à détecter sa présence dans plusieurs zones de pomme de Terre (KACEM, 1992 ; BELHADJ- BENYAHIA, 2007). De ce fait, des études complémentaires sont nécessaires afin de permettre de diminuer l'incidence due à ce nématode. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude dont l'objectif est de compléter sa distribution dans d'autres zones de pomme de Terre, d'identifier les espèces de *Globodera* indispensable à leur gestion et enfin une contribution à une lutte intégrée contre ce bio agresseur a été abordée. Les résultats de cette étude seront présentés après une analyse bibliographique sur les *Globodera* et la plante hôte.

Notre objectif de cette expérience est de tester le comportement de deux variétés de pomme de Terre soumises à une infestation de deux inocula croissants de kystes pleins de *Globodera* sp. Appartenant à deux populations différentes: Spunta et Batura et d'évaluer l'influence de ces variétés sur la multiplication de ce parasite.

Notre travail contient 3 chapitres:

- Dans le premier, nous présenterons quelques données bibliographiques sur la culture de pomme de Terre,
- Dans le deuxième, nous présenterons quelques données bibliographiques sur les nématodes à kyste *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*,
- Le troisième chapitre, nous présenterons le matériel et les méthodes utilisés pour la réalisation de cette étude.

# Chapitre 1: Partie bibliographique de la pomme de Terre

## **I. Généralités sur la pomme de Terre**

### **I.1 Systématique et origine**

La pomme de Terre (*Solanum tuberosum* L.) appartient à la famille des Solanacées, genre *Solanum* (QUEZEL et SANTA, 1963), comprend 1000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses (HAWKES, 1990. DORE et al. 2006); originaire du Sud d'Amérique, plus précisément des hauts plateaux de la Cordillère des Andes.

La pomme de Terre existe depuis plus de 6 000 ans avant notre ère. En Algérie, la pomme de Terre a probablement, été introduite une première fois au XVI<sup>ème</sup> siècle par les Maures andalous qui ont propagés les autres cultures dans la région : tomate, poivron, maïs, tabac (MEZIANE, 1991).

### **I.2 Importance économique et production**

#### **I.2.1 Dans le monde**

Le secteur de la pomme de Terre est en pleine évolution ainsi jusqu'au début des années 90, la pomme de Terre est le produit le plus consommé dans le monde après le blé, le riz et le Maïs. Elle joue un rôle important dans l'économie de nombreux pays et peut présenter une solution aux problèmes de déficit alimentaire mondial (FAO, 2019).

Durant l'année 2017, la production mondiale est de 388 millions de tonnes sur une superficie de 193 millions d'hectares. L'Asie est le plus grand producteur de pomme de Terre représentant plus de 48.1% de la production mondiale, l'Europe occupe une seconde place avec 32,9%, puis l'Amérique avec 11.6%. La production de l'Afrique reste la plus faible (6,8%) (FAO Stat, 2019). La Chine avec 816 millions de tonnes est devenue le plus grand producteur de la pomme de Terre devant l'Inde avec 386 millions de tonnes, elle est suivie de la Russie et l'Ukraine. Ces pays représentent 40% du marché mondial (FAO Stat, 2019).

Dans le tableau n°1 sont regroupées des données sur la production de la pomme de Terre par les principaux producteurs :

**Tableau n°1: Principaux producteurs pomme de Terre dans le monde (en 2017)**

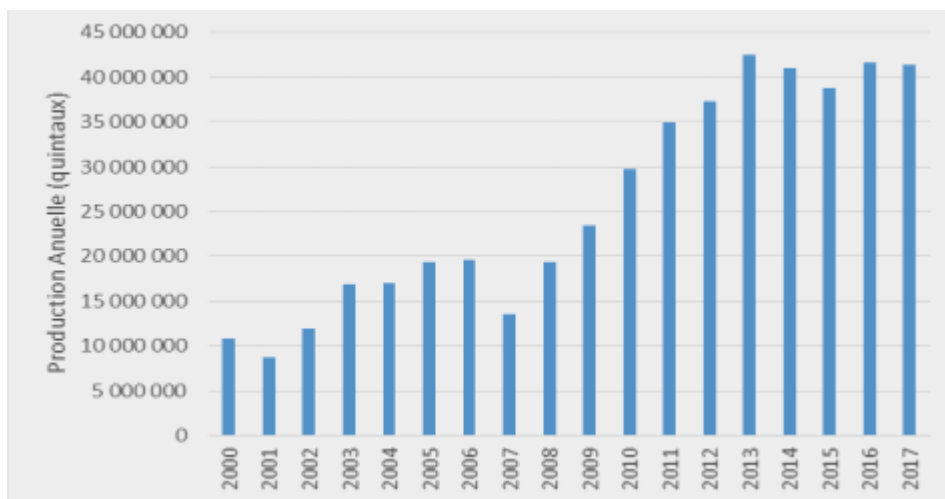
<b>Pays</b>	<b>Production en tonnes</b>
Chine continentale	816930496
Inde	386560200
Fédération de Russie	270532546
Ukraine	196619030
Etats-Unis d'Amérique	178393465
Allemagne	98468290
Bengladesh	76227200
Pologne	75942182
France	63896471
Pays bas	62378629

(FAO Stat, 2019)

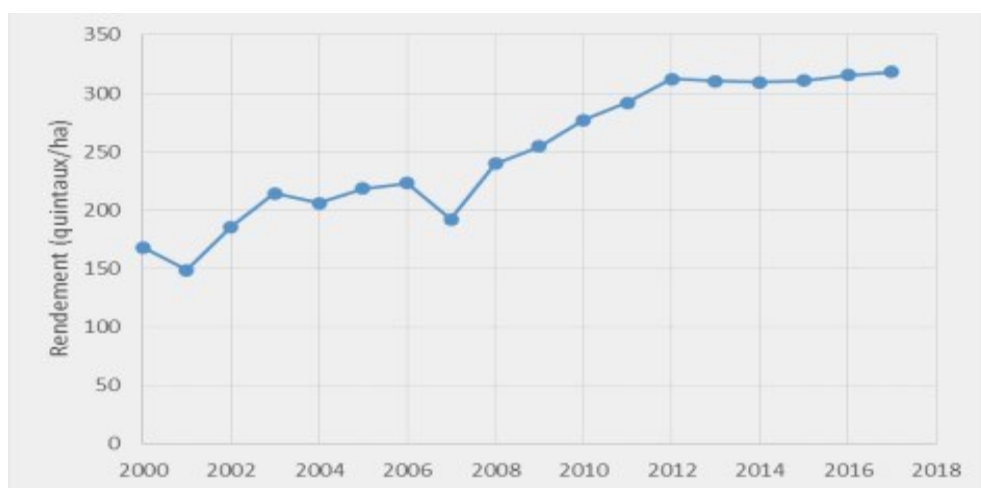
### **I.2.2 En Algérie**

La filière pomme de Terre est considérée comme stratégique. Au fil des années, elle a acquis un poids économique et social important. Perçue comme le plat du pauvre en Algérie, la disponibilité par tête de pomme de Terre a quadruplé entre 1970 et 2011. Selon diverses sources, la consommation de pomme de Terre qui était évaluée à 21,7 kg en 1966-67 (FAO), a augmenté aux alentours de 34 kg/habitant/an en 1979-80 (enquête ONS), et se situerait à 113 kg/habitant/an en 2015, faisant ainsi de ce produit agricole un élément structurant de la ration alimentaire de l'algérien (BESSAOUD et LEFKI, 2018). Selon BESSAOUD, et LEFKI 2018 la production a quadruplé entre les années 2000 et 2017 passant approximativement de 10 millions de quintaux à plus de 40 millions de quintaux est le résultat de deux facteurs (figures 1, 2 et 3):

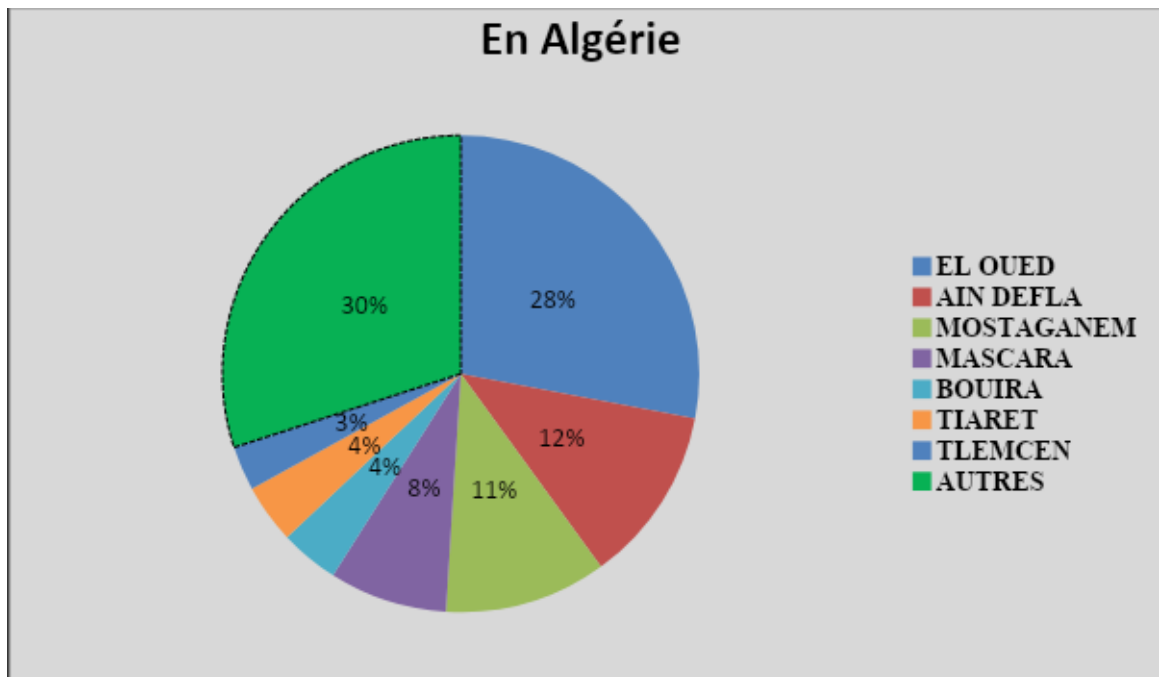
- Le doublement de la superficie consacrée à la pomme de Terre qui passe de 64 694 ha à 129 821 ha.
- Le doublement du rendement passant d'approximativement 160 quintaux/ha à plus de 320 quintaux/ha.



**Figure 1: Evolution de la production de pomme de Terre en Algérie (2000-2017) (MADRP- DRDPA)**



**Figure 2 : Evolution des rendements de la pomme de Terre en Algérie (2000-2018) (MADRP- DRDPA, 2017)**



**Figure 3 : Les principaux bassins de production en Algérie(en %) (MADRP- DRDPA, 2017)**

### **I.3 Morphologie**

Les différentes espèces et variétés de pomme de Terre ont des caractéristiques botaniques différentes. C'est pour cela qu'il est important de bien connaître les différentes parties de la plante qui sont présentées dans la figure 4 (Anonyme, 1999).

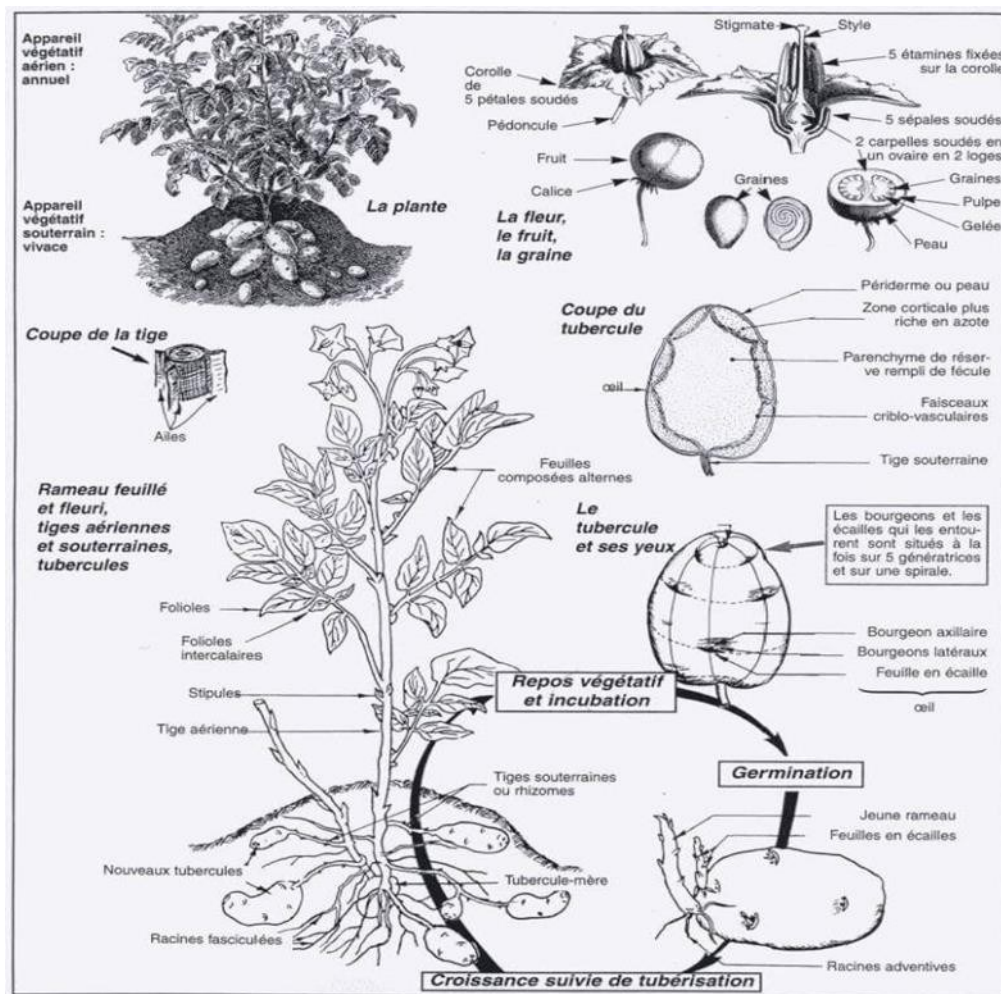


Figure 4 : Caractéristiques morphologique et cycle végétatif de la pomme de Terre (Soltner, 1999)

### I.3.1 Partie souterraine

#### ➤ Racines

De nombreuses racines adventives, fasciculées, qui naissent au niveau des nœuds enterrés des tiges feuillées, au niveau des nœuds des stolons et directement sur les tubercules au niveau des yeux (Rousselle et *al.*, 1996).

#### ➤ Stolons

Ce sont des tiges souterraines, diagéotropes mais qui ont parfois tendance à s'enfoncer dans le sol, en forme de crochet au sommet, avec des entre-nœuds long et des feuilles réduites à des écailles, réparties en spirale le long des stolons comme les feuilles des tiges aériennes. Les stolons peuvent se ramifier et les tubercules se forment dans leur région subapicale. (Rousselle et *al.* 1996).



### ➤ **Tubercules**

Ils représentent environ 75 à 85 % de la matière sèche totale de la plante (ROUSSELLE et *al.*, 1996).

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

En coupe longitudinale d'un tubercule mature, on distingue de l'extérieur vers l'intérieur: le périderme, le cortex ou parenchyme cortical, l'anneau vasculaire composé de phloème externe, de xylème et de parenchyme vasculaire. On peut également remarquer la zone périmédullaire ou parenchyme périmédullaire contenant le phloème interne et enfin, la moelle ou parenchyme médullaire.

Les différents parenchymes (cortical, périvasculaire, périmédullaire, médullaire) contiennent de grandes quantités de grains d'amidon qui diffèrent par leur taille (diamètre de 7 à 32 µm) et leur forme (ovoïde, sphérique) (ROUSSELLE et *al.*, 1996).

## **I.3.2 Partie aérienne**

### ➤ **Tige**

Les tiges aériennes, au nombre de 2 à 10, ont un port plus ou moins dressé et une section irrégulière (SOLTNER, 1990).

### ➤ **Feuilles**

Elles sont alternées de types composés constituées d'importants nombres de folioles, emportés sur un pétiole terminé par une foliole unique (NEGGAZ, 1991).

La nervation des feuilles est de type réticulé avec une plus grande densité de nervures vers le bord du limbe (ROUSSELLE et *al.*, 1996)

### ➤ **Fleurs**

Les fleurs de la pomme de Terre sont disposées sur une inflorescence en cyme bipare, portée par un pédoncule plus ou moins long, fixé généralement au sommet de la tige. La fleur est construite par 5 sépales, 5 pétales, 5 étamines ; les fleurs ont des couleurs différentes blanches, bleutées, violacées et rouge-violacées la coloration des fleurs est en fonction des variétés (GRISON, 1983). Les fleurs sont autogames: ne contiennent pas de nectar, elles sont donc peu visitées par les insectes et la fécondation croisée est presque inexistante dans la nature (ROUSSELLE et *al.*, 1992).

## ➤ **Fruits**

Les fruits sont des baies de la taille d'une cerise, plus ou moins grosses, charnues, lisses, largement aplaties et sillonnées de deux cotés, celles-ci contiennent un grand nombre de petites graines, lenticulaires, blanches attachées à un placenta hémisphérique et enveloppées d'une substance pulpeuse (BRUTON, 1989)

### **I.4 Cycle végétatif**

La pomme de Terre peut être multipliée par graines, par boutures ou par tubercules. Le semis (avec graines) ne se pratique que dans le but d'obtenir de nouvelles variétés, Selon Soltner (1988), la durée de cycle végétatif de la pomme de Terre est très variable. A titre indicatif, elle est de 90-150 jours, elle dépend de l'état physiologique des tubercules qui sont plantés, de l'ensemble des facteurs agro climatiques et des variétés utilisées. Le cycle végétatif de la pomme de Terre se résume en quatre phases comme se présente dans la figure 6 (PERENNEC et MADEC, 1980)

#### **I.4.1 Phase de germination**

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

- *Phase de croissance lente* : Un seul germe qui pousse au sommet du tubercule, les autres germes sont inhibés, c'est la dormance apicale.
- *Phase de croissance active* : Le germe apical pousse rapidement et les germes latéraux se développent également.
- *Phase de croissance ralentie* : Ralentissement de la croissance et une tendance à la ramification.

#### **I.4.2 Phase de croissance**

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

#### **I.4.3 Phase de tubérisation**

La formation de tubercules, commence pendant la septième et la huitième semaine après la plantation (HARCHOUCHE, 1999).

Ce phénomène commence d'abord par un arrêt d'élongation des stolons après une période de croissance. La tubérisation est réalisée dès que le diamètre des ébauches est le double de celui des stolons qui les portent. Outre les processus de multiplication cellulaire, le grossissement des

ébauches de tubercules s'effectue par accumulation dans les tissus des substances de réserve synthétisées par le feuillage. Ce grossissement ralentit puis s'arrête au cours de la sénescence du feuillage (BERNHARDS, 1998).

#### **I.4.4 Phase de sénescence**

Après la récolte, la plupart des variétés de pommes de Terre traversent une période où le tubercule ne germe pas, quelles que soient les conditions de température, d'éclairage et d'humidité. Il s'agit de la période de dormance, et sa durée dépend beaucoup de la variété et des conditions d'entreposage, et surtout de la température. Pour hâter la germination, on peut traiter chimiquement les tubercules de semence ou les exposer alternativement à des températures élevées et basses (CHAUMETON et *al.*, 2006)

### **I.5 Les principales variétés de pomme de Terre en Algérie**

En 2013, le catalogue officiel algérien des variétés de pomme de Terre contient 152 variétés qui sont autorisées à la production et à la commercialisation en Algérie dont 22 destinées à la transformation.

Dans la variété à peau blanche on trouve La Spunta qui est la plus dominante de 40 à 45% et *Fabula* de 10% au centre et l'Est du pays ; La variété à peau rouge est représentée par Désirée de 15 à 20%, Kondor à 15%, et les autres variétés occupent le reste du catalogue. (Fiche produit pomme de Terre algérienne, 2013)

Les variétés sont déterminées par :

- La forme du tubercule
- La couleur de la peau et de la chair
- La durée de conservation
- La date de mise sur le marché
- La durée de culture

### **I.6 Exigences de culture de pomme de Terre**

La pomme de Terre est une plante rustique susceptible de se développer dans des régions variées et dans des milieux différents mais elle montre des préférences à certaines conditions écologiques assez précises (LAUMONIER, 1979)

#### **I.6.1 Climatiques**

La température influence beaucoup le type de croissance. Les hautes températures stimulent la croissance des tiges; par contre, les basses températures favorisent davantage la croissance du

tubercule (ROUSSELLE et *al.*, 1996). La pomme de Terre est très sensible au gel. Le zéro de végétation est compris entre 6 et 8°C. Les températures optimales de croissance des tubercules se situent aux alentours de 18°C le jour et 12°C la nuit. Une température du sol supérieure à 25°C est défavorable à la tubérisation.

La croissance végétative de la pomme de Terre est favorisée par la longueur élevée de lumière du jour (14 à 18h). Une photopériode inférieure à 12 h favorise la tubérisation. L'effet du jour long peut être atténué par les basses températures.

### **I.6.2 Edaphiques**

Les Terres silico-argileuses, humifères, meubles, aérées et fraîches semblent les plus appréciées à la pomme de Terre (SOLTNER, 1999).

MOULE (1972) rapporte que la pomme de Terre supporte des pH assez bas de 5,5 à 6. CHAUMETON et *al.* (2006) rajoutent que dans les sols légèrement acides (pH de 5,5 à 6), la pomme de Terre peut donner de bons rendements.

D'après 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.

## **I.7 Les ravageurs de la pomme de Terre**

Comme toutes les cultures, la pomme de Terre est soumise à l'attaque de plusieurs maladies et ravageurs occasionnant parfois des dégâts importants.

Les principales maladies et ravageurs de la pomme de Terre rencontrés en Algérie sont catalogués comme suit :

### **- Mildiou (feuillage) (*Phytophthora infestans*)**

Généralement, les lésions sur les feuilles apparaissent d'abord sous la forme irrégulière de tâches sombres qui s'élargissent à mesure que de nouvelles lésions se développent. Sur la surface supérieure, un halo vert plus clair entoure souvent la zone nécrotique et, sur la surface inférieure, une sporulation sous forme d'anneau blanc laiteux se développe autour des lésions s'il fait humide. (CEE-ONU, 2014).

### **- Alternariose (*Alternaria spp*)**

Provoque sur les feuilles des lésions qui ressemblent souvent à des tâches ayant la forme d'anneaux concentriques ressemblant à une cible. Ces tâches apparaissent habituellement dans un premier temps, sur les feuilles du bas, sous la forme de toutes petites tâches noires ou brunes qui s'agglomèrent par la suite (CEE-ONU, 2014).

### **-Chancre de la tige (*Rhizoctonia solani*)**

Des lésions brunes légèrement déprimées et aux bords anguleux se développent sur la base des tiges. Un collet de moisissure blanc poudreux, superficiel, apparaît sur les tiges justes au-dessus du niveau du sol. La croissance fongique entraîne un dessèchement et une fragilité du tissu. (CEE-ONU, 2014).

### **- Fusariose (la pourriture sèche: *Fusarium* spp)**

Il existe plusieurs espèces différentes de *Fusarium*, provoquant des symptômes légèrement différents : de façon générale, les pourritures sèches se développent autour d'une blessure entraînant une déshydratation du tubercule. En culture, la plantation de tubercules atteints de pourriture sèche peut produire des plantes chétives ou se solder par des manques à la levée (CEE-ONU, 2014).

### **- Verticilliose (*Verticillium* spp)**

Les plantes flétrissent surtout par des journées chaudes et ensoleillées. Les symptômes de flétrissement peuvent souvent apparaître d'un seul côté d'une feuille composée, voire d'une foliole, du fait du blocage du tissu vasculaire. Les feuilles prennent une couleur jaune ou vert pâle et les plantes atteintes se rabougrissent. Une teinte brune apparaît sur l'anneau vasculaire de la tige lorsqu'une coupe en diagonale oblique est faite de la tige. (CEE-ONU, 2014).

## **✓ Maladies bactériennes**

### **- Gale commune et gale plate (*Streptomyces* spp)**

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.

### **-Jambe noire (*Pectobacterium* spp)**

Les plantes sont rabougries et ont une apparence « dure ». Les feuilles sont rigides et érigées, s'enroulant souvent vers l'intérieur au sommet. Une pourriture visqueuse noire apparaît généralement à la base de la tige lorsque la maladie progresse. Les tiges atteintes sont facilement arrachées. (CEE-ONU, 2014).

## **✓ Maladies virales**

### **-Virus de l'enroulement de la pomme de Terre (PLRV, acronyme de Potato Leaf Roll Virus)**

Contaminations primaires : Enroulement de la base des feuilles supérieures, les plus jeunes, avec, parfois, une altération de la couleur, qui vire au pourpre ; ces symptômes n'apparaissent que si l'infection survient à un stade précoce de la croissance de la plante ou dans des climats chauds.

Contaminations secondaires (à partir de tubercules infectés) : Les feuilles s'enroulent vers l'intérieur et deviennent sèches et friables, prenant parfois une couleur brune. L'enroulement démarre au niveau des feuilles inférieures et remonte le long de la plante. (CEE-ONU, 2014)

#### **-Virus du Rattle du tabac (Tobacco rattle virus, TRV)**

Marbrures et déformation des feuilles et atrophie de certaines ou de la totalité des tiges. Les symptômes sur les feuilles apparaissent sous la forme d'un pincement caractéristique vers l'extrémité de la foliole, avec des bords de couleur rouge-mauve ou jaune. (CEE-ONU, 2014).

### **✓ Insectes et ravageurs**

#### **- Teigne de la pomme de Terre (*Phthorimaea operculella*)**

Les larves de la teigne de la pomme de Terre se nourrissent sur des plantes en croissance et sur des tubercules de pomme de Terre. Les larves se faufilent à l'intérieur des feuilles et mangent le tissu intérieur, surtout celui des nervures principales.

Au moment de la récolte, les tubercules atteints peuvent montrer peu de signes visibles d'infestation alors qu'ils abritent des œufs ou de jeunes larves. Comme les larves se nourrissent sur les tubercules, les dégâts deviennent importants, prenant la forme de galeries creusées juste sous la peau ou dans la chair du tubercule. (CEE-ONU, 2014).

#### **-Nématode à kystes de la pomme de Terre (*Globodera* spp) :**

Le genre *Globodera* possède une gamme de plantes hôtes très réduites (Mugneiry, 1975).

Les deux espèces de *Globodera*, *G. rostochiensis* et *G. pallida* (figures 5 et 6) peuvent être détectés 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.

Dans les cultures, l'infestation se caractérise par des foyers de plantes plus frêles ou rabougries qui ont tendance à flétrir, ou de plantes dont le feuillage est de couleur plus sombre ou d'une couleur terne.

L'attaque de la plante par le nématode provoque 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)





Figure 5 : Kystes de nématodes dorés (*G.rostochiensis*) (mindenpictures, 2019)



Figure 6: Kystes de nématodes à kystes pâle (*G. pallida*) (FLICKR, 2019)



## Chapitre 2: Généralités sur les nématodes à kystes

## Chapitre 2. Généralités sur les nématodes à kystes

Sont de petits vers microscopiques qui vivent aux dépens des plantes, ils peuvent être séparés en deux groupes, les nématodes des parties aériennes – ceux qui s'alimentent sur les parties aériennes des plantes – et les nématodes des parties racinaires – ceux qui s'alimentent sur les racines et tubercules souterrains. Ils peuvent également être regroupés selon leur comportement alimentaire et leur mobilité en trois groupes principaux :

- Endoparasites migrants : des nématodes mobiles qui s'alimentent à l'intérieur des tissus racinaires des plantes.
- Endoparasites sédentaires : des nématodes qui, arrivés sur un site nourricier, cessent d'être mobiles et s'alimentent sur ce site nourricier.
- Ectoparasites : des nématodes qui s'alimentent à la surface des tissus racinaires des plantes.

Les deux espèces de nématodes à kystes de la pomme de Terre sont des parasites obligatoires de certains membres de la famille des solanacées, dont la pomme de Terre (*Solanum* spp.) est l'hôte principal, suivie de la tomate (*Lycopersicon esculentum*) et de l'aubergine (*S. melongena*). Au total, 90 espèces du genre *Solanum* sont reconnues comme étant des hôtes de ces ravageurs. (ACIA, 2012).

Classé organisme de quarantaine dans la liste A2 en Algérie, ce nématode bénéficie donc d'un contrôle et la certification est obligatoire. En effet, les semences et les plants de pomme de Terre sont soumis à une réglementation établie depuis 1990 par la création des centres de contrôle et de certification, depuis un arrêté a été mise au point par les pouvoirs publics dont l'objectif principal est de garantir la qualité des semences pour les agriculteurs.

### 2.1. Systématique des nématodes

La systématique des nématodes est comme suit (Skarbilovich , 1959):

Phylum : Nematoda

Classe : Secernentea

Ordre : Tylenchida

Sous ordre : Tylenchina

Super famille : Tylenchoidea

Famille : Heteroderidae

Sous famille : Heteroderidae

Genre : *Globodera*

## 2.2 Répartition géographique

### 2.2.1. Dans le monde

Au niveau international, le nématode doré est le plus fréquemment retrouvé (EVANS et STONE, 1977) et est recensé dans plus de 75 pays (YU et *al.*, 2010). Cependant, l'utilisation à grande échelle de cultivars résistants au nématode doré à certains endroits a mené à la prédominance du nématode à kyste pâle (MINNIS et *al.*, 2002; TURNER et *al.*, 2009). Sa présence a été signalée en Europe en 1880, puis en Angleterre en 1917, en Irlande et Suède en 1922. En Amérique du Nord, ce nématode a été signalé en 1941 à New York. (CANNON, 1941) et depuis 1965 dans la péninsule de Saanich de l'île (ORCHARD, 1965). Récemment, *G. rostochiensis* a été signalé dans un champ de pommes de Terre à Saint-Amable au Québec (Canada) (YU et *al.*, 2010 ; MAHRAN et *al.*, 2010). (figure 07)

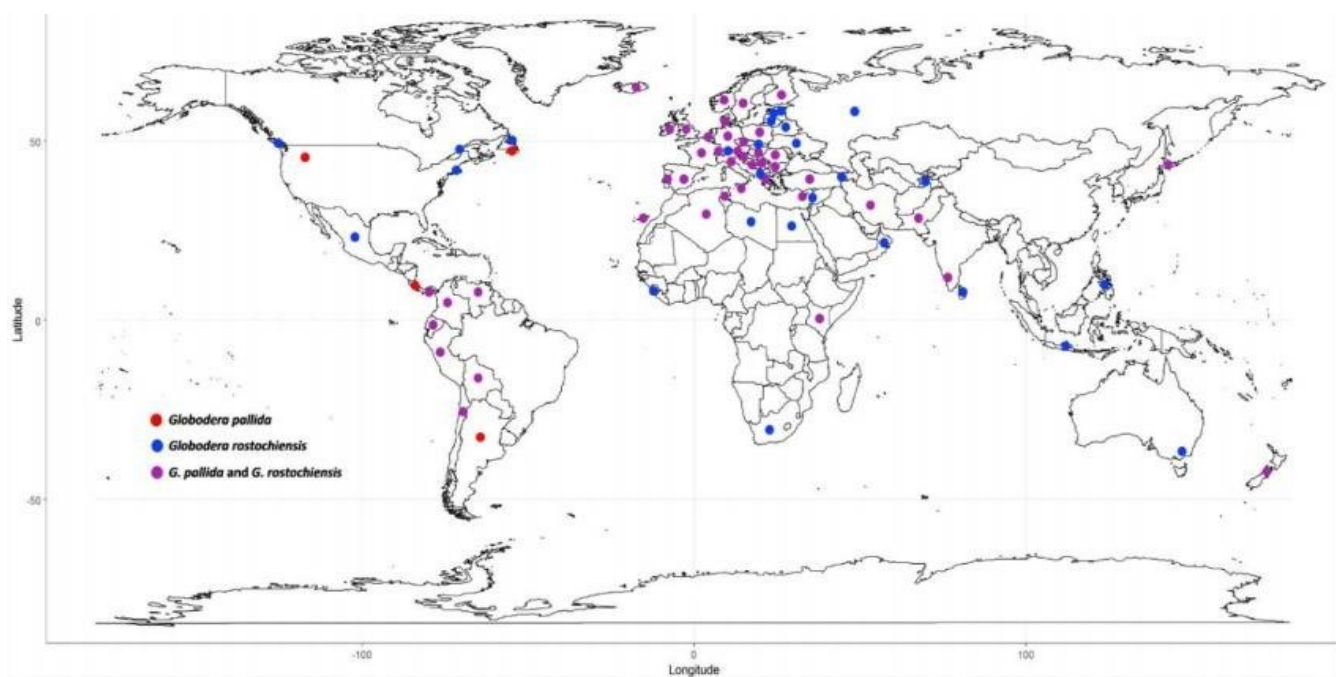


Figure 7 : Répartition géographique des *Globodera* dans le monde (CABO/EPPO 2018).

### 2.2.2. En Algérie

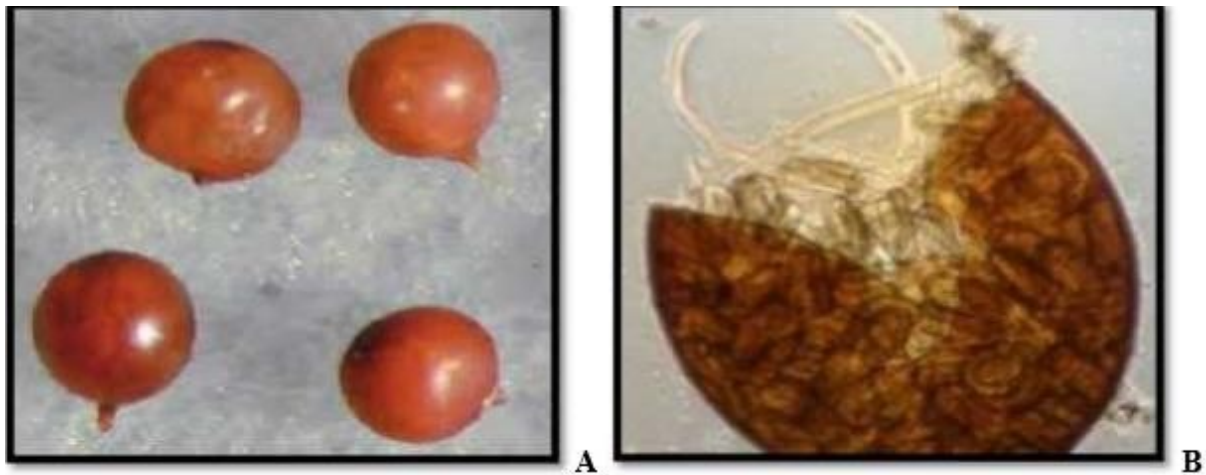
Ce nématode a été découvert pour la première fois en 1953 suite à l'introduction des semences de pomme de Terre d'origine britannique à la fin de la Deuxième Guerre mondiale.

Une année après, il a été signalé dans le littoral algérois. En 1961, les surfaces contaminées se sont étendues très rapidement touchant 33 communes aux environs d'Alger. Après, il a été disséminé dans plusieurs wilayas du pays dont les plus importantes sont Ain Defla, Tipaza, Chlef, Mascara et Sétif (INPV, 2009 in DJEBROUNE, 2013). Selon la direction des services agricoles d'El Oued, *Globodera* ssp a été signalée dans quelques parcelles de pomme de Terre en 2010 (DSA, 2019).

### 2.3. Description morphologique

Les nématodes sont des organismes vermiformes à symétrie bilatérale recouverts d'une cuticule continue et souple mais très résistante. Ils sont ainsi contraints à croître de façon discontinue en passant par quatre mues larvaires avant d'atteindre la forme adulte. Les nématodes sont enveloppés d'une cuticule externe Renfermant deux tubes internes superposés, le tube digestif et le tractus génital (CAYROL, 1975). Les nématodes phytoparasites se caractérisent par la présence dans la cavité buccale d'un stylet perforant.

C'est cet organe en forme d'aiguille creuse que l'animal enfonce dans les tissus du végétal pour absorber le contenu prédigéré des cellules. Il est suivi d'un canal œsophagien comprenant une partie musculaire, un bulbe médian et une partie glandulaire (Fig. 8). Les nématodes *Globodera rostochiensis* et *G. pallida* sont caractérisés par un dimorphisme sexuel des adultes. Les mâles sont filiformes, mobiles et atteignent 1 mm de long. Les femelles se transforment après fécondation en sacs sphériques, résistants, de couleur brune rouge appelés kystes de 0,3 à 0,9 mm de diamètre (Fig. 08 A). Ces kystes sont remplis d'œufs ou de larves du deuxième stade (200 à 1000) (Fig. 08 B), (INPV, 2009). Ces dernières sont de 0,44 à 0,47 mm de long (TAUPIN, 2012).



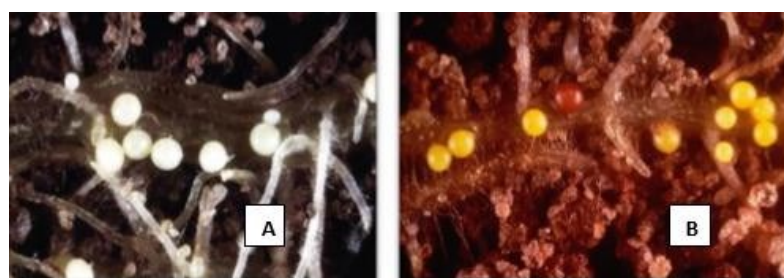
**Figure 8 : Description morphologique de *Globodera* (A) kyste de *Globodera* sp. (B) kyste ouvert de *Globodera* sp (LNPV, 2013).**

### **2.3.1. Morphologie des nématodes à kystes *Globodera***

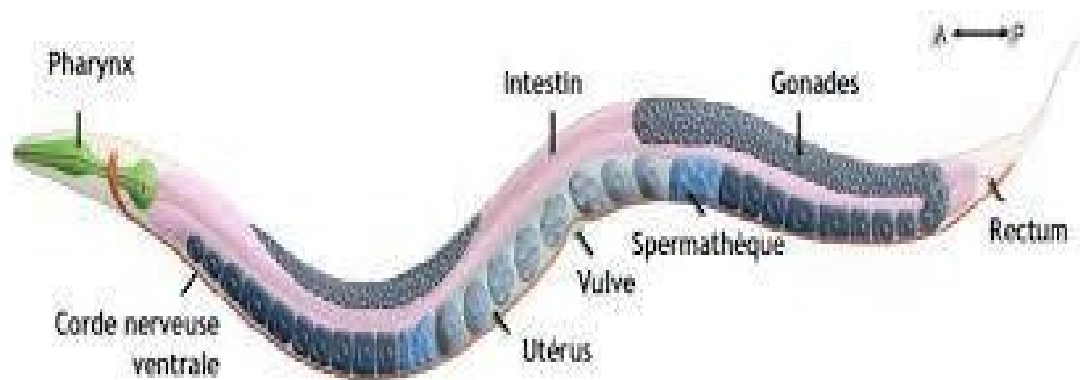
Les nématodes *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida* sont des endoparasites sédentaires des Racines, caractérisés par un dimorphisme sexuel des adultes (SCHNEIDER et MUGNIERY, 1971).

#### **➤ 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 450 µm, 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 « Nématodes blanc de la pomme de Terre » pour *Globodera pallida*, « Nématodes doré de pomme de Terre » pour *Globodera rostochiensis* (FRANCO, 1989) (figures 9 et 10).



**Figure 9 : Femelle de *Globodera pallida* (A) et *G.rostochiensis* (B) sur les racines de pomme de Terre (HOCKLAND, 2002).**



**Figure 10 : Structure d'un nématode femelle (ALTUN et HALL in BLANCHARD, 2006)**

➤ **Mâles**

Les mâles (Fig. 11) sont filiformes, mobiles et ils ont 1200 µm de longueur environ et à proximité de la queue, courte et émoussée, s'observent les organes copulateurs (OEPP, SD)



**Figure 11 : Adulte male d'un nématode à kyste de la pomme de Terre (ITCMI, 2006)**

**2.4. Cycle biologique des nématodes à kystes de la pomme de Terre**

Les nématodes à kystes sont des endoparasites sédentaires, Ils passent par des stades juvéniles et un stade adulte. La première mue a lieu dans l'œuf (figure 12). Le cycle de développement des nématodes à kystes est illustré sur la (figure 13). Les juvéniles de deuxième stade (J2) (figure 14) pénètrent par la zone d'élongation racinaire et progressent ensuite directement vers le cylindre central, détruisant les cellules corticales situées sur leur passage grâce à leur stylet et leurs sécrétions glandulaires. Arrivés à proximité de l'endoderme, ils testent, avec leur stylet, les cellules qui les entourent avant de choisir celle qui servira de point de départ à l'induction du site nourricier (Rice *et al.*, 1985).

Une sécrétion fluide, provenant des glandes œsophagiennes ou des amphides est projetée à l'intérieur de la cellule induisant d'importants changements cellulaires. La lyse des parois situées entre ces cellules entraînant la formation d'une cellule géante multi nucléé, à cytoplasme dense, appelé syncytium. Les j2 subiront deux mues successives, donnant des juvéniles J3 puis J4, avant



de se transformer lors d'une dernière mue en adultes sexués. Les mâles filiformes redeviennent mobiles. Les femelles restent en place et grossissent jusqu'à faire éclater l'épiderme de la racine. La copulation déclenche la ponte des ovocytes. La fécondation et l'embryogenèse ont lieu dans les oviductes de la femelle meurt. Sa cuticule, riche en tanins, durcit et se transforme en kyste protégeant ainsi 200 à 1200 œufs. Une première mue a lieu dans l'œuf et les juvéniles j2 en arrêt de développement (diapause) peuvent rester viables jusqu'à vingt ans dans l'enveloppe protectrice du kyste (THIERY, 1996) (figure 15). La diapause ne sera levée que sous l'action du froid et des exsudats racinaires d'une autre culture de pomme de Terre. On n'observe qu'une génération par an chez *G. pallida* et une à deux générations par an chez *G. rostochiensis*. (MUGNIERY, 1996).

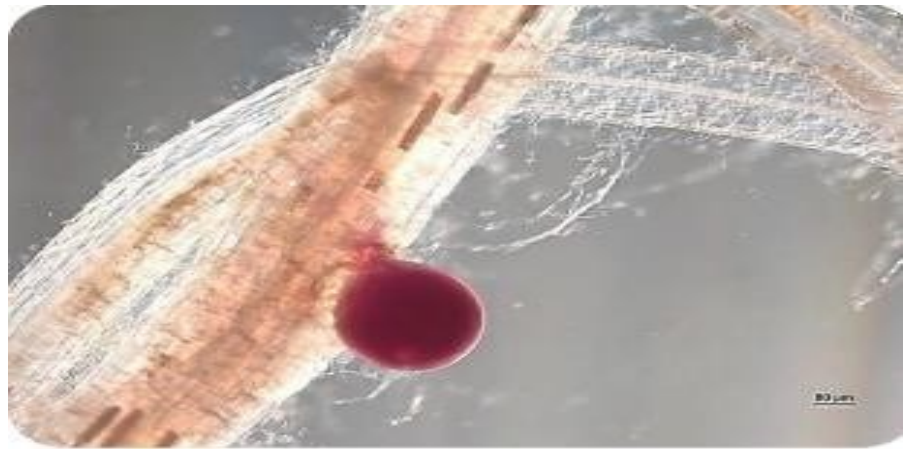


Figure 12 : Kystes de femelle (*G. pallida*) ([www.julius-kuehn.de](http://www.julius-kuehn.de), 2019)



Figure 13: Œuf et larve J1 (*G. pallida*) ([idahopcn.wordpress.com](http://idahopcn.wordpress.com), 2019)

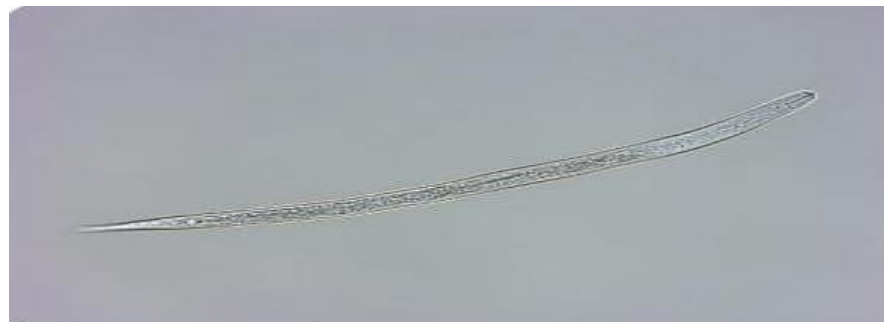
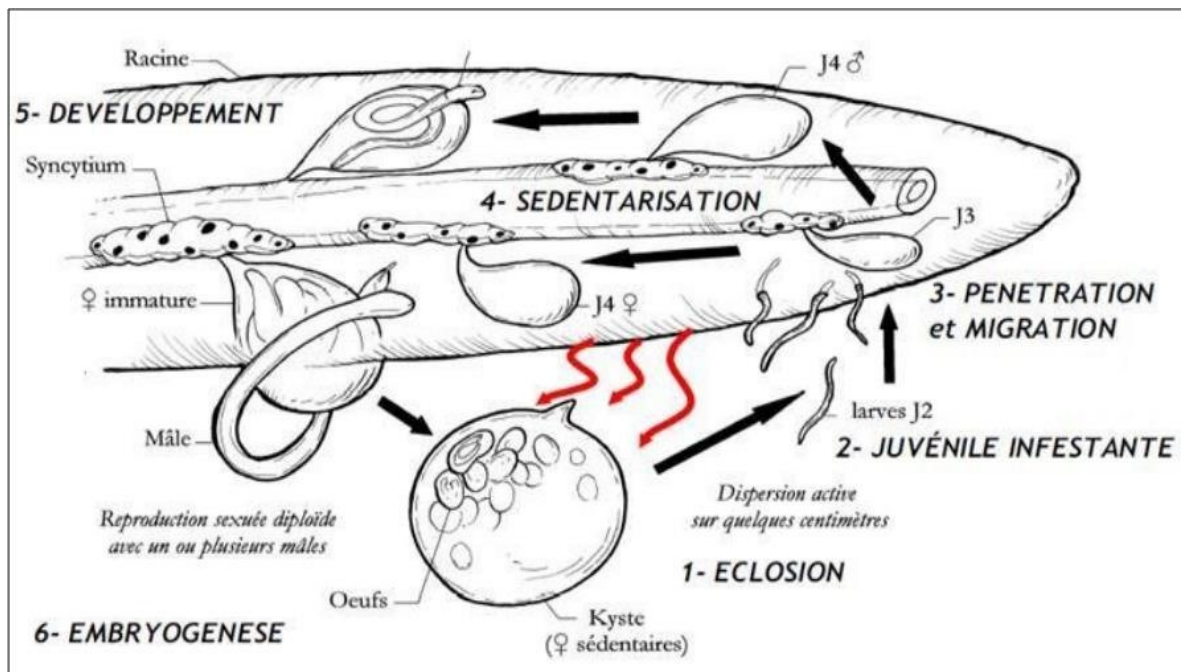


Figure 14 : Larves J2 (*G. pallida*) 250x ([www.julius-kuehn.de](http://www.julius-kuehn.de), 2019)





**Figure 15: Cycle de développement des nématodes à kystes de pomme de Terre (Chauvin et al., 2008).**

## 2.5. Les plants hôtes

Ces bio agresseurs sont des endoparasites présentant une très grande spécificité d'hôtes et sont principalement inféodés aux Solanacées cultivées (pomme de Terre, aubergine et tomate) et les solanées adventices (le datura, la jusquiame, la morelle douce-amère, la morelle noire et la morelle poilue). Selon GRECO (1988), l'incidence des *Globodera* ssp sur les rendements des cultures dépend essentiellement des densités initiales des populations et le potentiel de dommage de *Globodera* est variable selon les conditions climatiques et les régions.

## 2.6. Moyens de déplacement et de dispersion

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

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

longues distances peuvent se faire au cours des importations/exportations de plantes ou de tubercules contaminés (EPPO/OEPP, 2004).

## **2.7. Les Facteurs influençant la densité des populations de nématodes**

L'interaction entre le parasite et son hôte est un phénomène complexe, régi par de nombreux facteurs biotiques et abiotiques (SCHNEIDER et MUGNIERY, 1971).

### **2.7. 1. Facteurs abiotique**

#### **❖ Climat**

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

#### **❖ Température**

Elle a une influence sur l'éclosion des œufs, la reproduction, la croissance et la survie. La température optimale se situe entre 15°C et 30°C (RICHARD et SAWYER, 1972). Les larves ne peuvent éclore que si la température du sol dépasse 7°C et l'optimum pour leur sortie des kystes se situe entre 15 et 20°C (SCHEINDER et MUGNIERY, 1971).

#### **❖ Humidité**

L'humidité provoquée par des précipitations ou une irrigation sont des facteurs qui influencent les populations de nématodes (RICHARD et SAWYER, 1972).

#### **❖ Pluviométrie**

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

### **2.7. 2. Facteurs édaphiques**

#### **❖ Texture du sol**

Les attaques sont plus sévères dans les sols légers et poreux qui paraissent favoriser le nématode. Or, après leur éclosion, les larves qui tendent à se diriger vers les racines, ne peuvent se mouvoir que dans un film d'eau, lequel est retenu par capillarité dans les pores du sol les plus petits, et sur le pourtour des pores les plus grands. Plus les pores de grandes tailles seront rares, ou au contraire plus les pores de petite taille seront nombreux, plus les larves auront des difficultés à cheminer vers les racines (SCHNEIDER et MUGNIERY, 1971).

#### **❖ Aération du sol**

Une mauvaise aération du sol diminue la durée de survie des nématodes et la densité de la population (RICHARD et SAWYER, 1972).

### ❖ Propriétés chimiques du sol

La salinité, le pH, les matières organiques, les engrais et les pesticides agissent sur l'éclosion et l'activité des nématodes (RICHARD et SAWYER, 1972).

#### 2.7. 3. Facteurs biotique

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 crucifère telles que *Brassica hirta* ou *Brassica nigra* 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<sup>+</sup> 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 (DE GUIRAN, 1983).

#### 2.8. Les symptômes des nématodes à kystes

*G. pallida* et *G. rostochiensis* qui sont surtout dommageables dans les régions à climat tempéré attaquent les racines de la pomme de Terre et provoquent le même type de dégâts. Ils colonisent les racines et induisent une réduction du système racinaire, limitant ainsi l'absorption de l'eau et des minéraux. Ces symptômes sont similaires à ceux induits en cas de stress hydrique, de carence minérale ou d'excès de désherbant sur la culture de pomme de Terre (MUGNIERY 1996) (Figure 16). En cas de forte infestation, le rendement peut être inférieur à la quantité de tubercules plantés et les larves en diapause, protégées par l'enveloppe du kyste, peuvent rester viables jusqu'à 15 à 20 ans dans le sol.

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

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

✓ La fermeture du couvert végétal survient tardivement ou ne survient pas du tout.



**Figure 16: Faible croissance des plantes de pomme de Terre due à l'attaque du nématode à kyste *G. pallida***

## 2.9. Les dégâts

S'ils ne sont pas contrôlés, les nématodes à kystes causent de lourdes pertes aux rendements de la pomme de Terre (GRECO et *al.*, 1993). Les dégâts de ces parasites, en particulier, en relation avec le poids de tubercules produits sont fortement liés à la quantité d'œufs de ces nématodes par unité de sol. On estime une perte d'environ 2t/ha de pomme de Terre pour chaque 20 œuf par gramme du sol (Brown, 1969). En Europe, les pertes de rendements causées par ces espèces sont approximativement, 9% de la production de pomme de Terre (BACIC et *al.*, 2011). En France, le seuil de nuisibilité est estimé à 10 larves de deuxième stade (L2) par gramme du sol (Mugniery, 1975).

Perte économiques considérable (Jusqu'à 80%) (INRA, 2012). Problèmes de qualité des plantes (aspect) qui les rendent impropres à la commercialisation et à la consommation (INRA, 2010). Augmentation d'irrigation pour pallier les perturbations subies par le système racinaire des plantes parasitées (BLANCHARD, 2008).

## 2.10. La lutte contre les nématodes de la pomme de Terre

Les méthodes de gestion consistent à la réduction ou au maintien de la densité des nématodes à un niveau inférieur au seuil de nuisibilité en utilisant plusieurs stratégies qui permettent une production agricole durable (VIAENE et *al.*, 2006).

#### **a- Les mesures prophylactiques**

- Éviter la dissémination des pathogènes.
- Contrôle des végétaux aux frontières pour éviter l'introduction de nouvelles populations sur un territoire.
- Nettoyage des machines agricoles pour éviter les contaminations inter parcelles
- Rotations de culture pour éviter la multiplication du pathogène.

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

#### **b- Les méthodes culturales**

Il existe trois types de lutte culturale :

- Utiliser des variétés qui résistent le mieux aux attaques de nématodes
- Abaisser le niveau de population au-dessous du seuil de nuisibilité par utilisation de plantes nématicides ou de plantes pièges (SCHOLTE et *al.*, 2000).
- Modifier les pratiques culturales pour éviter la multiplication du nématode : récolte précoce des pommes de Terre.

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

#### **c- Lutte physique**

- ✓ La solarisation du sol : Elle permet une réduction importante de la population en labourant les surfaces infectées plusieurs fois durant la saison chaude.
- ✓ La lutte par inondation des Terres : La submersion par l'eau semble parfois possible pour lutter contre les nématodes (les nématodes meurent par asphyxie). (DJEBOUNE, 2013)

#### **d-Lutte chimique**

- ✓ Les fumigants qui ont des propriétés nématicides, mais aussi bactéricides.
- ✓ Les organo-phosphorés.
- ✓ Les carbamates qui sont aussi insecticides.

Ils sont très efficaces, induisant 80 à 90% de mortalité. Cependant, en Europe, leur utilisation est limitée ou interdite du fait de leur toxicité pour l'environnement et pour l'utilisateur

#### **e- Lutte biologique**

La lutte biologique est basée sur l'emploi des micro-organismes comme les champignons prédateurs tels que *Botryotrichum piluliferum*, *Scolecobasidium constrictum*, *Gliocladium roseum* et *Phoma fineti* qui parasitent les œufs (TRIFONOVA et KARADJOVA, 2003 in DJEBROUNE ,2013) ou *Pochonia chlamydosporia* et *Pochonia fosthiazate* qui affectent le taux de multiplication des nématodes (TOBIN et al. 2008 in DJEBROUNE ,2013), et les bactéries telles que *Penicillium anotolicum*, réduisent fortement les populations de *Globodera rostochiensis* (BEIAIR, 2005 in DJEBROUNE , 2013).

#### **f- Lutte génétique**

La résistance variétale aux nématodes à kystes est une opposition au développement des larves infestantes (L2) en femelles dans les racines (BUISSON et al., 2011). La tolérance traduit la capacité d'une variété à supporter une attaque du nématode sans perte de rendement (DOUSSINAULT et al., 1986)

#### **g- Lutte intégrée**

C'est une approche de planification et de gestion des cultures et alors de décision dans laquelle on va combiner différents moyens de lutte : culturaux, chimiques, physiques et biologiques, de manière raisonnable, efficace, durable et économique, avec la préservation de l'environnement. Pour diminuer le risque de dissémination de ces parasites, on doit associer divers méthodes de lutte : utilisation des plantes certifiées indemnes de nématodes, les méthodes culturales et méthodes chimiques (CHAUVIN et al., 2008).

# Chapitre 03: Matériel et méthodes



## Chapitre 3. Matériel et méthodes

### Objectif de l'étude

Le but de l'essai est de tester le comportement de deux variétés de pomme de Terre soumises à une infestation de deux inocula croissants de kystes pleins de *Globodera* sp. Appartenant à deux populations différentes: Spunta et Désiré et d'évaluer l'influence de ces variétés sur la multiplication de ce parasite.

### 3.1. Matériel

#### 3.1.1. Matériel végétal

L'étude a été menée sur deux variétés de pommes de Terre soit Spunta et Désirée qui sont très répandues et couramment utilisées par les producteurs.

##### 3.1.1.1. Caractères descriptifs des variétés

###### ➤ Variété *Désirée*

Origine génétique : Urgenta X Depesche

Obtenteur(s) : BV de ZPC (Pays-Bas)

Année d'inscription au catalogue national : 1988

- Le plant de cette variété est court à moyen et semi dressé, avec une tige épaisse et vigoureuse.
- Les nœuds et entre-nœuds sont de couleur rouge pourpre.
- Les feuilles ont une couleur vert gris mat. Elles sont moyennement longues et rigides,
- Les nervures médianes et les pétioles sont entièrement rouges pourpres sauf, les surfaces inférieures qui sont vertes.
- Les fleurs sont nombreuses avec des grandes corolles roses, les pédoncules longs et rougeâtres.
- La forme des tubercules est oblongue, moyenne à grosse. Sa peau est rouge, lisse avec des yeux superficiels à mi profonds, et une chair jaune pâle.
- Repos végétatif long.
- Le germe est d'une forme cylindrique et fortement pigmentée par contre l'apex est légèrement pigmenté (NIVAA, 2000 in DJEBIRI, 2005).
- Forte résistance à la sécheresse et bonne résistance au virus Y et à la gale poudreuse. Sensible au nématode à kyste de la pomme de Terre et aux déformations sur les sols lourds.

Modérément sensible aux virus de la panachure et de la mosaïque bénigne.

La description de la variété Désiré est comme suit (tableau n°02):



**Tableau n°2: La description de la variété Désiré**

Caractéristiques des tubercules	Description botanique
<b>Souplesse de la peau : Moyenne</b>	Maturité : Demi-tardive
<b>Forme du tubercule : Oblongue</b>	Hauteur des plants : Importante
<b>Profondeur des yeux : Assez profonde</b>	Fréquence des baies : Nombreuses
<b>Couleur de la peau : Rouge</b>	Couleur de la fleur : Rouge violacé
<b>Couleur de la chair : Jaune</b>	Couleur de la base du germe : Rose

➤ **Variété Spunta**

Origine génétique : Béa X U.S.D.A. 96-56 (tableau n°03)

Obtenteur(s) : J. Oldenburger (Pays-Bas)

Année d'inscription au catalogue national : 1988

- La variété Spunta est essentiellement destinée à la consommation à maturité demi-précoce.
- C'est une variété à proportion très forte de gros tubercule oblong allongé, régulier, des yeux très superficiels, peau jaune, chair jaune.
- Les germes sont violets, coniques à pilosité moyenne.
- Plante de taille haute, port dressé, type rameux,
- Feuilles : vert franc, peu divisée, mi ouverte ; foliole moyenne, ovale arrondie,
- Repos végétatif moyen.
- Floraison assez abondante, de couleur blanche partiellement pigmentée. Les tests ont montré une bonne résistance au mildiou du feuillage. (HINGROT, 1990 in AISSA, 2005).

**Tableau n°3 : La description de la variété Spunta**

Caractéristiques des tubercules	Description botanique
<b>Souplesse de la peau : Moyenne</b>	Maturité : Semi-précoce
<b>Forme du tubercule : Oblongue- allongée</b>	Hauteur des plants : Moyenne
<b>Profondeur des yeux : Peu profonde</b>	Fréquence des baies : Absentes
<b>Couleur de la peau : Jaune</b>	Couleur de la fleur : Blanche
<b>Couleur de la chair : Jaune claire</b>	Couleur de la base du germe : Violet

### 3.1.2. Autres matériel

Pour réaliser cet essai, nous avons utilisé le matériel suivant (figures 17; 18 et 19)



Figure 17: Bouteilles en plastique perforées par le bas (photographie originale)



Figure 18 : Sable et Sol stérilisés (photographie originale )



Figure 19 : Terreau stérilisé à 120°C/2h (photographie originale)

### ➤ **Origine du substrat**

Nous avons réalisé la culture des plantes dans un mélange terreux, préalablement stérilisé à la chaleur pendant 2 heures à 120° C.

Une quantité de 300 grammes de sol est placée dans des bouteilles en matière plastique d'une contenance de 1 litre et d'un diamètre de 7 cm.

➤ **Le terreau:** Composition et origine : Organique Utilisation et description : Le terreau est un support de culture naturel formé de Terre végétale enrichie de produits de décomposition (fumier et débris de végétaux décomposés). Le terreau doit avoir une porosité en air et en eau permettant à la fois l'ancrage des organes absorbants des plantes et leur contact avec les solutions nécessaires à leur croissance. Il est souvent associé à la pouzzolane afin d'augmenter la capacité de rétention d'eau. Le terreau est utilisé en culture hors-sol notamment pour les semis.

### **3.2. Méthodes**

Pour étudier le comportement de ces variétés vis-à-vis du nématode à kystes *Globodera* sp., notre choix a porté sur la méthode utilisant un substrat artificiellement infesté. Les bouteilles en matière plastique, trouées à la base pour faciliter le drainage, sont remplies d'un mélange terreux stérilisé et infesté par l'apport de différents inocula de kystes :

-Dose 1 :5 kystes,

-Dose 2 : 15 kystes

Ces kystes sont enfermés dans des nouets en tulle de 250 pm pour éviter la confusion avec les kystes néoformés et permettre la sortie des larves infectieuses. Les sachets sont enfoncés à 5 cm dans le contenu de chaque bouteille. Les variétés sont semées à raison d'un tubercule par bouteille et de cinq répétitions et sont confrontées aux deux populations du nématode

#### **✓ L'inoculum**

Ces nématodes sont des parasites telluriques enkystés contenant 200 à 1000 œufs. L'éclosion des œufs contenus dans les kystes est favorisée par l'humidité et par des exsudats radiculaires de pomme de Terre. La jeune larve éclore perfore l'épiderme des racelles de la plante-hôte, pénètre dans les tissus, progresse à travers les cellules et induit la formation d'une cellule nourricière : un syncytium. Au bout de vingt jours, les mâles sortent des racines tandis que les femelles grossissent et deviennent piriformes. Ceci induit l'éclatement de l'épiderme mais les femelles restent fixées à l'hôte par la tête. La reproduction sexuée entraîne le développement des œufs dans la femelle qui se transforme en kyste et meurt. Ces kystes se détachent alors et restent dans le sol. Leur durée de vie est supérieure à cinq années.



## Etapes de la réalisation de l'expérience

Les étapes de la réalisation de l'expérience sont illustrées dans les figures 20, 21, 22 et 23:

- Nettoyage des bouteilles avec du l'eau Javel pour les stérilisés
- Stérilisation du sol, sable dans 120°C pendant 2h
- Mélange de 1/3 terreau avec 1/3 sol et 1/3 sable
- Mettez le mélange dans les bouteilles en plastique
- La prochaine étape on prend  $\frac{1}{4}$  Gibbèrellique acide dilué dans 1 litre d'eau et on trempe les tubercules de la pomme de Terre dans cette solution pendant 30 secondes.
- Après nous mettons les tubercules avec le filet des nématodes à kystes dans le mélange (sol+sable+terreau) et nous les couvrons cette étape contienne 20 bouteilles sont de variété Désiré et 20 pour Spunta et les 20 restantes sont des témoins.
- Les 20 bouteilles de la variété *Désiré* sont séparés 10 contiennent les tubercules avec 5 nématodes à kystes et les autres 10 contiennent les tubercules avec 15 nématodes à kystes et la même méthode pour la 2ème variété Spunta.
- Enfin nous mettons nos bouteilles dans un milieu favorable (température, humidité, éclairage) et un jour sur deux nous l'arrosons.



Figure 20 : Mélange 1/3 Sol, 1/3 Sable et 1/3 Terreau (photographie originale)



**Figure 21 : Acide Gibbérannique (photographie originale)**



**Figure 22 : Dépôt de nématode à kyste et la pomme de Terre dans le mélange (photographie originale)**



**Figure 23: Réalisation de la 1ère partie de l'expérience (photographie originale)**

# Chapitre 4: Résultats et discussion

#### 4.1. Résultats

Comme notre expérience n'était pas complète en raison de mauvaises circonstances mondiales et au niveau national aussi nous avons juste un seul résultat qui est le levé de la pomme de Terre après 20 jours de plantation (Figure 24).



**Figure 24 : Levé de pomme de Terre après 20 jours de plantation (photographie originale)**

Compte tenu de la situation actuelle marquée par la pandémie du virus COVID 19, et les prolongations successives des périodes de confinement sur certaines WILAYA de l'Algérie, nous n'avons pas pu obtenir des autorisations de déplacement pour pouvoir continuer notre recherche de master.

#### 4.2. Discussion

La plantation de pommes de terre autres que celles destinées à la production de pommes de terre de semences dans un champ déclaré contaminé si l'une des conditions ci-dessous est respectée : Privilégier l'utilisation de variétés à double résistance *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida* ou à minima alterner la plantation de variétés résistantes à l'un des deux nématodes (par exemple : une année plantation d'une variété résistante à *Globodera rostochiensis* et lors de la rotation suivante plantation d'une variété résistante à *Globodera pallida*) (Anonyme, 2018).

D'après MUGNIERY et BALANDRAS (1986), la sélection variétale de pomme de terre résistante à *Globodera* sp, parasites de quarantaine, consiste à rechercher des gènes de résistance et à les transférer dans du matériel tétraploïde d'intérêt agronomique. Une résistance polygénique a été trouvée chez *Solanum vernei* (espèce diploïde) dont l'hérédité est telle que la probabilité de détecter, par des tests individuels, des génotypes résistants issus de croisements est très faible. Le souci majeur d'un sélectionneur étant de disposer en un minimum de temps de génotypes résistants, nous avons développé un test de descendance préalable au test individuel, qui a offert une aide intéressante pour la sélection de résistances polygéniques.

D'après DJEBBOUR (2015) il a constaté qu'à Ain Defla, sur 68 % des parcelles prospectées, les agriculteurs pratiquent la jachère pour limiter la pullulation des nématodes. De son côté,

**HAMMADI (2016)** à Ain Nehala à Tlemcen attribue l'absence des nématodes à kystes du genre *Heterodera* dans cette station à la texture argileuse du sol qui ne favorise pas le déplacement du nématode et limite son développement.

L'utilisation de la variété Désirée paraît très défavorable au bon développement des nématodes, car les stations les moins touchés par le ravageur sont cultivés par cette variété. Selon **GRECO et al. (2007)**, la variété Spunta est sensible à l'attaque des *Globodera*, par contre la variété Désirée est plus résistante. Le type d'irrigation par aspersion favorise aussi le développement des nématodes (**REDDY, 1983**). De même, les conditions climatiques, la nature du sol, le vent, la semence et le matériel de travail du sol sont des facteurs qui contribuent à la dissémination de ces parasites (**SCHNEIDER et MUGNIERY, 1971**).



# Conclusion

## Conclusion

La culture de la pomme de terre est sujette à plusieurs maladies et ravageurs, dont les nématodes du genre *Globodera* qui fait des dégâts importants et d'énormes pertes de rendement et vu l'importance économique dans le monde et même en Algérie les agriculteurs cherchent à améliorer sa qualité par l'application des différentes potentialités agronomiques et technologiques pour répondre à la demande du consommateur.

Dans ce but là on a fait une étude sur le comportement de pomme de Terre vis-à-vis les nématodes à kystes (*Globodera* sp) ou nous avons travaillé sur deux variétés différentes Spunta et Désiré dans un milieu bien stérilisé et dans des conditions favorable (température-humidité – irrigation...) afin d'obtenir la variété la plus résistante à ce bio-agresseur.

La plupart des agriculteurs enquêtés ne connaissent pas les nématodes, leurs symptômes et leurs formes, et parfois ils les confondent avec d'autres ravageurs. Ce manque d'information peut être l'une des causes de la persistance du *Globodera* dans les sols des parcelles agricoles.

Vu le confinement dû à la pandémie de la covid-19 et l'absence de sujets similaire malgré nos multitudes-recherches, nous a empêché de conclure et malheureusement notre travail n'as pas été achevé.

En Perspectives, au terme de ce travail, il serait intéressant de compléter cette étude sur plusieurs aspects, il s'agit notamment :

- d'élargir les prospections dans les différentes communes de la wilaya afin d'accumuler plus d'information sur l'état l'infestation par ce parasite et sa distribution géographique.
- il est recommandé d'envisager une étude sur l'évolution de ces nématodes dans l'espace et dans le temps.
- étendre les recherches sur les variétés de pomme de terre les plus cultivées en Algérie.
- par ailleurs, la recherche de différentes méthodes de lutte et l'essai de nouveaux biopesticides est recommandé.

# Références bibliographiques

## Références bibliographiques

1. **Belhadj ., Ben Yahia, F., 2007** -Variation de l'infestation de quelques parcelles de pomme de terre par le nématode doré du genre *Globodera*. Test de sensibilité de deux variétés (Désirée et Spunta) au laboratoire. Mémoire d'ingénieur en Agronomie, Institut National Agronomique El-Harrach, Alger, 57 p
2. **Bernhardes., 1998** -La pomme de terre *Solanum tuberosum* L. Monographe institut National Agronomique.
3. **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*. Biochimie [q-bio.BM]. Université Rennes 1. 09 P
4. **Brown, EB., Sykes, GB., 1983**. Assessment of the losses caused to potatoes by the potato cyst nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. Ann Appl Biol 103:271–276.
5. **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
6. **Chaumeton ,H., Jutier, S., Fragnaud ,C., 2006**-La culture des pommes de terre. 93 p
7. **Chauvin, L., Caromel, B., Claire Kerlan, M., Rulliat, E., Fournet, S., Chauvin, J., Grenier., Ellisseche, D., Mugniery, D., 2008**. La lutte contre les nématodes à kyste de la pomme de terre *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*. Cahiers Agricultures 14, pp 368-374.
8. **Chitwood, D.J., Hutzell, P.A., Lusby, W.R., 1985**- Sterol composition of the corn cyst nematode, *Heterodera Zeae*, and corn, J. Nematol. Vol 17, pp.64-68.
9. **Cunha, M.J.M., I.L.P.M. Conceição, I.M.O. Abrantes and M.S.N.A. Santos., 2004**. Characterization of potato cyst nematode populations from Portugal. Nematology 6, pp. 55–58.
10. **Djebroune, A., 2013**- Contribution à l'étude de la bioécologie des nématodes à kystes (*Globodera* sp.) inféodés à la culture de la pomme de Terre. Thèse Magister en Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El-Harrach, Alger. pp 29, 195 p.
11. **Djebbour. F .Z ., 2015** - Evaluation de l'état d'infestation de quelques parcelles par les nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre-Enquête sur ces parasites dans la région d'Ain Defla. 70 p.
12. **Dore, T., Le Bail, M., Martin, P., Ney, B., Roger-Estrade, J., 2006**-l'agronomie aujourd'hui.' (Quae : Paris).

13. **DSA., 2019-** (Direction du Service Agricole d'El Oued). Bilan statistiques 2018.
14. **Evans, K., Stone, A.R., 1977.** A review of the distribution and biology of the potato cyst-nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. Pans N°23, pp.178–189
15. **FAOSTAT., 2015-** Food and Agriculture Organisation, Annuaire statistique de la FAO.
16. **FAOSTAT., 2019-** Food and Agriculture Organisation, Annuaire statistique de la FAO.
17. **Fareh Imad. 2015.** « Contribution à l'étude des Nématodes à Kystes de Pomme de terre Dans la Wilaya de Guelma ». 8 MAI 1945 GUELMA.
18. **Galfout Amina. 2013.** « Contribution à l'étude des nématodes du genre *Globodera* (Skarbilovich, 1959) sur pomme de Terre et Gestion intégrée contre ce bio-agresseur ». Ecole Nationale Supérieure Agronomique El –Harrach - Alger -.
19. **Greco N., Di Vito M., Parisi B., Ranalli P., Brandonisio A. et Catalano F., 2007-** Resistance of new Italian potato breeding clones to cyst and rootknot nematodes . Nematol. medit., 35: 227-235.
20. **Greco, N., Inserra Brandonisio, M ., Tirro, A ., Marinis, G., 1988 .** Life cycle of *Globodera rostochiensis* in Italy, Nematologia Mediterranea 10, pp. 899-172
21. **GRECO, N., MORENO, I., 1993.** Development of *Globodera rostochiensis* during three different growing seasons in Chile. Nematropica 22, pp. 175–181
22. **Grison, C., 1983-** La pomme de terre caractéristiques et qualité alimentaire. Ed. CSTA, Rue de général Fay, 75008. Paris, 88p.
23. **Hammadi. F., 2016 -** Répartition de Nématodes à kystes « *Hétérodera avenae* » Dans la région de Tlemcen. 89 P.
24. **Haverkorte, L., Moussaoui, R., 1994 -** L'irrigation de la culture de la pomme de Terre. Ed. Centre de Recherche Agrobiologique, Pays Bas, 18p.
25. **Hawkes, J.G., 1990 -** The potato, Evolution, Biodiversity and genetic resources. London, Belhaven Press, 259p.
26. **ITCMI, 2012-** (Institut Technique Des Cultures Maraichères Et Industrielles). Carte variétale de la culture pomme de terre en Algérie.
27. **Khaled, Boufares.** Magister en agronomie option : amélioration de la production végétale et biodiversité », 108.
28. **Laumonier, R., 1979-** Les cultures légumières et maraîchères. Tome 2. Ed. J.B., Paris, Pp. 209-230.
29. **Loucif Mohcen, et Namoussa Mohammed. 2019.** « Importance et distribution des nématodes à kystes (*Globodera*) sur la culture de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) dans la wilaya d'El Oued (région de Souf) ». Echahid Hamma Lakhdar –El- OUED

30. **MADR., 2018-** Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.
31. **MADR.2000-2018.** Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.
32. **MAHRAN, A., TURNER, S., MARTIN, T., YU, Q., MILLER, S., SUN, F., 2010.** The golden potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* pathotype Ro1 in the Saint-Amable Regulated Area in Quebec, Canada.
33. **Meziane, 1991** Les maladies des plantes maraichères, INRA Paris. 552 p.
34. **Minnis, S.T., Haydock, P.P.J., Ibrahim, S.K., Grove, I.G., Evans, K., Russell, M.D., 2002-** Potato cyst nematodes in England and Wales - Occurrence and distribution. Ann. Appl. Biol. 140, 187-195.
35. **Mugniery, D., 1975-** Importance des dégâts provoqués par les nématodes à kyste de la pomme de terre : *Globodera pallida* et *Globodera rostochiensis* (Wooll). Ext. Pro. Agro. France, pp. 636-644
36. **Mugniery, D., 1996** - Nématodes. in: Rousselle P, Robert Y, Crosnier JC (eds) La pomme de Terre. INRA Editions (Paris), pp 164-171.
37. **Mugniéry D et Balandras C (1986)** Test de résistance de descendance de pomme de terre à *Globodera rostochiensis* Woll. Potato Reseach 29, 131-140.
38. **Neggaz, N., 1991** - L'influence de cinq doses d'azote sur la croissance et le rendement de la pomme de terre variété claustra. Thèse d'ingénieur de Chéelif.
39. **Quezel ., Santa., 1963** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (No. 581.965 Q8).
40. **Reddy., 1983** - Plant nématology agricole academy Publish. Acadi, New Delhy.287p.
41. **Rice, S.L, Leadbeater, B.S.C., Stone, A.R 1985-** Changes in cell structure in roots of resistant potatoes parasitized by potato cystnematodes. 1. Potatoes with resistance gene H1 derived from *Solanum tuberosum* spp. *andigena*. Physiol Plant Pathol 27:219–234
42. **Rousselle P., Robert Y et Crosnier J.C. 1996.** La pomme de Terre production, amélioration, ennemis et maladies, utilisation. INRA, Paris, 607 p.
43. **Rousselle, P., Robert, Y., Crosnier.J.C., 1996-** La pomme de Terre production, Amélioration, Ennemis et maladies Utilisations,. INRA.ITCF.ITPT.Paris. 278 p
44. **Schnieder J.et Mugniery D., 1971** - Les nématodes parasites de la pomme de terre in *Les nématodes des cultures*. Ed .ACTA, Paris, pp.327-348.
45. **Schneider, I. R., 1971.** Characterization of a satellite-like virus of tobacco ringspot virus. Virology 45, 108-122
46. **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

47. **Singh, S.K., Hodda, M., Ash, G.J., 2013.** Plant-parasitic nematodes of potential phytosanitary importance, their main hosts and reported yield losses. *EPPPO Bull.* 43, 334–374
48. **Skarbilovich, T.S., 1959.** On the structure of the systematics of nematode, order Tylenchida Thorne, 1949. *Acta Parasitologica Polonica* 7, 117-132.
49. **Soltner ,D., 1999-** Les grandes productions végétales. Ed. CSTA (Collection Sciences et Technique agricoles), 20<sup>ème</sup> édition, Angers, 472 p.
50. **Soltner, D., 1988-** Les grandes productions végétales. Collection Scientifique des Technologies Agricoles. 16<sup>ème</sup> édition, 494p
51. **Trifonova, Z., 2000.** Distribution of *Globodera rostochiensis* (Woll.) in Bulgaria. *Macedonian Agricultural Review*, 1: 63-65.
52. **Turner, S.J., Fleming, C.C., Moreland, B.P., Martin, T.J.G., 2009-** Variation in hatch among pathotypes of the potato cyst nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*, in response to potato root diffusate from solanum spp. I. preliminary assessments to establish optimal testing conditions. *Nematology* 11, 749-756.
53. **Viaene, N.M., Coyne, D.L. & Kerry, B.R., 2006.** Biological and cultural management. In: Perry, R.N. & Moens, M. (Eds). *Plant nematology*. Wallingford, UK, CABI Publishing, pp. 346-369.
54. **Yu, Q., Ye, W., Sun, F., Miller, S., 2010-** Characterization of *Globodera rostochiensis* (*Tylenchida: Heteroderidae*) associated with potato in Quebec, Canada. *Can. J. Plant Pathol.* 32, 264-271.

**Sites internet consultés:**

- **Flickr., 2019-**<https://www.flickr.com/photos/141760766@N08/28529191834>

- **ACIA., 2019-** Agence Canadienne d'Inspection des Aliments (2012). Nématode à kystes pâles - *Globodera pallida* (online)

<https://www.inspection.gc.ca/protection-des-vegetaux/phytoravageurs-especes-envahissantes/nematodes-autres/nematode-a-kystes-pales/fra/1337002354425/1337002587229>

- **CABO/EPPPO., 2019-** Data Sheets on Quarantine Pests: *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*, Bulletin de l'Alliance *Globodera*, Décembre 2018, numéro7; (online) <http://www.globodera.org/sites/default/files/newsletters/Globodera%20Alliance%20Issue%207.pdf>

- **julius-kuehn.de.,2019**- Weibchen des Kartoffel zystennematoden (*Globodera pallida*) ((c)  
James Mwangi/JKI) (© James Mwangi/JKI)

<https://www.julius-kuehn.de/pflanzenschutz/phytonematologie/>

- **Mindenpictures., 2019**- Potato Cyst Eelworm\_

[https://www.mindenpictures.com/search/preview/pale-or-yellow-potatocyst-nematode-heterodera-pallida-cysts-on-a-young/0\\_80114261.html](https://www.mindenpictures.com/search/preview/pale-or-yellow-potatocyst-nematode-heterodera-pallida-cysts-on-a-young/0_80114261.html)



# Annexes

## **Annexe n°1:**

**Liste de quarantaine A1 Organismes nuisibles de quarantaine inexistante en Algérie, dont l'introduction est interdite.**

### **Nématodes:**

Aphelenchoides besseyi
Bursaphelenchus xylophilus
Ditylenchus destructor
Ditylenchus dipsaci
Heterodera glysinis
Meloydogyne chitwoodii
Meloydogyne enterolobii
Meloydogyne falax
Nacobbus aberrans
Radopholus citripholus
Radopholus similis
Xiphinema americanum sensu lato
Xiphinema bricolense
Xiphinema californicum
Xiphinema rivesi

## **Annexe n°2:**

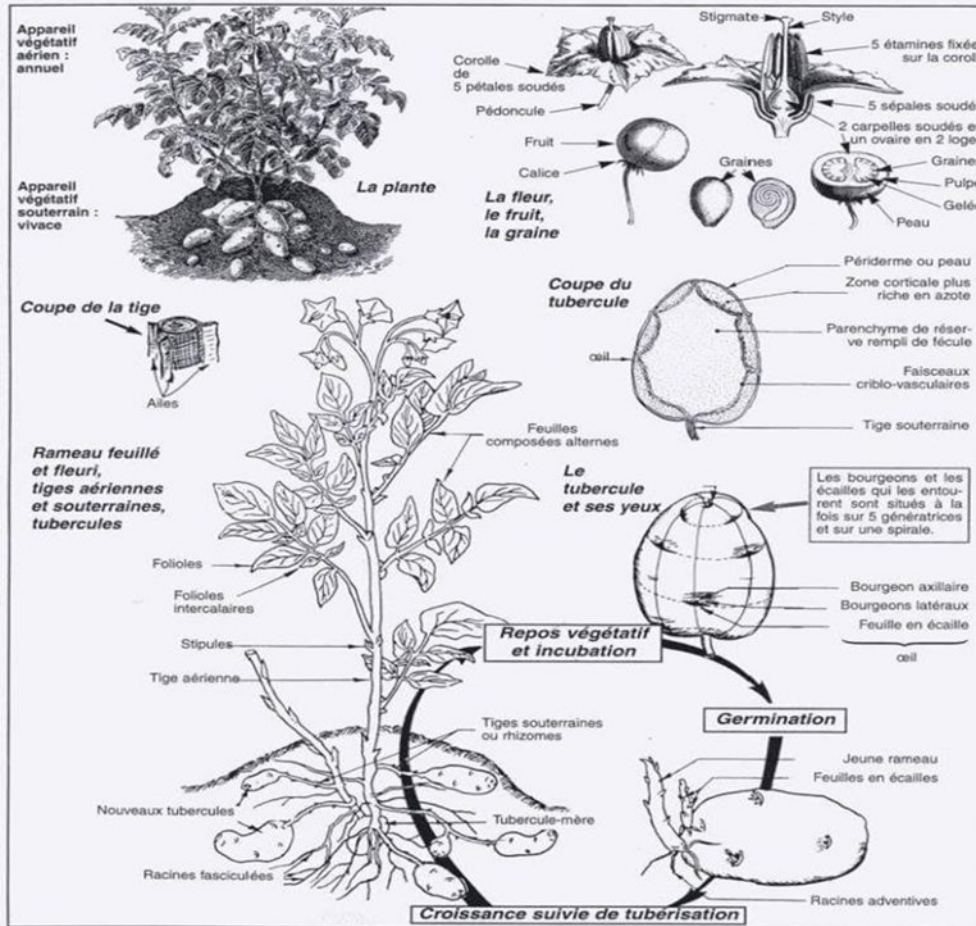
**Liste A2 Organismes nuisibles de quarantaine signalés en Algérie dont l'introduction est interdite:**

### **Nématodes:**

Ditylenchus dipsaci
Globodera pallida
Globodera rostochiensis

### Annexe n°3:

Caractéristiques morphologiques et cycle végétatif de la pomme de Terre (Soltner, 1999):



### Annexe n°4:

Cycle de développement des nématodes à kystes de pomme de Terre (Chauvin et al. 2008).

