



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 الإبراهيمي برج بوعرييرج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض 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:

**Contribution à l'étude des nématodes de la pomme de Terre
du genre *Globodera***

Présenté par : M^{lle} BENOUELHA Fatima Ezzahra et M^{me} ATAMNA Madiha

Soutenu le : 16/09/2021

Devant le jury:

Président	M. MERZOUKI Y.	M.C.B.	Univ. Bordj Bou Arreridj.
Promoteur	M. ALILI D.	M.C.B.	Univ. Bordj Bou Arreridj.
Examinatrice	M ^{me} . MESSAOUDI H.	M.A.A.	Univ. Bordj Bou Arreridj.

Année universitaire: 2020 – 2021

Remerciements

Avant tout

Je remercie Allah, c'est grâce à lui que je suis arrivée à ce niveau.

Nous avons l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre encadreur Dr ALILI. D pour avoir accepté de diriger ce travail de recherche,

Mes vifs remerciements vont à Dr MERZOUKI Y Pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Je tiens à remercier Mme MESSAOUDI H pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce mémoire en acceptant de l'examiner

Nos remerciements les plus chaleureux vont à l'ensemble du personnel de la DSA de Bordj Bou Arreridj pour ses orientations, ses conseils judicieux, ainsi que, ses qualités humaines.

*Nos profonds remerciements à Mme Sabah Ait Hamouda d'avoir
Accepté de nous aider dans notre travail.*

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

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

*Grand **MERCI** à tous.*

Fatima et Madiha



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Ma très chère mère et mon très cher père qui m'ont toujours encouragé à poursuivre mes études malgré les difficultés que j'ai rencontrées, que Dieu les garde en bonne santé.

A mes très chères frères: Mohamed, Abderachid, Nor eddine ,Farouk ,Tayeb et Fayçal dans le paradis inchALLAH .

A mes très chères soeurs: Karima, Zieneb et Aicha .

A les petits :Soundous, Rokia, Ritadj, chahed ,Jouri, Israe, faycal, Rahf, Mouad, Said, Anes, Alae, Bouchra Koussai et Nor el Houda .

A mes très chères amis : Wissal, Saliha Madiha, Chahra, Sara , Amani, Imene, Rayan Aya, Feryal, Siham, Maroua, Ghada, Nassima, Meriam et Amel .

*Sans oublier mes camarades de la promotion 2016/2021.
A tous les amis qui de près ou de loin ont rendu plus facile la réalisation de ce travail.*

A toutes la famille Benouelha .

Fatima



Dédicace

*Pour mon ange dans la vie ... à la signification de
l'amour et de la compassion et de dévouement ... qui
m'a toujours encouragé durant mes études*

La plus chère au monde ma mère

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

Mon très cher père

A ma sœur Hada et mon frère Zakaria

*A mes très chères amis : Saliha, Fatima , Chahra
, Sara, Ghada, Samia , Bouchra, Houda,
Meriam, Ahlem etchaima.*

A mon mari Abdelmalak

Madiha

Contribution à l'étude des nématodes de la pomme de Terre du genre *Globodera*

Résumé :

La pomme de Terre est l'une des plantes les plus cultivées au potager mais elle est malheureusement la proie de nombreux ravageurs qui occasionnent des dégâts et compromettent les récoltes, parmi elle on trouve les nématodes. On peut citer les nématodes à kyste 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. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre synthèse bibliographique dont l'objectif est de compléter sa distribution dans d'autres zones de pomme de Terre, d'identifier les espèces et les dégâts de *Globodera* indispensable à leur gestion et enfin une contribution à une lutte intégrée contre ce bioagresseur a été abordée.

Mots clés : Pomme de Terre, *Globodera*, nématodes, organisme de quarantaine, lutte intégrée

Contribution to the study of potato nematodes of the genus *Globodera*

Abstract :

The potato is one of the most cultivated plants, but it is unfortunately the prey of many pests that cause damage and compromise crops, among them we find nematodes. These include cyst nematodes; the costs of infestations due to this nematode are attributable to reduced yields and the ban on potatoes due to their status as a quarantine pest. It is in this context that our bibliographic synthesis is inscribed, the objective is to complete its distribution in other areas of potatoes, to identify the species and damage of *Globodera* essential for their management and finally to make a contribution integrated fight against this pest has been discussed. The results of this study will be presented after a literature review on *Globodera* and the host plant.

Key words: The potato, damage, cyst nematodes, *Globodera*, contribution integrated.

المساهمة في دراسة نيماتودا البطاطس من جنس *Globodera*

الملخص

تعد البطاطس من أكثر النباتات استهلاكاً في المطبخ، ولكنها للأسف فريسة للعديد من الآفات التي تسبب الضرر وتضر بالمحاصيل، ومن بينها نجد الديدان الخيطية من بينها النيماتودا الكيسية (*Globodera* sp) وتعتبر سبباً في انخفاض الغلة والحظر على البطاطس بسبب وضعها كأفة حجرية. لهذا قمنا بهذه الدراسة والهدف منها تحديد أنواع النيماتودا الكيسية (*Globodera* sp) ومخاطرها ومناقشة مكافحة المتكاملة لهذه الآفة. سيتم في النهاية تقديم نتائج عن هذه الدراسة بعد مراجعة كل المعلومات حول النيماتودا الكيسية (*Globodera* sp) والنبات المضيف.

الكلمات المفتاحية : البطاطس، الديدان الخيطية، آفة حجرية، النيماتودا الكيسية (*Globodera* sp) ، مكافحة المتكاملة .

Table des matières

Table des matières

Résumés

Listes de figures

Liste de tableaux

Liste des abréviations

Introduction	1
Chapitre 1:Généralités sur la culture de pomme de Terre(<i>Solanum tuberosum L.</i>).....	3
1.1. Origine et taxonomie	3
1.1.1. L'origine de la pomme de Terre	3
1.1.2.Taxonomie	3
1.2. La valeur nutritive de la pomme de Terre	4
1.3. Importance économique et production de la pomme de Terre	4
1.3.1. Dans le monde.	5
1.3.2. En Algérie	6
1.3.3. La production de la pomme de Terre dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj	7
1.4. Description Botanique.....	8
1.4.1. L'Appareil aérienne	8
1.4.2. l'Appareil souterrain.....	8
1.5.Morphologie de la plante	9
1.5.1. Partie aérienne	10
1.5.1.1. Tiges	10
1.5.1.2.Feuilles	10
1.5 .1.3. Fleurs	10
1.5.1.4. Fruits	10

Table des matières

1.5.2. Système souterrain	10
1.5.2.1 Racines.....	11
1.5.2.2 Stolons	11
1.5.2.3 Tubercule	11
1.6. Le cycle du développement de la pomme de Terre.....	12
1.6.1.Germination	13
1.6. 2.Levée	13
1.6. 3.La tubérisation et la croissance des tubercules	13
1.6..4.Sénescence.....	14
1.7.Les principales variétés de pomme de Terre en Algérie	14
1.8. Les maladies de la pomme de Terre	14
1.9. Les ravageurs de la pomme de Terre	15
Chapitre 2: Généralités sur les nématodes à kystes de la pomme de Terre (<i>Globodera sp</i>)	19
2.1. Diversité des nématodes	19
2.2- Organisation structurale des nématodes.....	19
2.3. Distribution géographique des nématodes à kystes en Algérie	21
2.4. Facteurs édaphiques influençant les nématodes	22
2.5. Généralités sur les nématodes à kystes <i>Globodera sp</i>	23
2.5.1. Position systématique	23
2.5.2. Morphologie des nématodes à kystes <i>Globodera</i>	23
2.5.2.1. Les males.....	23
2.5.2.2Les femelles	24
2.5.2.3Le kyste.....	24
2.5.2.4.La larve.....	26
2.6-Cycle de vie des nématodes phytopathogènes à kyste	26
2.6.1.Phase Exophyte	28

Table des matières

2.6.2.Phase Endophyte	28
2.7. Les Plantes hôtes	28
2.8. Les symptômes et les dégâts des nématodes à kyste	29
2.8.1. Les symptômes	29
2.8.2. Les Dégâts	30
2.9. Méthodes de lutte contre les nématodes à kyste	32
2.9.1. Prophylaxie.....	32
2.9.2. Lutte cultural	32
2.9.3.Lutte physique.....	33
2.9.4.Lutte chimique	34
2.9.5.Lutte biologique	34
2.9.6.Lutte intégrée	34
Conclusion	49
Références bibliographiques.....	50
Annexes	

Liste des figures :

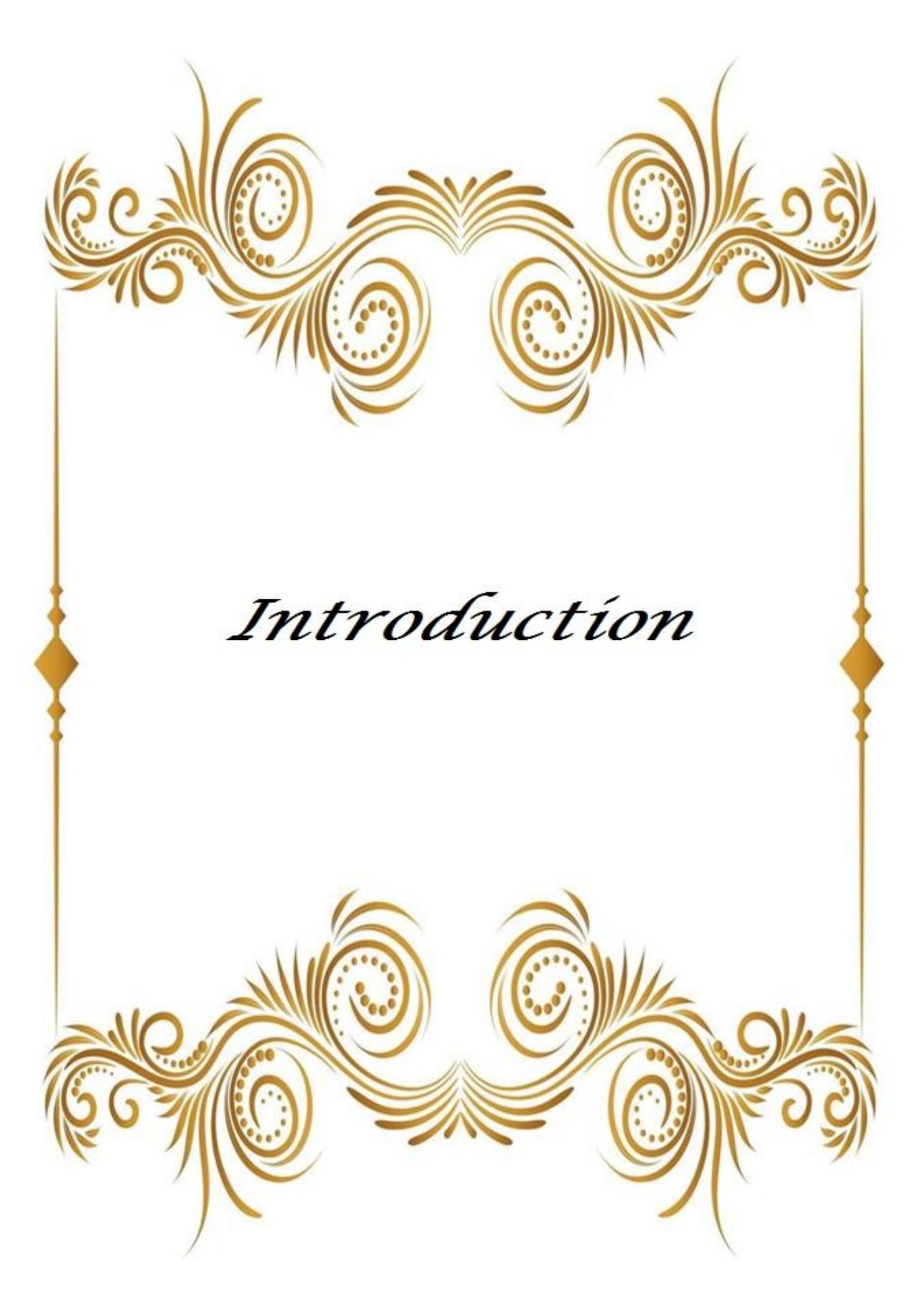
○ Figure 1 : Répartition spatiale de la pomme de Terre dans le monde	05
○ Figure 2 : Coupe longitudinale d'un tubercule de pomme de Terre.....	09
○ Figure 3 : Principaux organes extérieurs du tubercule de pomme de Terre.....	09
○ Figure 04 : Plant de la pomme de Terre.....	12
○ Figure 5 : Le cycle du développement de la pomme de Terre.....	13
○ Figure 6 : Structure d'un nématode (femelle).....	20
○ Figure 7 : Schéma de comparatif de nématodes phytopathogènes, femelle et mâle.....	21
○ Figure 8 : Distribution géographique des nématodes à kyste en Algérie.....	22
○ Figure 9 : Adulte mâle d'un nématode à kyste de la pomme de Terre.....	24
○ Figure 10 : Femelles matures de <i>Globodera</i> sp.....	24
○ Figure 11 : Kystes de <i>Globodera</i> sp.....	25
○ Figure 12 : Nématodes à kyste du genre <i>Globodera</i>	25
○ Figure 13 : Larve du deuxième stade.....	26
○ Figure 14 : Cycle biologique schématisé d'un endoparasite sédentaire à kyste.....	27
○ Figure 15 : Cycle biologique des nématodes à kyste du genre <i>Globodera</i>	27
○ Figure 16 : Symptômes de <i>Globodera</i> sp.....	30
○ Figure 17 : Les dégâts de <i>Globodera</i> sp.....	31
○ Figure 18 : Désinfection par solarisation des sols.....	33
○ Figure 19 :Microphotographie présente <i>Pasteuria penetrans</i> se fixent sur le nématode juvénile à kystes.....	34

Liste des tableaux

- **Tableau n°1:** Taxonomie de la pomme de Terre..... **03**
- **Tableau n°2:** Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de pomme de Terre..... **04**
- **Tableau n°3 :** Productions et Superficies mondiales de la pomme de Terre..... **05**
- **Tableau n°4:** Les principaux reproducteurs de pomme de Terre dans le monde..... **06**
- **Tableau n°5 :** Productions et Superficies cultivées de pommes de Terre en Algérie..... **07**
- **Tableau n° 6 :** La production de la pomme de Terre dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj..... **07**
- **Tableau n°7 :** Les principales maladies de la pomme de Terre..... **15**
- **Tableau n°8 :** Quelques ravageurs de la pomme de Terre..... **16**
- **Tableau n°9 :** Systématique de nématodes à kystes..... **23**

Liste des abréviations :

- **ARS** : Agences Régionales de Santé
- **CNCC** : Le Centre National de Contrôle et de Certification des semences et plants.
- **DSA** : Direction des Services Agricoles.
- **FAO**: Food and Agriculture Organization.
- **FAOSTAT**: Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database.
- **FNPT** : Fédération Nationale des Producteurs de plants de Pommes de Terre.
- **INPV** : Institut National de la Protection des Végétaux.
- **INRA** : Institut national de la recherche agronomique.
- **ITCMI** :Institut Technique des Cultures Maraîchères Industrielles.
- **MADR** : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
- **NKPT** : Nématodes à Kyste de Pomme de Terre.
- **OEPP**: Organisation Européenne et méditerranéenne pour la Protection des Plantes.

A decorative golden border with intricate floral and scrollwork patterns, featuring symmetrical designs at the top and bottom, and vertical lines with diamond-shaped accents on the left and right sides.

Introduction

Introduction

La pomme de Terre joue un rôle socioéconomique important pour les agriculteurs. Comme c'est une culture à cycle assez court qui donne un haut rendement, elle a de bonnes perspectives économiques et la superficie cultivée s'agrandit de jour en jour.

La pomme de Terre (*Solanum tuberosum L.*) appartient à la famille des Solanacées, genre *Solanum* (**Quezel et Santa, 1962**), cette famille regroupe plusieurs espèces connues tels que la tomate, le tabac, le poivron et l'aubergine. La pomme de Terre, semble avoir pris naissance et avoir vécu à l'état spontané dans les rivages d'Ouest de l'Amérique latine Selon (**Grisson, 1993**).

De nos jours, cette solanacée constitue l'une des cultures légumières les plus importants dans le monde. Elle est classée en quatrième position après le blé, le maïs et le riz avec une production totale d'environ 368 millions de tonnes.

En Algérie, depuis son introduction au milieu du 19^{ème} siècle, la pomme de Terre est devenue l'une des principales cultures destinée à l'alimentation humaine. La production est passée de 2 180 961 de tonnes en 2006 à 4 400 000 de tonnes en 2013, avec 140 000 ha de Terre réservés à la production de la pomme de Terre (**MADR, 2014**). Avec une consommation annuelle de 35kg/habitant en 1990 celle-ci est passée à 102 Kg / habitant en 2012 (**FAO, 2014**).

La pomme de Terre est l'une des plantes les plus cultivées au potager mais elle est malheureusement la proie de nombreux ravageurs qui occasionnent des dégâts et compromettent les récoltes. Comme les insectes, les champignons, les mauvaises herbes et les virus ainsi que les Nématodes qui sont considérés comme les bioagresseurs les plus redoutables sur cette culture et sont les responsables de dégâts considérables à l'échelle mondiale (**Ferraz et Brown, 2002**). Parmi ces derniers on peut citer les nématodes à kyste *Globodera rostochiensis* et *G. pallida* qui sont à l'origine de nombreux dégâts, ces ennemis invisibles sont des parasites appelés anguillules des racines. 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**).

Ils représentent l'un des principaux groupes d'organismes vivant dans le sol aux abords des racines des plantes.

Les nématodes dorés de la pomme de terre ont d'abord été introduites en Algérie avec les tubercules de pomme de terre britanniques infestées en 1953. 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).

Lors de cette présente étude une synthèse bibliographique est réalisée sur des généralités sur les nématodes et sur leurs dégâts causés sur la culture de pomme de Terre.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre synthèse bibliographique 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 bioagresseur a été abordée. Les résultats de cette étude seront présentés après une analyse bibliographique sur les *Globodera* et la plante hôte.



Chapitre 1 :

*Généralités sur la culture de
pomme de terre (Solanum
tuberosum L.)*



1.1. Origine et taxonomie

1.1.1. L'origine de la pomme de Terre

La pomme de Terre (*Solanum tuberosum L.*) appartient à la famille des Solanacées, genre *Solanum* (Quezel et Santa , 1962), comprend 1000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses (Hawkes ,1990 et Dore *et al*, 2006) , 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 cultivés, des plantes sauvages différentes (Rousselle *et al*, 1992; Dore *et al*,2006).

Selon Grison(1993). La pomme de Terre, semble avoir pris naissance et avoir vécu à l'état spontané dans les rivages d'Ouest de l'Amérique latine. Sa consommation par la population indienne date des temps immémoriaux. L'introduction en Europe, vers les deuxièmes moitiés de l'16ème siècle par les navigateurs ou les pirates. Et c'est l'entrée de la pomme de Terre dans l'alimentation humaine a éloigné pour toujours la famine qui sévissait périodiquement.

1.1.2. Taxonomie

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; Doré *et al*, 2006).Selon Boumlik(1995), la position systématique de la pomme de Terre est :

Tableau n° 1: Taxonomie de la pomme de Terre.

Règne	Plante
Embranchement	Angiosperme
Sous classe	Gamopétales
Ordre	Polémoniales
Famille	Solanacées
Genre	<i>Solanum</i>
Espèce	<i>Solanum tuberosum L</i>

Boumlik(1995)

1.2. La valeur nutritive de la pomme de Terre

La pomme de Terre est cultivée à travers le monde pour la valeur nutritive de son tubercule, qui est riche en amidon, en vitamine C et en potassium (**Gagnon et al, 2007**) (**Tableau n°2**). La combinaison de tous les éléments nutritifs fait d'elle un aliment très intéressant qui prend une place importante et bien méritée dans nos menus quotidiens.

La Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de pomme de Terre présente qu'elle est riche en 77g d' eau ,et en quantité de plusieurs éléments nutritives protides , glucide et plusieurs vitamines telle que A, B1 ,B2, B6 et C et riche aussi en éléments minéraux Fer ,Calcium, Magnésium, Phosphore, Sodium et en 255 mg de Potassium comme le tableau suivant:

Tableau n°2 : Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de pomme de Terre.

Pomme de Terre crue (avec peau)								
Eau	Valeur Calorique	Protides	Glucide	Lipides	Vitamines (mg)		Les éléments minéraux (mg)	
79g	70 K cal	2g	19g	0,1g	A	5	Fer	1,8
					B1	0,11	Calcium	9
					B2	0,04	Magnésium	10
					B6	0,25	Phosphore	26
					C	19,5	Potassium	255
					PP	1,2	Sodium	2,4

(Bender, 2014.)

1.3. Importance économique et production de la pomme de Terre

La pomme de Terre joue un rôle clé dans le système alimentaire mondial. C'est la principale denrée alimentaire non céréalière du monde et la production mondiale a atteint le chiffre record de 368 millions de tonnes en 2013 (**FAOSTAT, 2014**). Plus de 150 pays cultivent la pomme de Terre sur une superficie de 194 millions d'hectares en 2013(**FAOSTAT, 2014**).

1.3.1. Dans le monde

La production mondiale de pomme de Terre est stable de 2006 à 2010. Si l'on corrèle cela à la forte baisse de la surface mondiale de cette culture ces dernières années, on peut en conclure que les cultures se sont renforcées sur le plan technique et par conséquent, les rendements ont nettement augmenté. Cependant, entre 2011 et 2013, on note une quasi-stabilité des surfaces cultivées et en même temps, une augmentation de la production qui a atteint 368 millions de tonnes en 2013. La production et les superficies mondiales des plantations sont mentionnées dans le tableau n°3.

Tableau n°3 : Productions et Superficies mondiales de la pomme de Terre. (FAOSTAT, 2014)

Années	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Productions / (millions tonnes)	307,35	323,91	329,92	334,73	333,61	375,14	365,36	368,09
Superficies cultivées / millions d'hectare	184,19	186,48	181,67	186,89	186,93	192,73	192,78	194,63

(FAOSTAT, 2014)

L'Asie et l'Europe sont les plus grands producteurs de pomme de Terre, représentant plus de 80 % de la production mondiale et le reste de la production est partagé entre l'Afrique et l'Amérique avec 7,7% et 11,4% respectivement. (Figure 1).

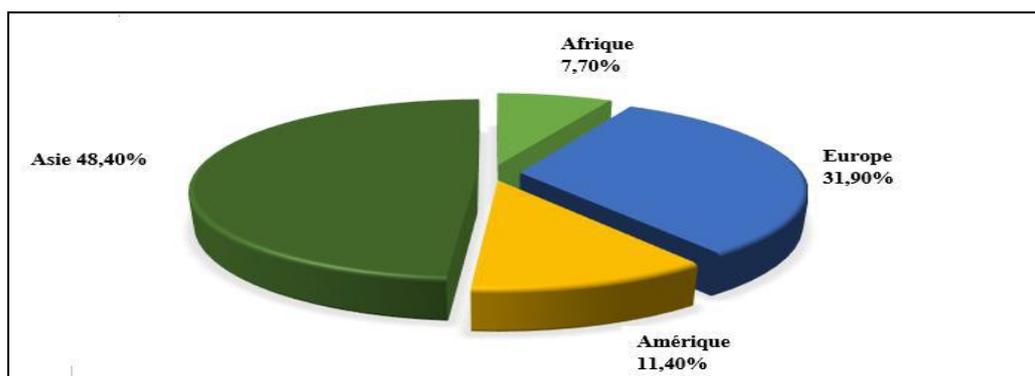


Figure 1 : Répartition spatiale de la pomme de Terre dans le monde (établie d'après les données de (FAOSTAT, 2014).

Chapitre 1: Généralités sur la culture de pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*)

Selon le tableau suivant on note que la Chine est le premier producteur de pommes de Terre avec une production de 96 millions de tonnes. Devant l'Inde avec 46 millions de tonnes, vient ensuite la Russie et l'Ukraine. Ces pays représentent 40 % du marché mondial.

Selon la FAO, la superficie des terres destinées à la culture des pommes de Terre a dépassé celui de toutes les autres principales denrées vivrières (blé, maïs, riz) dans les pays en voie de développement. En effet, la consommation moyenne par habitant est plus de 102 kg/an en 2012. La FAO estime que d'ici 2020, la demande mondiale de pommes de Terre devrait doubler. (**Tableau n°4**).

Tableau n°4: Les principaux producteurs de pomme de Terre dans le monde (**FAOSTAT, 2016**)

Pays	Quantité (t)
1. Chine	96 136 320
2. Inde	46 395 000
3. Fed .de	31 501 354
4. Ukraine	23693 350
5. Etats –Unis	20 056 500
6. Allemagne	11 607 300
7. Bangladesh	9 435 150
8. France	8 054 500
9. Pologne	7 689 180
10. Pays-Bas	7 100 258
11. Biélorussie	6 279 715
12. Egypte	4 800 000
13. Iran	4 742 240
14. Pérou	4 693 209
15. Algérie	4 673 516

1.3.2. En Algérie

La pomme de Terre est introduite en Algérie au 19^{ème} siècle. Elle est devenue l'une des principales cultures destinée à l'alimentation humaine. La production est passée de 2 180 961 de tonnes en 2006 à 4 400 000 de tonnes en 2014 (**MADR, 2014**). Avec une consommation annuelle de 35kg/habitant en 1990 celle-ci est passée à 102 Kg / habitant en 2012 (**FAO, 2014**) (**Tableau n°5**).

Tableau n°5 : Productions et Superficies cultivées de pommes de Terre en Algérie. (MADR, 2014)

Années	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Productions / (tonnes)	2 180 961	1 506 859	2 171 058	2 636 057	3 300 312	3 862 194	4 219 476	4 400 000
Superficies cultivées / hectare	98 825	79 339	91 841	105 121	121 996	131 903	138 666	140000

1.3.3. La production de la pomme de Terre dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj

La plantation de la pomme de Terre dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj peut se faire en deux périodes pendant l'année saison et arrière-saison. Les régions les plus productives sont: Hammadia, Ras El Oued (Tixter), Taghrouit (Bir Kased ali).

Les variétés les plus utilisées sont : Pour les peaux rouges : Kondor. et pour les peaux blanches Spunta (DSA, 2021).

On observe que la production dans la première campagne 2017-2018 est Presque de 7410 Q/ha pour la pomme de Terre saisonnière et de 1950 Q/ha de l'arrière-saison et dans la deuxième campagne 2018-2019 la production élevée à cause de condition climatique favorables(précipitation élevé dans cette année)de production de 16175Q dans une superficie de 61 ha de pomme de Terre saisonnière et de 4350 dans une superficie de 18 ha et dans la troisième campagne 2019-2020 la production est déminée à 8140Q dans 32ha pour la saisonnière et de 32Q de production pour l'arrière-saison dans une superficie de 32h (tableau n°6)

Tableau n°6: La production de la pomme de Terre dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj. (DSA, 20/04/2021).

Compagne	Saison		Arrière-saison		Rendement totale Q/an
	Superficies cultivées / hectare	Productions/Q	Superficies cultivées / hectare	Productions /Q	
2017-2018	38	7410	11	1950	372
2018-2019	61	16175	18	4350	506
2019-2020	32	8140	07	1350	442

1.4. Description Botanique

La plante est une espèce herbacée vivace par ces tubercules mais cultivée en culture annuelle selon (Rousselle et al.1996). Les différentes espèces et variétés de pomme de Terre ont des caractéristiques botaniques différentes. C'est pour cela qu'il est nécessaire de connaître les différentes parties de la plante (Bamouh, 1999)

1.4.1. L'appareil aérien

Chaque plante est composée d'une ou plusieurs tiges herbacées de port plus ou moins dressé et portant des feuilles composées (Rousselle et al, 1992). Comme les tiges et les feuilles, le fruit contient une quantité significative de solanine, un alcaloïde toxique caractéristique du genre. Les inflorescences sont des cymes axillaires, 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). Certaines fleurs sont souvent stériles. La production de fruits est généralement rare parfois nulle. On connaît des variétés de pommes de Terre qui fleurissent abondamment mais qui ne fructifient pas (Soltner, 1988).

1.4.2. L'appareil souterrain

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

Le tubercule de pomme de Terre n'est pas une portion de racine, c'est une tige souterraine. Comme toutes les tiges, il est constitué d'entre nœuds, courts et tapissés dans le cas présent, et porte des bourgeons que l'on appelle les « yeux » situés dans de petites dépressions. En se développant, les bourgeons donnent les germes et les futures tiges aériennes.

Les racines prennent naissance sur différentes parties : au niveau des nœuds enterrés des tiges feuillées, au niveau des nœuds des stolons ou encore au niveau des yeux du tubercule. (Figures 2 et 3) .(Boufares, 2012.)

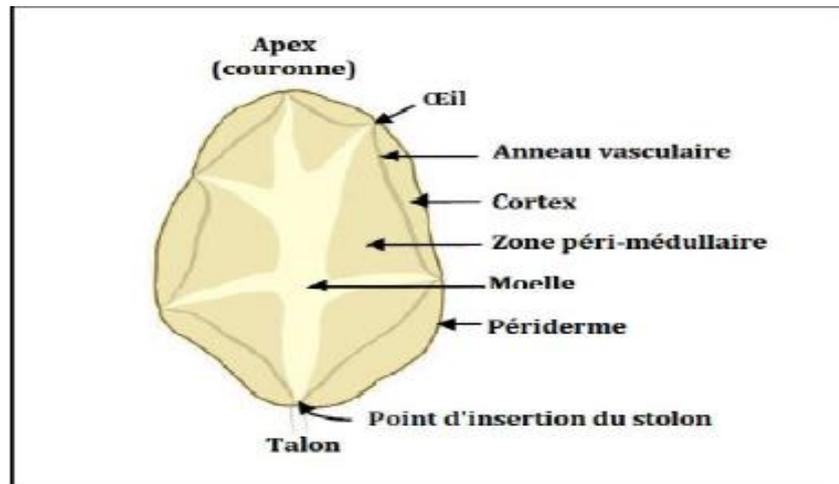


Figure 2 : Coupe longitudinale d'un tubercule de pomme de Terre (Boufares, 2012)

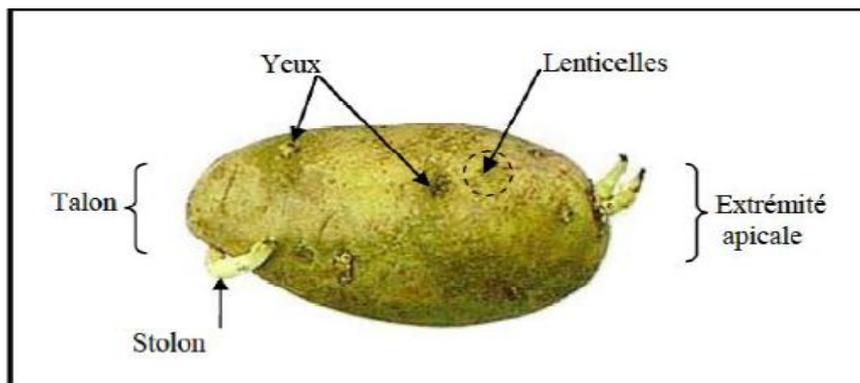


Figure 3: Principaux organes extérieurs du tubercule de pomme de Terre (Boufares, 2012)

1.5. Morphologie de la plante

La pomme de Terre est une plante vivace qui se propage par multiplication végétative et qui est cultivée comme une espèce annuelle (Rousselle et al. 1992). La plante comporte à la fois des tiges aériennes et des tiges souterraines. C'est une plante à fleurs gamopétales, dicotylédones, son port est plus ou moins dressé suivant les variétés (Darpoux et Dubelley, 1967).

La plante de pomme de Terre est constituée de deux parties :

1.5.1. Partie aérienne

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

1.5.1.1. Tiges

Chaque plante est composée d'une ou plusieurs tiges herbacées de port plus ou moins dressé, le nombre de tiges est influencé par le calibre du plant, son âge physiologique, les conditions de conservation et de germination (**Grison, 1983**).

1.5.1.2. Feuilles

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

Les folioles présentent de nombreux caractères distinctifs, mais assez fluctuants, notamment leur nombre, forme, couleur, pilosité et longueur des pétioles et pétiolules. Les jeunes feuilles sont densément recouvertes de poils soit longs et droits, soit courts et de type glandulaire (**trichomes**) (**Cutter, 1978**).

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

1.5.1.3. 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. Elle 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**).

1.5.1.4. Fruits

Le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de 1 à 3 centimètre de diamètre, de couleur verte ou brun violacé, jaunissant à maturité. Il contient généralement plusieurs dizaines de graines, petites, plates, réniformes, baignant dans une pulpe mucilagineuse provenant de la transformation de l'endocarpe du fruit (**Rousselle et Robert, 1996**).

1.5.2. Système souterrain

Le système souterrain représente la partie la plus intéressante de la plante puisqu'on y trouve les tubercules qui confèrent à la pomme de Terre sa valeur alimentaire. L'appareil

souterrain comprend le tubercule mère desséché et des tiges souterraines ou stolons (**Rousselle et Robert, 1996**).

1.5.2.1 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**).

1.5.2.2 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. Les stolons apparaissent normalement aux nœuds basaux, enterrés, des tiges (**Rousselle et al. 1996**).

1.5.2.3 Tubercule

Il se forme par hypertrophie de l'extrémité du stolon, le tubercule possède les caractéristiques morphologiques et anatomiques d'une tige. Quatre critères principaux permettent de caractériser les tubercules (**Rousselle et al, 1996**) :

- la forme
- la couleur et la texture de la peau
- l'enfoncement des yeux
- la couleur de la chair

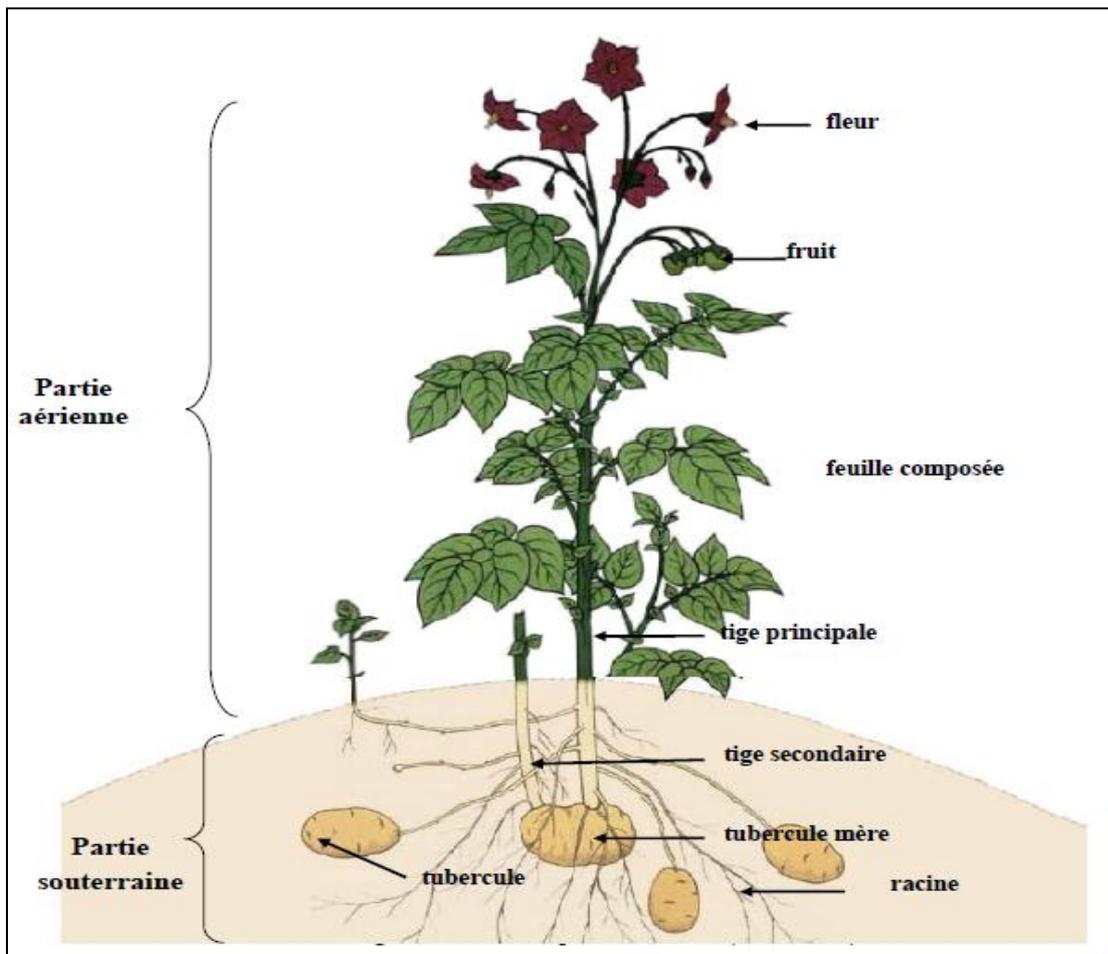


Figure 04 : Plant de la pomme de Terre (FAO, 2008).

1.6. Le cycle du développement de la pomme de Terre

La pomme de Terre est, dans les conditions les plus fréquentes, une espèce à multiplication végétative. Sa reproduction est alors assurée par un tubercule, organe de réserve riche en eau et en substances nutritives. Ce tubercule est, du point de vue anatomique, une tige modifiée aux entre-nœuds courts et épaissis et dont les bourgeons vont donner naissance à des germes (Rousselle et al, 1996).

Le cycle annuel de la pomme de Terre comprend plusieurs phases d'après (Soltner, 1988) (Figure 05).

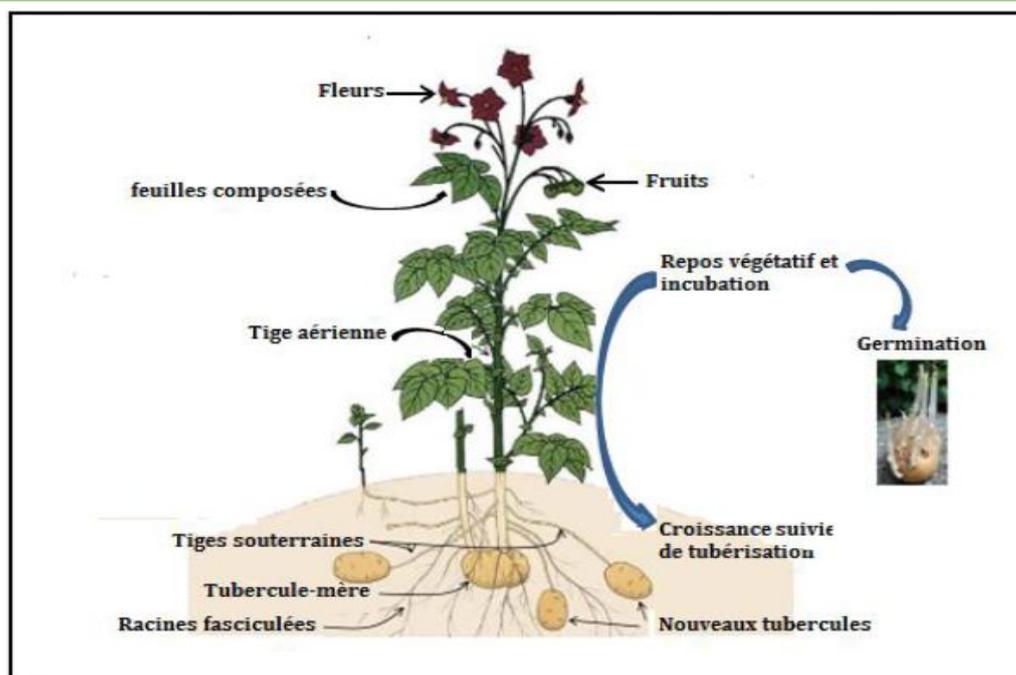


Figure 5: Le cycle du développement de la pomme de Terre (Oswaldo, 2010)

1.6.1. Germination

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

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

1.6.2. Levée

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

1.6.3. La tubérisation et la croissance des tubercules

Le tubercule est la justification économique de la culture de pomme de Terre puisqu'il constitue la partie alimentaire de la plante et en même temps, son organe de propagation le plus fréquent. Ce phénomène de tubérisation est réalisé 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)

1.6.4. Sénescence

C'est la phase finale à laquelle, il y' a arrêt du grossissement du plant .Les tubercules se trouvent dans un état de repos végétatif .Ils ont pu montrer que la période de forte augmentation du rendement se terminait au moment de l'apparition des premières feuilles jaunes à la base de plante qui correspond aussi au maximum du taux d'amidon dans les tubercules (**Rousselle, 1996**)

1.7. Les principales variétés de pomme de Terre en Algérie

Les variétés les plus demandées en production sont :

- Pour les peaux rouges : Désirée, Kondor, Bartina et Amorosa.
- Pour les peaux blanches : Timate, Spunta, Diamant, Nicolas et Atlas (**DSA, 2014 in Galfout**).

Cette gamme variétale concilie les habitudes de consommation de chaque région en fonction de facteurs souvent subjectifs de couleur de la peau, de la productivité et la rusticité.

Globalement, la demande des agriculteurs en variétés à peau rouge et à peau blanche est de moitié-moitié satisfaite en fonction des disponibilités du marché international en tenant compte de la gamme variétale homologuée en Algérie.

Pour les aspects variétaux, il y a lieu de signaler que parmi les 24 variétés enregistrées en 1973 et 91 en 2002, la liste a été arrêtée à 122 variétés performantes et homologuées actuellement réparties comme suit :

- Variétés à peau blanche : 96
- Variétés à peau rouge : 26

Pour qu'une variété de pomme de Terre soit importée et cultivée en Algérie, elle doit obtenir l'homologation délivrée par le centre national de contrôle et certification « **CNCC** », ceci après des essais de comportement sur plusieurs saisons dans différentes régions du pays.

1.8. Les maladies et les ennemies de la pomme de Terre

La culture de la pomme de Terre (*Solanum tuberosum*) est sujette à de nombreux pathogènes (**tableau n°7**) et ravageurs (**Tableau n°8**), notamment des insectes, des acariens, des champignons, des protistes fongiformes, des bactéries, des virus et des nématodes.

Tableau n°7: Les principales maladies de la pomme de Terre évident dans le tableau suivant (Serail ,2003)

Maladie	Agent causale	Symptômes
Maladies fongiques		
Le mildiou de la pomme de Terre.	<i>Phytophthora infestans</i> (Mont .) de Barry.	-Des taches foliaires avec des bordures jaunes et feutrage blanc à la face des feuilles. - Des nécroses des feuilles et des tiges. -Des pourritures sur tubercules.
Alternariose de pomme de Terre .	<i>Altrnaria solan</i> <i>Altrnaria alternata</i> (Fr.)Keissel.	-Des lésions typiques avec des taches nécrotiques en anneaux concentriques et halo jaunâtres. -Des pourritures sèches sur tubercules .
Maladies bactériennes		
La jambe noire et pourriture molle de la pomme de Terre.	<i>Erwinia carotovova</i> Sub sp <i>atroseptica</i> (Van Hall) <i>Erwinia carotovora</i> Sub sp <i>carotovora</i> Johns 1901.	-Sur feuillages nécrose plus au moins sèches. -Pourriture humide à la -base de tige ; jaunissement flétrissement et/ou enroulement des feuilles. -Sur tubercule pourriture molle interne.
Les pourritures brunes de la pomme de Terre	<i>Ralstonia solanaceatun</i> Smith 1896	-Flétrissement de la plante. -Pourriture brune de l'anneau vasculaire. -Présence d'un mucus blanchâtre.
Gale commune de la pomme de Terre	<i>Streptomyces scabies</i> Thaxter ;1992	-Développement des lésions superficielles ou profondes parfois ses lésions couvrent la surface entière des tubercules.
Maladies virales		
La mosaïque plane de la pomme de Terre	Virus X de la pomme de Terre	-Des mosaïques planes ou bénignes.
Les viroses de la pomme de Terre	Virus A de la pomme de Terre (PVA). Virus S de la pomme de Terre (PVS). Virus M de la pomme de Terre(PVM)	Déformation, enroulement et rigidité des feuilles ou encore un nanisme de la plante. Sur le tubercule nécrose superficielle par PVY.

Tableau°8:Quelques ravageurs de la pomme de Terre. (Serail, 2003)

Ravageurs	Symptômes et Dégâts	Moyens de lutte
Taupin (<i>Agriotes</i> spp).	<ul style="list-style-type: none"> -Seules les larves sont nuisibles -Perforation des tubercules. -Les dégâts sont accentués dans les sols humides qui font remonter les larves vers la surface. 	<ul style="list-style-type: none"> -Eviter la mise en culture d'anciennes prairies. -Bonnes rotations. -Retourner et travailler superficiellement les sols pour destruction mécanique et dessèchement des larves.
Nématodes à kyste, à galle.	<ul style="list-style-type: none"> -Végétation chétive, différents symptômes sur racines, petits tubercules. -une réduction du système racinaire. -un feuillage jaunâtre, flétri ou desséché. - une floraison et une fructification réduite. - un retard dans la croissance des plants. 	<ul style="list-style-type: none"> -Rotation longue (5 ans minimum).
Doryphore (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>)	<ul style="list-style-type: none"> -Larves et adultes rongent les folioles ; transmission de virus et phytoplasmes. -Défoliation 	<ul style="list-style-type: none"> - Faire un traitement chimique généralisé, les larves sont facilement tuées par la plupart des insecticides mais les adultes sont très résistants. - De nombreux insecticides homologués vis à vis des pucerons présentent également une efficacité contre le doryphore.
Pucerons (<i>Aphis nasturtii</i> , <i>Aulocorthum Solani</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i>)	<ul style="list-style-type: none"> -Pas de dégât direct sur le rendement; transmission de virus et phytoplasmes. - Déformation, décoloration. -Dessèchement des pousses. - Formation de fumagine sur les feuilles. -Les extrémités des pousses et les fleurs sont colonisées. 	<ul style="list-style-type: none"> -Produits homologués à base de pyrèthrine et huile de colza -Favoriser les Auxiliaires naturels. -Les méthodes de lutte passent alors par une surveillance des populations de pucerons par piégeage (pièges jaunes disposés en parcelle ou pièges à

Chapitre 1: Généralités sur la culture de pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*)

	-Les piqures entraînent un ralentissement de la croissance des plantes et une diminution du rendement.	succion à portée régionale comme le réseau EXAMINE). - Les traitements insecticides.
--	--	---



Chapitre 2 :

*Généralités sur les nématodes à kystes
de la pomme de terre (Globodera sp)*



2.1. Diversité des nématodes

Les nématodes sont des organismes vermiformes cylindriques non segmentés occupant des niches écologiques très diverses sur la planète. S'ils comprennent différentes formes, libres ou parasites d'animaux ou de végétaux, les nématodes sont tous des animaux aquatiques. Ils exploitent différents milieux tels que les océans et les mers, les eaux douces mais aussi les fluides corporels, les films d'eau dans le sol ou sur les végétaux. Ce sont les organismes les plus abondants de tous les métazoaires en termes de nombre d'individus dans de nombreux écosystèmes, notamment ceux du sol. Excepté leur morphologie très homogène, les nématodes présentent une très grande diversité avec un nombre total d'espèces dans le phylum *Nemata* estimé entre 40000 et 10 millions (**Blaxter, 1998; Dorris et al, 1999 ;Blumenthal et al, 2004**). Ce grand nombre d'espèces (26000 décrites selon **Hugot et al, 2001**), les place au deuxième rang dans le règne animal après les insectes. Les nématodes ont également des régimes alimentaires très diversifiés. Certaines espèces sont bactériophages, comme le nématode "modèle" *Caenorhabditis elegans*, d'autres sont entomopathogènes (ex : *Steinernema* spp ou *Heterorhabditis* spp), parasites d'animaux (ex : *Ascaris* spp, *Brugia* spp ou *Trichinella* spp) ou encore prédatrices (ex : *Mononchus* spp). Enfin, parmi toutes les espèces de nématodes décrites, seulement 15% sont des parasites de plantes (ex : *Globodera* spp, *Meloidogyne* spp, *Pratylenchus* spp, *Ditylenchus* spp...).

2.2- Organisation structurale des nématodes

Les nématodes sont des organismes vermiformes à symétrie bilatérale recouverts d'une cuticule continue et souple mais très résistante.

Ce sont des vers microscopiques, de forme ronde et allongée, mesurant environ 0.3 mm à 0.5 mm de longueur et d'environ 0.4 mm de diamètre.

Ils sont ainsi contraints à croître de façon discontinue en passant par quatre mues larvaires avant d'atteindre la forme adulte. Même si leur taille est très variable, (**Blumenthal et al, 2004**), l'immense majorité des espèces ne dépasse pas 1 à 2 mm. Ils possèdent une musculature longitudinale qui entoure le tube digestif rectiligne est constitué d'un œsophage, d'un intestin et d'un anus situé à la base de la queue. Se terminant par la bouche et l'anus aux extrémités et les glandes génitales (Figure 6). Les cellules longitudinales musculaires sont connectées aux cordes nerveuses par des expansions (cellules neuromusculaires). Les nématodes possèdent des organes sensoriels, les amphides situées à l'extrémité antérieure et

les phasmidés à l'extrémité postérieure. Les nématodes n'ont ni système circulatoire, ni système respiratoire cependant ils ont une musculature qui les entoure de la bouche à l'anus qui leur permet de se mouvoir. Enfin ces organismes possèdent un hypoderme produisant deux cordes longitudinales hébergeant les cordes nerveuses.

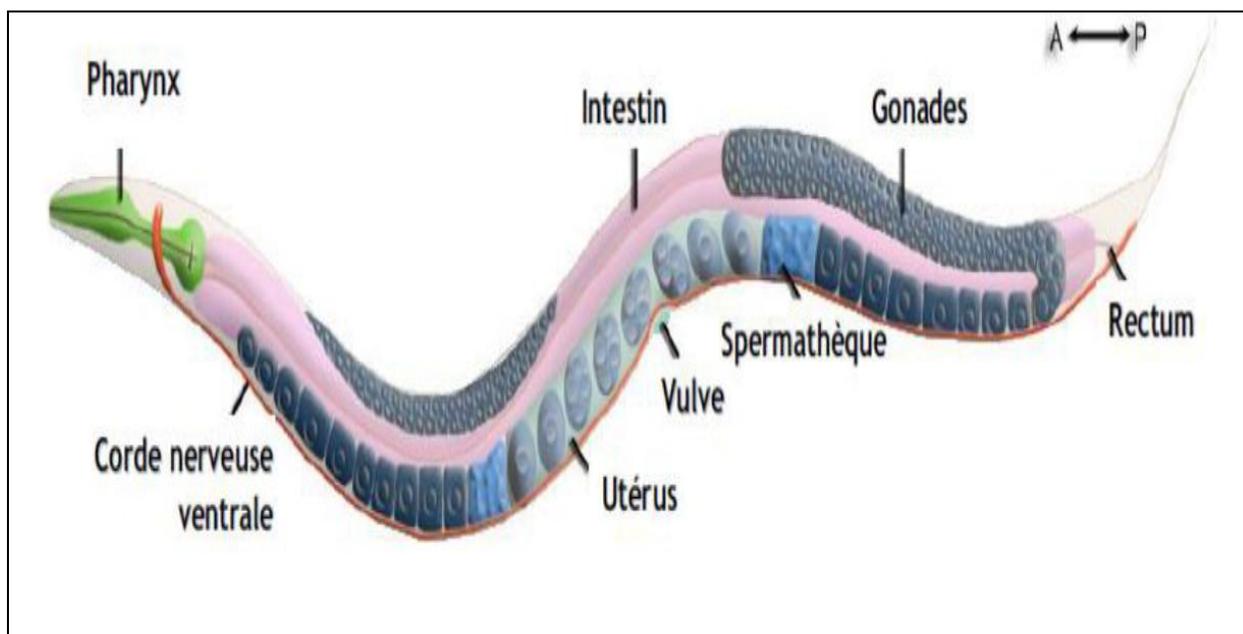


Figure 6 : Structure d'un nématode (femelle) (Altun et Hall, 2010)

Chez les nématodes phytopathogènes, on observe un caractère commun au niveau de leur bouche, c'est ce que l'on appelle le stylet. Il s'agit d'un organe creux qui ressemble fortement à une aiguille hypodermique. Ce stylet leur sert à perforer les cellules végétales, à y injecter des enzymes lytiques afin d'en extraire la sève végétale. Les nématodes peuvent ainsi se nourrir grâce à lui en perforant les parois cellulaires des plantes et en aspirant le contenu des cellules.

L'aspiration est possible grâce au bulbe médian qui est un organe musculéux agissant comme une pompe. En fonction de la stratégie parasitaire du nématode c'est-à-dire ectoparasite, endoparasite ou ecto-endoparasite, le stylet pourra avoir une forme et une longueur différente.

Il ya quelques déference entre le nématode femelle et male qu'il est présenté dans la figure 7:

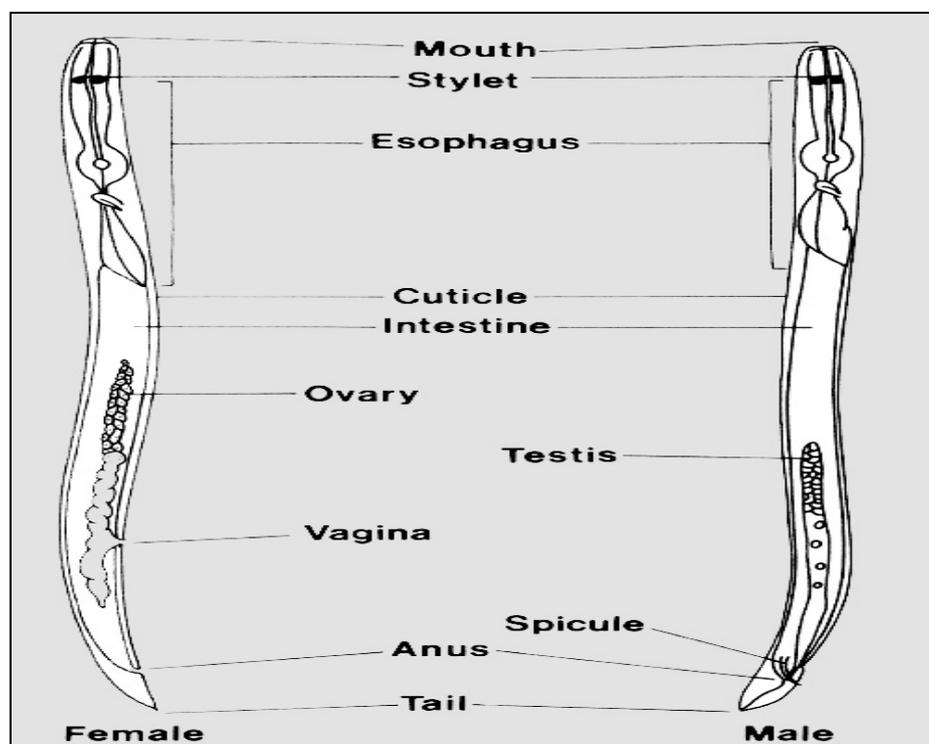


Figure 7:Schéma comparatif de nématodes phytopathogènes, femelle et mâle.

www.apsnet.org/edcenter/intropp/PathogenGroups/Pages/IntroNematodes.aspx

2.3. Distribution géographique des nématodes à kystes 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).

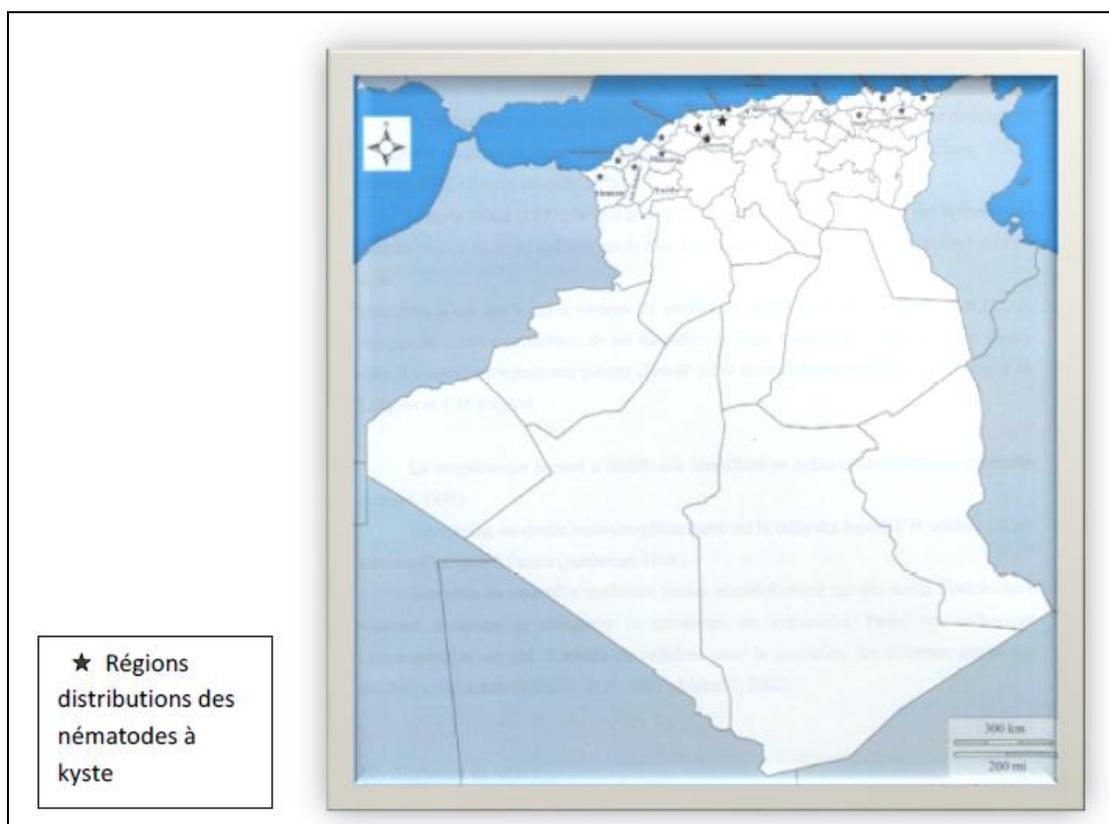


Figure 8: Distribution géographique des nématodes à kyste « *Globodera* » en Algérie.
(Daniel Dalet/d-maps.com.)

2.4. Facteurs édaphiques influençant les nématodes

Les principaux facteurs influençant les conditions de sol agissent directement ou indirectement sur leur nocivité. Les facteurs les plus importants sont :

- La température.
- L'humidité.
- La texture du sol.
- L'aération.
- Les propriétés chimiques du sol.

D'autres facteurs qui influencent la croissance de la plante ont aussi un effet sur les nématodes. De plus, la résistance de la plante et les mauvaises herbes qui entretiennent les populations de nématodes sont en relation directe avec l'augmentation des populations de nématodes et la gravité des dégâts (**Scurrah, 1977**).

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

Le nématode doré (*Globodera rostochiensis*) et le nématode à kyste pâle (*Globodera pallida*) sont des vers ronds microscopiques, invertébrés et hétérotrophes qui peuvent causer des dommages considérables aux racines des plantes, essentiellement de la famille des Solanacées.

Ces organismes sont des endoparasites sédentaires qui établissent une relation très étroite avec leur plante hôte (Blanchard, 2006 ; Sobczak et Golinowski, 2011).

2.5.1. Position systématique

D'après Poignat (1951) in Belhaj benyahia (2007) ; les nématodes à kystes se classe comme suit :

Tableau n°9 : Systématique de nématodes à kystes.

Embranchement	Némathelminthes
Classe	Nématoda
Sous classe	Secernentea
Ordre	Tylenchida
Super Famille	Tylenchoidea
Famille	Heteroderidae
Sous famille	Heteroderinae
Genre	<i>Globodera</i>
Espèce	<i>Globodera rostochiensis</i> et <i>Globodera pallida</i>

2.5.2. 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 Megniery, 1971).

2.5.2.1. Les males

Les mâles sont de forme allongée atteignant 1 mm de longueur (Bonnemaison, 1962) (Fig.9).

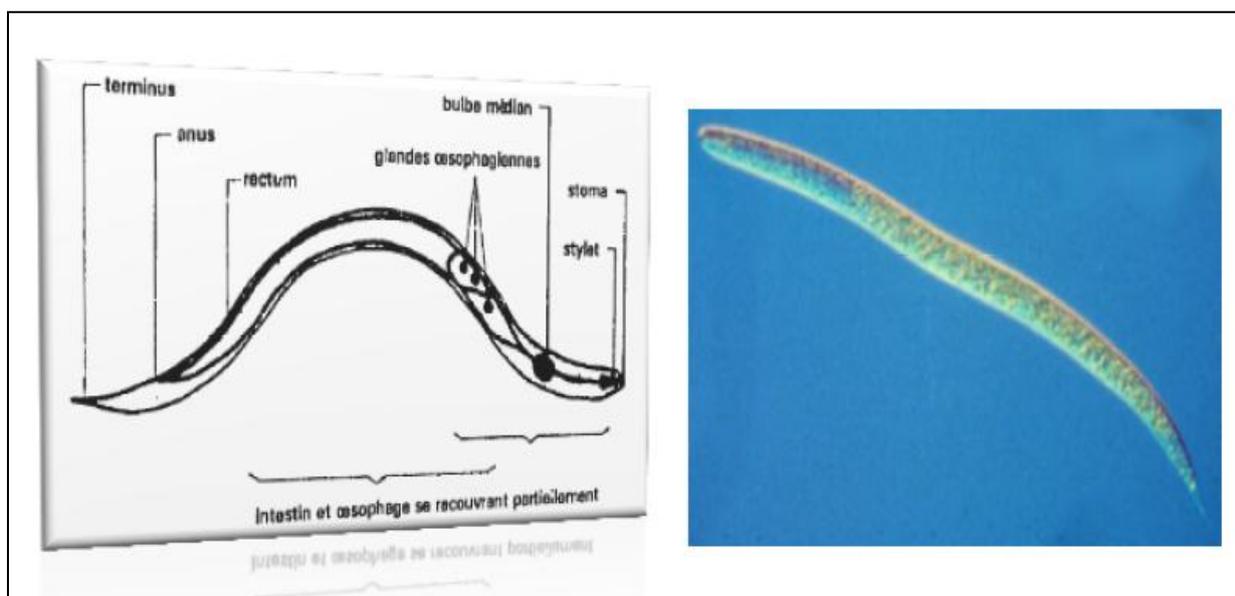


Figure 9: Adulte mâle d'un nématode à kyste de la pomme de Terre (ITCMI, 2006).

2.5.2.2 Les femelles

Les femelles sont sphériques avec un cou qui contient l'œsophage et les glandes associées ; leur diamètre est de 450µm environ. (Golden et al. 1972 ; Stone, 1973) de couleur jaune puis brune pour *Globodera rostochiensis* et blanche puis brune pour *Globodera pallida* (Pickup et Hockland, 2002) (Fig.10).

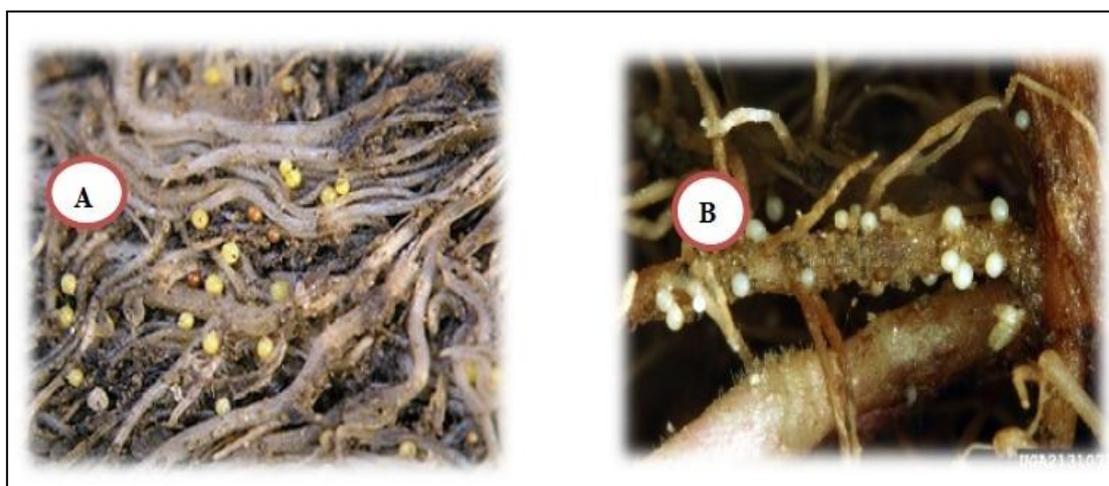


Figure.10 : A : Femelles matures de *Globodera rostochiensis* (A) et *Globodera pallida* (B) (ITCMI, 2008).

2.5.2.3 Le kyste

A maturité, le corps de la femelle se gonfle et se transforme, après fécondation en sacs sphériques, résistants, de couleur brune rouge appelés kystes de 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.11.).



Fig. 11 : Kystes de *Globodera sp.*(Bélaïr et Laplante, 2007).



Figure 12: Nématodes à kyste du genre *Globodera*. (INRA, 2008)

A : Juvénile de second stade de *G. pallida*,

B : kyste ouvert de *G. pallida* montrant les œufs de nématodes,

C : femelles de *G. pallida* faisant saillie à la surface de racines de pomme de Terre

D : kystes de *G. pallida*

2.5.2.4. La larve

Le deuxième stade larvaire du nématode à kyste de la pomme de Terre a une morphologie caractéristique. Ce stade, qui ne peut être étudié qu'à l'aide d'un microscope, ressemble typiquement à un ver rond allongé et filiforme avec deux extrémités effilées et annulaires. La longueur du corps est comprise entre 440 à 470 μm (Schneider et Mugniery, 1971) (Fig. 13).



Figure13: Larve du deuxième stade (Hodda et Lawrence, 2009).

2.6-Cycle de vie des nématodes phytopathogènes à kyste

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

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

Voilà le cycle de vie des nématodes à kystes, endoparasites sédentaires (fig. 14 et 15)

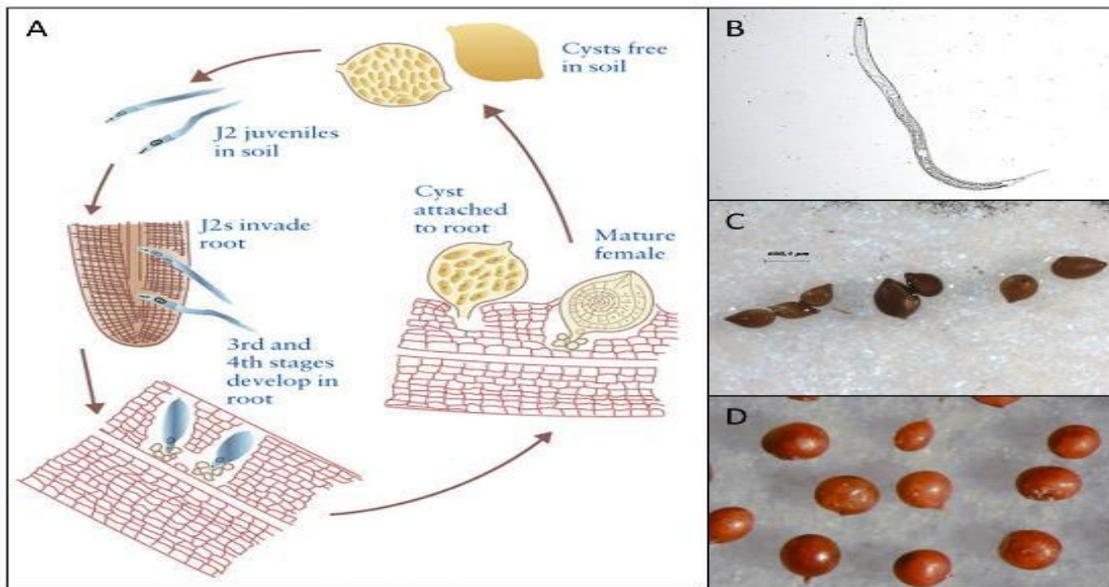


Figure 14: Cycle biologique schématique d'un endoparasite sédentaire à kyste (**Bridge et Starr ,2007**) et exemples (photographies au microscope optique) (crédits: ANSES, LSV).A:Le stade larvaire L1 à lieu dans l'œuf et n'apparait donc pas. B: Larve d'*Heterodera*. C: Femelles *Heterodera sp.*enkystées. D: Femelles *Globodera sp.*enkystées.

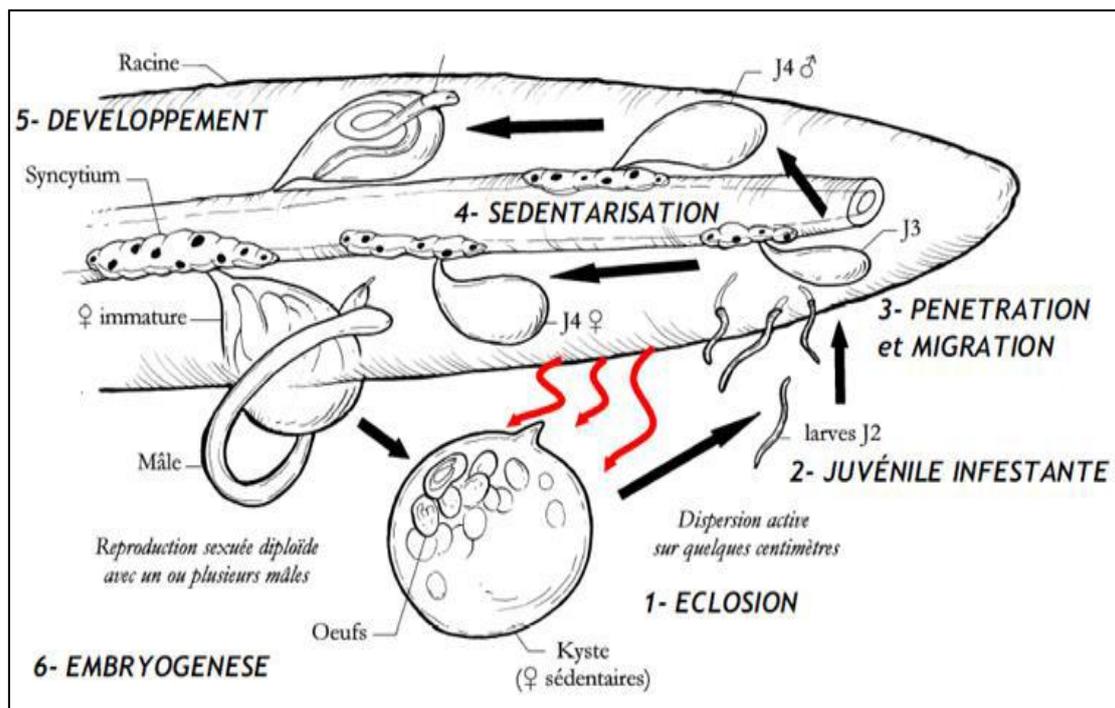


Figure 15: Cycle biologique des nématodes à kyste du genre *Globodera*. Les flèches rouges symbolisent l'émission d'exsudats radiculaires par la plante hôte qui sont ensuite perçus par les nématodes dans le kyste (**Picard ,2005**).

2.6.1. Phase exophyte

- Le stade larvaire L1 se développe dans l'œuf. La larve effectue sa première mue et détruit l'œuf dans lequel elle se situe.

Une larve de stade L2 va donc être libérée.

- La larve L2 est la forme libre qui se dissémine dans le milieu extérieur.

Elle est attirée vers les racines par chimiotactisme.

2.6.2. Phase Endophyte

- Elle pénètre ensuite dans la racine, migre entre les cellules vers l'apex racinaire.

Il y a alors formation d'un site nourricier. Ce site nourricier entraîne une rupture partielle de la membrane cellulaire en grossissant.

Il forme alors un syncytium avec les cellules voisines.

- Ce syncytium va s'étendre longitudinalement pour permettre à la larve de passer ces différents stades larvaires (mues) jusqu'au stade adulte.

- Une fois au stade adulte, les mâles sortent dans le milieu extérieur alors que les femelles pondent à l'extérieur ou à l'intérieur du syncytium.

- A la mort de la femelle, la cuticule du syncytium se durcit et brunit pour former ce que l'on appelle un kyste.

Le kyste est une forme de protection très efficace pour les œufs.

En effet, il peut contenir plusieurs centaines d'œufs et cela pendant plusieurs années

2.7. Les Plantes hôtes

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

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

telles que la Morelle douce-amère (*Solanum dulcamara*) et la Jusquiame (*Hyoscyamusniger*) (Blanchard, 2006).

2.8. Les symptômes et les Dégâts des Nématodes à kyste

2.8.1. Les symptômes

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

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. (Figure16)
- 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.

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



Figure16: Symptômes de *Globodera sp*.

(A) sur plants et tubercules (**Padil, 2010**),

(B) en plein champ de pomme de Terre (**Mugniery, 1996**).

2.8.2. Les Dégâts

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

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

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

des méthodes de lutte durables et plus respectueuses de l'environnement. L'accent est particulièrement mis sur les nématodes qui causent le plus de dégâts, notamment les nématodes à kystes et à galles.

La figure 17 montre les symptômes de nématodes *Globodera sp*. Sur les tubercules et racines de la pomme de Terre.



Figure 17 : Les dégâts de *Globodera sp*: (A) sur tubercules, (B) Sur les racines de pomme de Terre (FNPT. 2012).

2.9. Méthodes de lutte contre les nématodes à kyste

L'utilisation de substances chimiques est actuellement la méthode de lutte la plus utilisée. Néanmoins, face à l'interdiction progressive et planifiée des nématicides du fait de leur toxicité pour l'environnement ainsi que pour les utilisateurs, il est urgent de proposer des méthodes de lutte alternatives. Certaines relevant de pratiques culturales ou d'interventions techniques existent mais ne semblent pas être suffisamment efficaces : prophylaxie, lutte culturale, lutte physique. La lutte biologique a également été envisagée mais ne semble pas être applicable en conditions de culture pour le moment. Actuellement, les méthodes de lutte les plus prometteuses reposent sur l'utilisation de variétés résistantes suffisamment efficaces et qui peuvent assurer un contrôle durable des populations de nématodes.

2.9.1. Prophylaxie

- 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.
- La destruction des cultures contaminées et des mauvaises herbes (telles que morelle, amarante, chénopodes, rumex *etc.*) qui permettent aux nématodes de se maintenir.
- Privilégier le travail du sol dans des zones saines plutôt que dans des zones infestées.

Cependant les capacités de survie des nématodes dans le sol sont supérieures à dix ans et rendent cette méthode difficilement applicable. Il est admis qu'un minimum de sept ans est nécessaire entre deux cultures de pomme de Terre (**Mugniéry et Phillips, 2007**).

2.9.2. Lutte cultural

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**). 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, 1984**). En France, une population de *G. pallida* a été réduite de 80% par an par l'utilisation de la pomme de terre comme plante piège. De même, la morelle de Balbis : *Solanum sisymbriifolium* est une plante piège qui présente une résistance complète, l'utilisation de cette plante a permis des diminutions de 50 à 80% des populations des kystes des *Goblodera* (**Chauvin et al, 2008 ; Duvauchelle, 2013**).

- Modifier les pratiques culturales pour éviter la multiplication du nématode: récolte précoce des pommes de Terre avant maturité des nématodes, par exemple. Ces méthodes ne sont pas forcément les plus adaptées ou les plus faciles à mettre en place.

2.9.3. Lutte physique

Il existe deux moyens de lutte physique :

- La solarisation (augmentation de la température su sol, en surface, par bâchage). (**Figure 18**)
- L'inondation (les nématodes meurent par asphyxie).



Figure 18 : Désinfection par solarisation des sols. **W.E.B.M.A.S.T.E.R. (2019, 20 juillet)**.

Ce sont deux moyens très peu utilisés pour des raisons pratiques (manqué d'ensoleillement, utilisation des parcelles difficile après inondation, coût).

-La jachère nue: Elle a pour principe de laisser nu la Terre pendant plusieurs mois ou années et surtout durant les saisons sèches. En effet, sans végétaux hôtes, les parasites ne peuvent survivre et sont détruits.

Cependant cette méthode peut entrainer des dégradations de la qualité du sol, telles que la perte de l'azote en profondeur lors de fortes pluies, le tassement du sol lors d'intervention de labourage voire même des problèmes de ravinement.

2.9.4. Lutte chimique

Il existe trois types de traitements chimiques :

- les fumigants qui ont des propriétés nématicides, mais aussi bactéricides, fongicides et herbicides.
- les organophosphorés.
- 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.

2.9.5. Lutte biologique

-Certains micro-organismes sont connus pour contrôler des nématodes phytoparasites des genres *Globodera*, *Meloidogyne* et *Pratylenchus* :

- Champignons du sol : prédateurs (*Arthrobotrys irregularis*) ou parasites des nématodes (*Paecylomyces lilacinus*)
- Certaines bactéries du genre *Bacillus* ou *Pasteuria penetrans* (**Figure 19**).

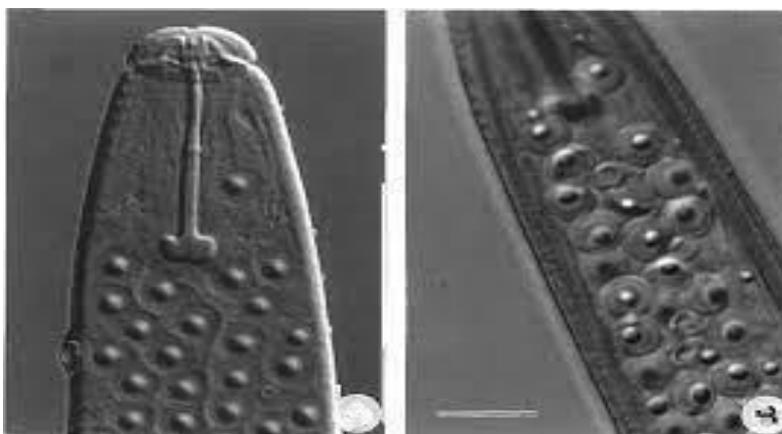


Figure 19 : Microphotographie présente *Pasteuria penetrans* se fixent sur le nématode juvénile à kystes (William Peter Wergin , 2011)

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.

2.9.6. Lutte intégrée

C'est une approche de planification et de gestion des cultures et alors de décision dans laquelle on va combiner différents moyens de lutte : culturaux, chimiques, physiques et

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

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

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



Conclusion

Conclusion

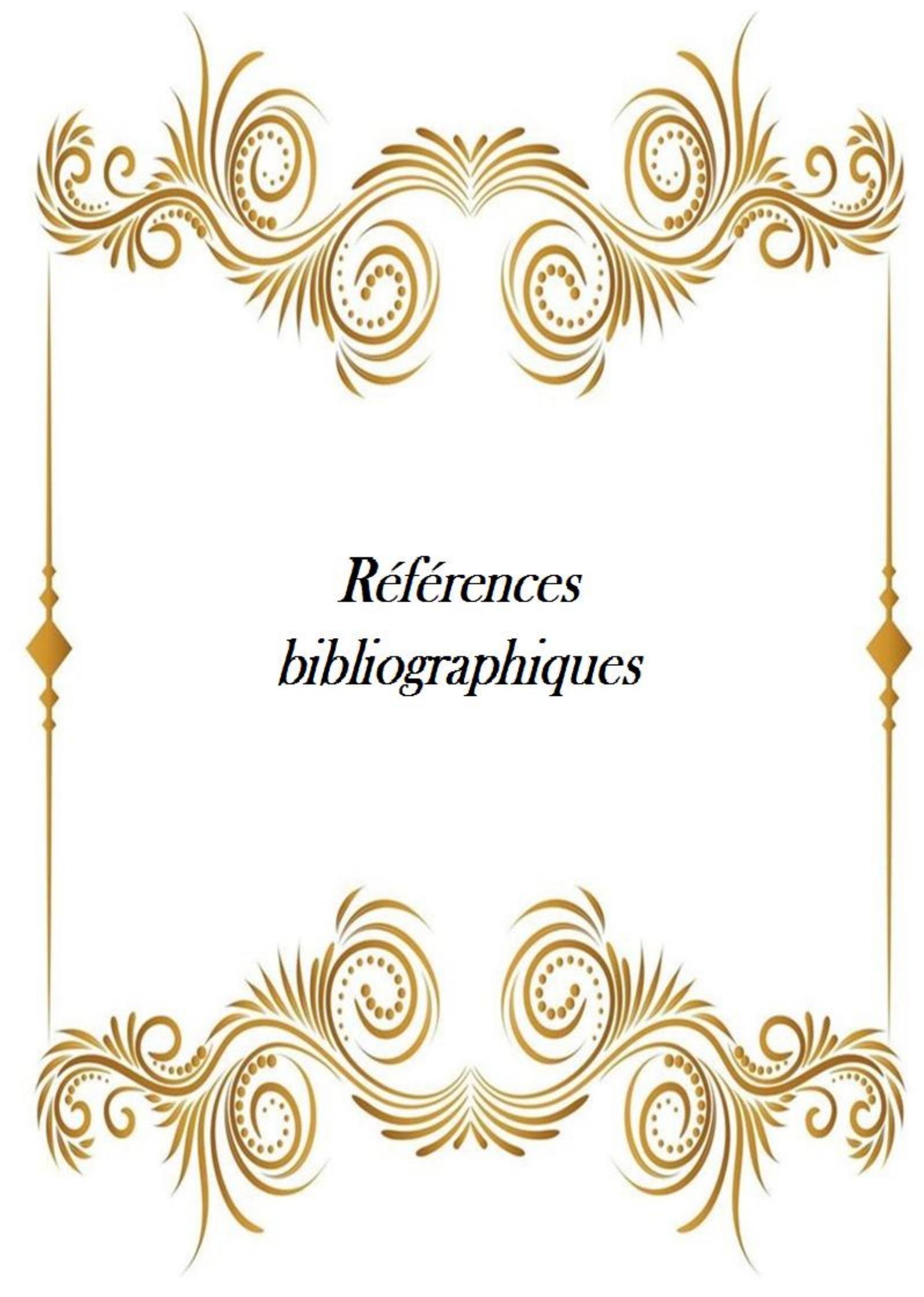
En Algérie, l'agriculture a toujours constitué un élément clé dans le développement. La pomme de Terre (*Solanum tuberosum* L.) fait partie des cultures vivrières les plus importantes et se classe en premier par rapport aux autres cultures maraîchères.

Vu l'importance de la pomme de Terre dans la ration alimentaire, elle est incontestablement parmi toutes les espèces maraichères, qui a connu la progression la plus forte au sein des systèmes de culture depuis l'indépendance. La filière pomme de Terre a donc acquis un poids considérable dans l'économie agroalimentaire du pays..

La culture de la pomme de Terre est sujette à plusieurs maladies et ravageurs, dont les nématodes du genre *Globodera* comme le nématode doré (*Globodera rostochiensis*) et le nématode à kyste pâle (*Globodera pallida*) qui sont des vers ronds microscopiques invertébrés qui peuvent causer des dommages considérables aux racines des cultures hôtes, 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.

Les risques étendus que les nématodes à kystes font courir à nos pomme de Terre ne doivent pas être sous-estimés, seule la lutte intégrée est en mesure de minimiser leurs dégâts. A notre avis il faut renforcer les recherches concernant les nématodes de pomme de Terre de la manière suivant:

- Surveiller de manière accrue nos peuplements de pomme de Terre par une présence permanente sur terrain.
- Former de façons continue ce personnel en matière d'entomologie et lutte contre les ennemis de culture de pomme de Terre ; en afin d'en faire un personnel qualifié.
- Equiper les services de protection des cultures maraîchères en générale et spécifiquement la pomme de Terre .
- Mettre en place des mécanismes permettant l'application des résultats de la recherche concernant les nématodes à kystes de pomme de Terre.



*Références
bibliographiques*

(A)

1. **ALTUN Z. F. & HALL D. H.,2010:** Atlas of *Caenorhabditis elegans* anatomy, [http://www.wormatlas.org/handbook/contents,htm](http://www.wormatlas.org/handbook/contents.htm), consulté le 15-03-2011. Amélioration, Ennemis Et Maladies, Utilisations. 1 Ed. Paris :INRA Editons. P278.

(B)

2. **BAMOUEH A,(1999)**-Technique de production de la pomme de Terre au maroc, fiche technique, N°52.PNTTA.4P.
3. **BAMOUEH H., (1999)** Technique de production de la pomme de Terre, Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, N°58, p.p.1-5.
4. **BLAIR G. et LAPLANTE G., 2007 :** Les nématodes à kyste de la pomme de Terre, *Globodera rostochiensis* : Mise au point sur la situation au Québec. *CRDH, St-Jeansur-Richelieu; ACIA, Québec.*
5. **BELHAJ BENYAHIA F., (2007):***Variation de l'infestation de quelques parcelles de pomme de Terre par le nématode doré du genre Globodera. Test de sensibilité de deux variétés (Desirée et Spunta) au laboratoire. Mémoire d'ingénieur en Agronomie, Institut National Agronomique El-Harrach, Alger, 57 p.*
6. **BERNHARDS U., 1998**-La pomme de Terre *Solanum tuberosum* l. monographie institut national agronomique paris- grignon.
7. **BLAXTER M. 1998 :** *Caenorhabditis elegans* is a Nematode. *Science* 282:2041-2046.
8. **BLUMENTHAL ET AL, 2004: BLUMENTHAL T, DAVIS RE. 2004 :** Exploring nematode diversity. *Nature Genet.*36:1246-1247.
9. **BLUMENTHAL T, DAVIS RE. 2004 :** Exploring nematode diversity. *Nature Genet.*36:1246-1247.
10. **BONNEMAISON L., 1962 :**Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts .Ed. Sep., Paris, Pp.11-52.
11. **BOUFARES., 2012**-Comportement de trois variétés de pommes de Terre (spunta, Désirée et Chuback) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique p3-4-6-7.
12. **BOUMLIK, (1995).**Systématique Des Spermaphytes, Ed Office Des Publications Universitaires Ben Aknoun De Alger .80p.

13. **BRIDGE AND STARR 2007**:Analyse exploratoire des variables structurant la capacité des communautés de nématodes phytoparasites à limiter l'implantation du nématode de quarantaine *Meloidogyne chitwoodi*. DeNathan GARCIA.
14. **BUISSON A., CHABERT A., CHAMPEIL A., FOUMET S., MUGNIERY D., RIVOAL R. ET TAUPIN P., 2011** : Nématodes des grandes cultures (Paris: ACTA- Le réseau des instituts des filières animales et végétales).

(C)

15. **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.
16. **CUTTER E.G., 1978**-Structure and development of potato plant.In :The Potato Crop.

(D)

17. **DARPOUX R ET DUBELLEY M, 1967.**Les plantes sarclées .Edition.J.B.Baillière et fils France.Collection d'Enseignement Agricole.307p.
18. **DAVID .A BENDER 2014.**(s.d). *Benders' dictionary of nutrition and food technology* (Eighth edition).P 384.
19. **DORE C. VAROQUAUX F. COORDINATEUR ., (2006).**Histoire Et Amélioration De Cinquante Plantes Cultivées RINRA.
20. **DORRIS M, DE LEY P, BLAXTER ML. 1999** : Molecular analysis of nematode diversity and the evolution of parasitism. *Parasitol Today*. 15:188-193.
21. **DSA 2021**:DSA Direction des services Agricoles. dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj.
22. **DUVAUCHELLE S., 2013.** Nématodes des pommes de Terre, tour d'horizon à ras du sol. *Phytoma-La Défense des végétaux*, (660), 12-18.

(F)

Références bibliographiques

23. **FAO, 2008**- Année internationale de la pomme de terre:Éclairage sur un trésor enfoui. Compte rendu de fin d'année.Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture, Rome, ISBN : 978-92-5-306142-7, 148 p.
24. **FAO, 2014** (Food and Agriculture Organisation.) Contribution à l'étude des nématodes du genre Globodera (Skarbilovich, 1959) sur pomme de terre et Gestion intégrée contre ce bio-agresseur, 7 P.
25. **FERRAZ L.C.B AND BROWN D.J.F, 2002**. An introduction to plant nematology.Eds .Pensoft Series.Parasitologica N°3,Sofid Bulgaria.211p.
26. **FNPT : (Fédération nationale des producteurs de plants de pommes de Terre), 2012** : *Guide pratique des maladies, ravageurs et désordres de la pomme de Terre : guide d'identification des origines de symptômes et fiches descriptives*. ISBN 978-8179-0091-9.

(G)

27. **GAGNON, R .,M.DROUIN ET D,PETERS., (2007)**.Les pommes de Terre :situation et tendances de la production canadienne en 2006-2007 .A.e.A.Canada:42.
28. **GALFOUT A** : *contribution à l'étude des nématodes du genre Globodera (Skarbilovich, 1959) sur pomme de terre et gestion intégrée contre ce bioagresseur*. (2014).
29. **GOLDEN A.M. ET 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 Washington*, 39(1): 64-78.
30. **GRISON C., (1993)**. La Pomme De Terre. Caractéristiques Et Qualités Alimentaires. APRIA (Association Pour La Promotion Industrie Agriculture).9p.
31. **GRISON C., 1983**-*la pomme de Terre caractéristiques et qualité alimentaire*.

(H)

32. **HAWKES J G., (1990)**. The Potato . Evolution , Biodiversity And Genetic Resources. Londres :Belhaven Press.259p .
33. **HODDA M. ET LOWRENCE L., 2009** : Potato cyst nematode in Australia. *Farming Ahead* May 2009, N. 208 (www.farmingahead.com.au).

Références bibliographiques

34. **HUGOT ET AL., 2001:** Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study:an overview. *Nematol.* 3:199-208.

(I)

35. **INPV, 2009-** Nématodes à kystes de la pomme de terre : *Globodera rostochiensis* et *pallida*. 4p.

36. **ITCMI, 2006-** Idaho potato cyst nematode cooperative program. Ed. APHIS and Idaho State, Department of Agriculture. 2p

37. **ITCMI, 2008 :** La conservation et le stockage sous froid de la pomme de terre, Guide pratique, P3.

(M)

38. **MADEC ET PERENNEC ,1962 :** Les relations entre l'induction de la tubérisation et la croissance chez la pomme de Terre .*Ann .Physio. Veg.* pp 05-83.

39. **MADEC, 1966 :** Croissance et tubérisation de la pomme de Terre. *Bull.soc.fr.Phytio. Physio. Veg.*(12),PP.159-173.

40. **MADR 2014 :**(Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural)Contribution à l'étude des nématodes du genre *Globodera* (Skarbilovich, 1959) sur pomme de terre et Gestion intégrée contre ce bio-agresseur, 7P.

41. **MUGNIERY D., 1982-** Influence de l'hôte sur le développement et l'expression du sexe chez un nématode phytoparasite à déterminisme sexuel épigénique, *Globodera pallida* Stone. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie des Sciences.Serie 3* : 49-52. *Sciences de la Vie* .

42. **MUGNIERY D, BALANDRAS C., 1984.** Examen des possibilités d'éradication du nématode a kystes, *Globodera pallida* Stone. *Agronomie* .Vol 4 .N°8, pp.773–778.

43. **MUGNIERY D., 1996-** Nématodes. In: Rousselle P, Robert Y, Crosnier JC (eds) La pomme de Terre. INRA Editions (Paris), pp 164-171.

44. **MUGNIÉRY, D. AND PHILLIPS, M. S. 2007 :** The nematode parasites of potato. Pages 569- 594 in D. Vreugdenhil, J. Bradshaw, C. Gebhardt, F. Govers, D. K. L. Mackerron, M. A. Taylor, H. A. Ross, eds. *Potato biology and biotechnology: Advances and perspectives*. Elsevier Science B.V., Amsterdam.

(N)

45. **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.

(O)

46. **OEPP/EPPO (1981)** Data sheets on quarantine organism No. 125, *Globodera rostochiensis*. Bulletin. OEPP/EPPO Bulletin 11 (1).
47. **EPPO/OEPP, 2004** : Diagnostic protocols for regulated pests *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. *OEPP/EPPO Bulletin* 34, p309-314.
48. **OSWALDO, T., 2010** Hommage à la pomme de Terre . polyopie Information et communication agricoles. Haute écoles de santé suisse 11p.

(P)

49. **PADIL (PESTS AND DISEASES IMAGE LIBRARY), 2010.** (Potato Cyst Nematodes (*Globodera* spp.)). 27p. <http://www.padil.gov.au/pbt/>.
50. **PICKUP J. ET HOCKLAND S., 2002** : Potato cyst nematodes - a technical overview for Scotland. *CSL, Sand Hutton, York.* 12p.

(Q)

51. **QUEZEL P. ET SANTA S., (1962)**, Nouvelle flore de l'Algérie et des Régions Désertiques, méridionales .Ed. Centre. Rech . sci (C.N. R. S), Paris TI. 1, 565p.
52. **QUEZEL P. ET SANTA S., (1963)**, Nouvelle flore de l'Algérie et des Régions Désertiques, méridionales .Ed. Centre. Rech . sci (C.N. R. S), Paris TII. 571, 1170p.

(R)

53. **RICHARD ET SAWYER, 1972:** Nématode à kyste de la pomme de Terre, PP : 57-64in : 60- la pomme de Terre : bulletins d'information technique 1 à 19.
54. **ROUSSELLE P., ROBERT Y., CROSNIER J C., (1996).** La pomme De Terre – Production .

Références bibliographiques

55. **ROUSSELLE P., ROUSSELLE B., ELLISSECHE D .,1992**-La pomme de Terre in amélioration des rymond chabaud-lechvaller.
- (S)
56. **SASSER J. N., ET FRECKMAN D. W., 1987** : World perspective on neamtology: the role of the society. *Vistas on nematology: acommemoration of the twenty-fifthanniversary of the Society of Nematologists/edited by Joseph A. Veech and Donald W.Dickson*.Eds. p. 7-14. Hyattsville, USA, society of nematologistinc.
57. **SCHNEIDER J. ET MUGNIERY D., 1971** :les nématodes parasites de la pomme de Terre PP : 327-343 in : *les nématodes des cultures*. Journées d'étude d'information ACTAFNGPC Paris, 828 p.
58. **SCHOLTE ET AL., 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.
59. **SCURRAH. 1977**:Evaluation de la resistance aux nematodes akyste de la pomme de Terre. Bulletin d'Information Technique 10. Centre International de la pomme de Terre, Lima, Perou.
60. **SERAIL ,2003**-Sources principales : Mémento du producteur. Pomme de Terre Maladies et ravageurs des légumes de plein champ en Bretagne. Ed Chambres d'Agricultures de Bretagne.
61. **SOBCZAK ET GOLINOWSKI 2011**: Cyst Nematodes and Syncytia. In: Jones J., Gheysen G., FenollC (eds) *Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions*. Springer Netherlands, pp 61-82
62. **SOLTNER., 1988**-les grandes productions végétales.les collections sciences et techniques agricoles, ed. 16ème éditions p464.
63. **SOLTNER., 1988**-les grandes productions végétales.les collections sciences et techniques agricoles, ed. 16ème éditions p494.
64. **STONE A.R., 1973** : *Heterodera pallida* and *Heterodera rostochiensis*. *CIH Descriptions of Plant-parasitic Nematodes* No. 16 and 17. CAB International,Wallingford, UK

(T)

Références bibliographiques

65. **TRUDGILL, D.L., EVANS, K. ET PARROTT, D.M. (1975)** : Effects of potato cyst nematodes on potato plants. *Nematologica* 21, 169-182.
66. **TRUDGILL D. L., EVANS K and PHILIPS M. S., 1998.** Potato cyst nematodes damage mechanism and tolerance in the potato. In: Marks, R.J. and Brodie, B.B. (eds) *Potato Cyst Nematode. Biology, Distribution and Control.* CAB International, Wallingford, UK, pp. 117-128.
67. **TURNER S.J. ET EVANS, K., 1998** : The origins, global distribution and biology of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* (Woll.) and *Globodera pallida* Stone). Dans *Potato cyst nematodes biology, distribution and control*, R.J. Marks et B.B. Brodie, Ed. (Royaume Uni: CAB International), pp. 7-26.

(W)

68. **W.E.B.M.A.S.T.E.R.** (2019, 20 juillet). *Désinfection par solarisation des sols* [Photo]. Désinfection par solarisation des sols.
69. **WHITEHEAD A.G., 1997** : Plant nematode control (Royaume Uni: CAB international). **WILLIAM PETER WERGIN., 2011.** (s. d.). *holOrnicmgraphs showing fragrnenled rnycelial colonies (A, B), quarlels (G, D) and doublels (D).* (Bar = 10fLm. [Microphotographie].
<https://www.researchgate.net/publication/32973734> Light and electron microscopical studies of the life cycle and developmental stages of a Pasteuria isolate parasitizing the pea cyst nematode Heterodera goettingiana.
www.apsnet.org/edcenter/intropp/PathogenGroups/Pages/IntroNematodes.aspx

Sites web

1. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. (consulté le 26 avril 2021)
2. <https://www.fredon-lorraine.com/UserFiles/File/onr/nematodes-ppt/plaquette-nematodes-pdt.pdf> (consulté le 30 avril 2021)
3. www.apsnet.org/edcenter/intropp/PathogenGroups/Pages/IntroNematodes.aspx (consulté le 25avril/2021)
4. [Daniel Dalet/d-maps.com](http://Daniel-Dalet/d-maps.com).
5. **FAO STAT, 2014.** (Statistiques de la FAO)
<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>

Références bibliographiques

6. FAOSTAT 2016 : <https://fr.statista.com/statistiques/571584/principaux-pays-producteurs-de-pommes-dans-le-monde/>
7. INRA 2008: [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.univ-chlef.dz%2Ffsnv%2Fwp-content%2Fuploads%2Fn%25C3%25A9matlologie-chapitre3.pdf&psig=AOvVaw0k7nYhi4RrgCxUYSF0qOsF&ust=1632911697904000&source=images&cd=vfe&ved=2ahUKEwj7wfKevKHZAhVF0RoKHeLRDhoQr4kDegQIARAR\\$](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.univ-chlef.dz%2Ffsnv%2Fwp-content%2Fuploads%2Fn%25C3%25A9matlologie-chapitre3.pdf&psig=AOvVaw0k7nYhi4RrgCxUYSF0qOsF&ust=1632911697904000&source=images&cd=vfe&ved=2ahUKEwj7wfKevKHZAhVF0RoKHeLRDhoQr4kDegQIARAR$)

Annexes

Annexe n°1:

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

Nématodes:

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

Annexe n°2:

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

Nématodes:

<i>Ditylenchus dipsaci</i>
<i>Globodera pallida</i>
<i>Globodera rostochiensis</i>

Annexe n°3:

Liste provisoire des variétés à peau rouge de pomme de Terre autorisée à la production et la commercialisation en Algérie en 2014. **(DSA, 2014)**

1.AMOROSA	8.CLEOPATRA	15.MARGARITA	22.RODÉO
2.ASTERIX	9.CORALIE	16.OLÉVA	23.ROSARA
3.BARNA	10.CORNADO	17.OSCAR	24.SIMPLY RED
4.BARTINA	11.DESIREE	18.PAMELA	25.STEMSTER
5.CARDINAL	12.DURA	19.RAJA	26.SYMFONIA
6.CARMINE	13.KONDOR	20.RED CARA	
7.CHIEFTAIN	14.KURODA	21.RED PONTIAC	

Annexe n°4:

Liste provisoire des variétés à peau blanche de pomme de Terre autorisée à la production et la commercialisation en Algérie en 2014. **(CNCC,2014)**

1.ACCEENT	9.AJAX	17.ARGOS	25.BALLADE	33.COSMOS
2.ADORA	10.AKIRA	18.ARIANE	26.BARAKA	34.CLARET
3.AGRIA	11.ALMERA	19.ARINDA	27.BELLINI	35.CONCURRENT
4.ALASKA	12.AMBO	20.ARMADA	28.BURREN	36.DAIFLA
5.AIDA	13.ANNA	21.ARNOVA	29.CANTATE	37.DIAMANT
6.ALLEGRO	14.APOLINE	22.ATIKA	30.CARLITA	38.DITTA
7.AILSA	15.APOLLO	23.ATLAS	31.CEASAR	39.ESCORT
8.AJIBA	16.ARANKA	24.BALANSE	32.ANOLA	40.FABULA

(CNCC,2014)

