

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
المدرسة الوطنية العليا للفلاحة الحراش الجزائر
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE EL -HARRACH
- ALGER -

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences Agronomiques

Spécialité : Biologie et génétique des interactions hôte-pathogène

Thème

**Contribution à l'étude des nématodes du genre
Globodera (Skarbilovich, 1959) sur pomme de terre
et Gestion intégrée contre ce bio-agresseur**

Présenté par : GALFOUT Amina

Membres du jury :

Président :	M ^{elle} . ZERMANE N.	Professeur (ENSA).
Promoteur :	M ^{me} . SELLAMI S.	Professeur (ENSA).
Examineurs :	M. REGUIEG L.	Professeur (ENSA).
	M ^{me} . KHALFI O.	Maître de Conférences (ENSA).
	M ^{me} . BELAHMAR M.	Chargé de cours (USTHB)

Année universitaire : 2013- 2014

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon Professeur **Mme SELLAMI S.** à qui j'adresse mes sincères remerciements, d'avoir accepté la direction du mémoire. Les conseils et son aide m'ont été très précieux et d'un grand intérêt. Qu'elle accepte l'expression de mon estime et mon respect.

Je tiens vivement à exprimer ma profonde reconnaissance et gratitude au **M^{elle}. ZERMANE N,** Professeur à l'ENSA. Je lui suis très reconnaissante pour sa disponibilité, sa bienveillance et pour l'honneur qu'il me fait en acceptant de présider le jury.

Mes remerciements les plus chaleureux et fraternels à **M^r. REGUIEG L,** Professeur à l'ENSA pour nous avoir fait l'honneur d'examiner notre mémoire.

Je tiens à remercier **M^{me} KHALFI O.** Maître de conférences au département de Zoologie pour l'honneur qu'elle me fait en participant à ce Jury, pour nous avoir fait l'honneur d'examiner notre mémoire,

Un très grand merci à **M^{me} BELAHMAR M.** Maître Assistante à USTHB qui m'a honoré en acceptant de juger ce travail, me permette d'exprimer ma profonde gratitude et mes remerciements les plus vifs.

Je tiens à remercier **M^r BENKHALFA H.** Directeur de la station de l'INPV de Mostaganem ainsi que **M^m NADJIA et M^m OUADH F.** Ingénieurs à la même station pour m'avoir aidé et soutenu matériellement et moralement dans la réalisation de mon travail.

UN grand merci à **M^r BOUZNAD Z.** Professeur à l'ENSA et **M^r KEDAD.** Maître assistant à l'ENSA. Pour leurs soutient tout long de la thèse.

J'exprime également mes remerciements aux directeurs de la société AGRO MOSTA **M^r BENOUIS A.** et **M^r BOUKHDECHE M.** qui m'ont été d'un grand aide pour le bon déroulement de mon essai. Il m'est particulièrement agréable d'adresser mes remerciements A **Mr LAHMER A.**

Enfin, que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, trouve ici l'expression de ma sincère gratitude.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à celui qui grâce à ses encouragements, son soutien et sa compréhension et surtout son affection j'ai pu réaliser ce travail, mon très cher mari.

A

Mes enfants : Hamza et Ritadj

Mes très chers parents

Source d'amour et compréhension inépuisable. Aucune dédicace ne saurait exprimer mon grand amour, mon estime, ma vive gratitude, mon intime attachement et ma profonde affection, que Dieu vous accorde longue vie.

Mes frères : Mohamed et Yasser

Mes sœurs : Ahlame et Fatima

Ma tante : Yamina

En témoignage de notre solide fraternité. Que Dieu vous accorde succès et bonheur

Tous mes amis (es) de l'ENSA.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Répartition spatiale de la pomme de terre dans le monde (FAOSTAT, 2014).

Figure 2 : Grands pays producteurs de pomme de terre dans le monde (Unité : tonnes) (FAOSTAT, 2014).

Figure 3 : Production de pomme de terre dans le Maghreb (Unité : tonnes) (FAO, 2014)

Figure 4 : Répartition spatiale de la pomme de terre en Algérie (fait à partir des données de MADR, 2013).

Figure 5 : Distribution mondiale de *Globodera rostochiensis* (source : OEPP, 2006).

Figure 6 : Distribution mondiale de *Globodera pallida* (source : OEPP, 2006)

Figure 7 : les critères morphologiques de *G. rostochiensis*

Figure 8 : les critères morphologiques de *G. Pallida*

Figure 9 : Cône vulvaire et stylet de *G. rostochiensis*

Figure 10 : Cône vulvaire et stylet de *G. pallida*

Figure 11 : Cycle biologique de *Globodera rostochiensis* et de *Globodera pallida* (Caster-Picard : in Chauvin et *al.*, 2008) .

Figure 12 : Carte représentant les sites prospectés

Figure 13 : La méthode d'échantillonnage au hasard.

Figure 14 : Méthode d'extraction des nématodes à kyste appareil Fenwick (Fenwick, 1940)

Figure 15 : Matériel de récupération des kystes

Figure 16 : Les caractéristiques morphologiques des kystes (Turner et Evans, 1998).

Figure 17 : La région périnéale du kyste du *Globodera* (Fleming et Powers, 1998)

Figure 18 : Les pourcentages d'infestation des zones de pomme de terre prospectées dans les sites d'étude

Figure 19 : Températures du sol relevées au cours de l'expérimentation durant l'année 2014

Figure 20 : Températures de l'air relevées au cours de l'expérimentation durant l'année 2014

Figure 21 : Droite de régression des probits à différentes doses utilisées dans le Vydate

Figure 22 : Droite de régression des probits à différentes doses utilisées dans le Mocap

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de pomme de terre.

Tableau II : Productions et Superficies mondiales de la pomme de terre.

Tableau III : Productions et Superficies cultivées de pommes de terre en Algérie.

Tableau IV : Superficies occupées par tranche de la culture de pomme de terre de 2003 à 2012 (Unité : ha) (MADR, 2013)

Tableau V : Productions de la culture pomme de terre en Algérie de 2003 à 2012 (Unité : 100 tonnes).

Tableau VI : Évolution des rendements par tranches de culture de pomme de terre

Tableau VII : Liste provisoire des variétés à peau rouge de pomme de terre autorisée à la production et la commercialisation en Algérie en 2014.

Tableau VIII : Liste provisoire des variétés à peau blanche de pomme de terre autorisée à la production et la commercialisation en Algérie en 2014.

Tableau IX : Caractéristiques des échantillons dans les zones prospectées.

Tableau X : les caractéristiques physico-chimiques de la parcelle d'étude

Tableau XI : Caractéristiques des nématicides utilisés.

Tableau XII : Résultats des analyses physiques des sols zones prospectées.

Tableau XIII : Données des analyses chimiques des sols des zones prospectées.

Tableau XIV : Prospection des parcelles de pomme de terre par *Globodera* dans les sites d'étude.

Tableau XV : Données des mensurations des principaux caractères des larves des 2 ième stades de *Globodera* ssp dans les sites d'étude.

Tableau XVI : Données des mensurations des principaux caractères des cônes vulvaires de *Globodera* dans les sites d'étude.

Tableau XVII : Valeurs des mensurations des principaux caractères morpho –biométriques des cônes vulvaires selon Baldwin et Mundo-Ocampo (1991), Subbotin et *al.*, (2010).

Tableau XVIII : Caractéristiques morpho –biométriques des principaux caractères des larves du 2 ième stade selon Baldwin et Mundo-Ocampo (1991) ; Subbotin et *al.*, (2010).

Tableau XIX : Relation de la nature du sol et du nombre de kystes

Tableau XX : Différents stades de *Globodera* sur plants de pomme de terre sur la variété Spunta

Tableau XXI : Effet des nématicides sur la mortalité des larves (L2) de *Globodera pallida*

Tableau XXII : Effet des différents traitements sur le développement de *Globodera pallida* sur pomme terre

Tableau XXIII : Classement des moyennes des effectifs des kystes/500g de sol par rapport au Variétés selon le test de Newman-Keuls.

Tableau XXIV : classement des moyennes des effectifs des kystes dans le sol par rapport au nématocide selon le test de Newman-Keuls

Tableau XXV : Effet des différents traitements sur la croissance des plants de pomme de terre

Tableau XXVI : Classement des moyennes des hauteurs des plants selon le test de Newman-Keuls.

Tableau XXVII : Classement des moyennes des hauteurs des plants selon le test de Newman-Keuls par rapport aux variétés.

Tableau XXVIII : Classement des moyennes de nombre de tiges selon le test de Newman-Keuls

LISTE DES ABREVIATIONS

% : Pour cent.

°C : Degré Celsius.

cc : Centimètre cube.

Cm : Centimètre.

DL₅₀ : Dose létale 50

DSA : Direction de Service Agricole.

EOPP : l'organisation euro-méditerranéenne de la protection des plantes.

FAO: Food and Agriculture Organization.

g: Gramme.

ha : Hectare.

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.

INPV : Institut National de Protection des végétaux.

J2 : Larve de 2^{ème} stade.

Kg : Kilogramme.

Km : Kilomètre.

l : Litre.

L : Liquide.

m : Mètre

m² : Mètre carré.

mm : Millimètre.

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

ONM : l'office national de la météorologie.

PNDA : Programme National de Développement Agricole.

qx : Quintaux.

T : Tonne

INTRODUCTION

Introduction	1
--------------------	---

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

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

I. Origine, historique et systématique.....	3
II. La valeur nutritive de la pomme de terre.....	3
III. La culture pomme de terre dans le monde.....	4
IV. La culture de pomme de terre dans le Maghreb	6
V. La culture de pomme de terre en Algérie	7
VI. Aspect phytosanitaire de la pomme de terre en Algérie.....	17

Chapitre II : Généralités sur les nématodes du genre *Globodera ssp* (Skarbilovich, 1959)

I. Introduction.....	20
II. Historique et distribution du genre <i>Globodera ssp</i>	20
III. Position systématique du genre <i>Globodera ssp</i> (Skarbilovich ,1959).....	21
IV. Caractérisation morphologiques et critères d'identification de <i>Globodera ssp</i>	23
IV. Le Cycle de Développement et Facteurs Ecologiques de <i>Globodera ssp</i>	25
V. Symptomatologie, Gamme d'hôtes et Dégâts.....	27
VI. Interactions des nématodes avec les autres organismes phytopathogènes.....	28
VII. Gestion des nématodes : <i>Globodera rostochiensis</i> et <i>Globodera pallida</i>	29

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre III : Partie Expérimentale.....

1ère partie : Distribution de <i>Globodera ssp</i> sur pomme de terre et contribution à la biologie de ce nématode.....	35
Objectif de l'étude.....	35
I. Matériel et Méthodes.....	35
1. Présentation des sites d'étude.....	35
2. Les Analyses physicochimiques du sol.....	37
3. Analyse nématologique.....	37
3.1. Echantillonnage.....	37
3.2. Méthodes d'extraction ou Isolement des nématodes.....	38
3.3. Identification des nématodes à kystes.....	41

3.4. Comptage.....	42
B. Contribution à l'étude biologique du genre <i>Globodera</i> ssp.....	43
I. Matériels et méthode	43
1. Site d'étude	43
2. Caractéristique de la parcelle expérimentale	43
3. Matériel végétale.....	43
4. Relevés de températures	44
6. Plantation.....	44
7. Coloration des nématodes à la fuchsine.....	44
2ième Partie : Contribution à l'évaluation de l'efficacité des nématicides et mise au point d'une lutte Intégrée contre <i>Globodera</i> ssp.....	45
A. Evaluation de l'efficacité de l'oxamyl (Vydate) et d'Ethoprophos (Le Mocap) sur la mortalité des larves de deuxième stade L2 de <i>G. palida</i>	45
Objectif de l'Etude	45
I. Matériels et méthode.....	45
1. le matériel biologique.....	45
2. Les nématicides utilisés	45
3. Les doses des nématicides utilisés	45
4 Mode opératoire.....	46
B. Evaluation de l'efficacité d'une mise au point d'une lutte Intégrée contre <i>Globodera</i> ssp	
I. Matériel et méthodes	47
1. Matériel biologique.....	47
2. Matériel végétal	47
3. la plantation.....	48
4. Inoculation.....	48
5. Préparation des doses utilisées et application des nématicides.....	48
6. Dispositif expérimental.....	48
7. Analyses statistiques	49

RESULTATS ET DISCUSSION

Chapitre IV : Résultats et discussion.....	50
4.1. Analyses physico-chimiques du sol des zones prospectées.....	50
4-2. Prospections des parcelles de Pomme de terre par <i>Globodera</i> ssp.....	52
4.3. Espèces des nématodes identifiées.....	54

4.4. Relation entre la nature du sol et le nombre de kyste.....	57
4.5. Contribution à la biologie de <i>Globodera</i> ssp.....	58
4.6. Evaluation de l'efficacité de l'oxamyl (Vydate ®) et d'Ethoprophos (Mocap) sur la mortalité des larves de deuxième stade L2 de <i>G. pallida</i>	60
4.7. Effet des deux nématocides (Mocap et Vydate) sur le développement de <i>Globodera</i> sur pomme de terre.....	63
4.8 Discussion.....	67

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale	71
---------------------------	----

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	73
--	----

ANNEXE	
---------------------	--

RESUME	
---------------	--

Introduction

La Pomme de terre : *Solanum tuberosum* L. constitue la principale denrée alimentaire non céréalière et une ressource financière des populations à l'échelle mondiale. En 2014, la production mondiale estimée par la FAO dépasse 367 millions de tonnes répartie sur plus de 19.4 millions d'hectares, ceci lui confère la cinquième plante cultivée après la canne à sucre, le maïs, le blé et le riz. La Chine est mondialement le plus grand producteur de pomme de terre avec plus de 80 millions de tonnes par an.

En Algérie, du fait de la demande sur le marché national de légumes et grâce au lancement du PNDA, le secteur de la pomme de terre a connu une augmentation de la superficie occupée par cette culture qui a atteint 140 000 ha en 2013 représentant 28% de la superficie des cultures maraichères. La pomme de terre constitue un aliment de base pour le consommateur Algérien. Ainsi la consommation de cette culture est passée de 35 kg en 1990 à 56 kg en 2005 pour atteindre 102 kg habitant/an en 2012 (FAO, 2014).

Longtemps limitée à quelques régions traditionnelles (Mascara, Aïn-Defla, etc.) actuellement, la culture de la pomme de terre systématiquement irriguée, s'est répandue à travers toutes les régions du pays et elle est disponible partout dans le pays, notamment le nord du Sahara, El-Oued, au Nord-Est du Sahara assurant ainsi près du quart de la production du pays. Néanmoins, Malgré les nombreux efforts déployés et en dépit des conditions agro-climatiques favorables, la production reste instable d'une année à une autre et au sein même de la saison, les rendements de la filière pomme de terre en Algérie restent faibles comparés par exemple à ceux du Maroc avec respectivement 304 Qx/ha devant 363 Qx/ha au Maroc. (FAOSTAT, 2014). Ce faible rendement est due à plusieurs facteurs notamment les aléas climatiques, la non maîtrise de l'itinéraire technique particulièrement le choix du potentiel génétique de la semence, le travail du sol (Chehat, 2008) et les contraintes phytosanitaires (Bouznad et al., 2008). Parmi ces derniers, les nématodes à galles du genre *Meloidogyne* et à kystes du genre *Globodera* 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).

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).

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 bioagresseur a été abordée. Les résultats de cette étude seront présentés après une analyse bibliographique sur les *Globodera* et la plante hôte.

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

I. Origine, historique et systématique

Originaire d'Amérique latine (Pérou, Bolivie, Equateur et centre du Mexique), le genre *Solanum* L regroupe environ un millier d'espèces dont plus de 200 sont tubéreuses (Rousselle et al., 1996). Entre 1532 à 1572 les conquistadors espagnols, pensaient amener en Europe de l'or trouvé au Pérou, mais ce qu'ils ramenaient en fait était la pomme de terre (Oswaldo, 2010). La première trace de la culture de la pomme de terre en Europe date de 1565, dans les îles Canaries. En 1573, elle est attestée en Espagne. Peu de temps après, les tubercules voyagent à travers l'Europe sous forme de présents exotiques. Les pommes de terre, qui étaient déjà cultivées à Londres en 1597, gagnèrent la France et les Pays-Bas peu de temps après (Anonyme, 2008). Dès le milieu du XVIIème siècle, la pomme de terre est connue en Allemagne et de là, se propage vers l'est, suivant les colonies allemandes qui s'enfoncent dans les pays slaves et vers l'Ouest, régions de Montbéliard, Franche-Comté et Alsace (Poitrineau, 2001).

C'est une dicotylédone de la famille des solanacées issue d'une plante sauvage unique, l'espèce *S. tuberosum*, dès 1929, les botanistes avaient montré que cette origine était plus complexe et que l'on retrouvait parmi les ancêtres des espèces de pomme de terre cultivées des plantes sauvages différentes (Rousselle et al., 1992 ; Dore et al., 2006).

Hawkes (1994) propose une hypothèse qui donne à *S. tuberosum* une nature allo tétraploïde issue d'un amphidiploïde entre *S. sparsipilum* et *S. stenotomum*. Mais d'autres auteurs pensent qu'il s'agit d'un autotétraploïde compte tenu de son comportement cytogénétique (Iwanga et Peloquin, 1982) et expliquent que l'espèce serait apparue grâce à la présence de diplogamètes chez les ancêtres.

II. 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 I). 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

Tableau I : Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de pomme de terre.

Pomme de terre crue (avec peau)								
Eau	Valeur calorique	protides	Glucides	Lipides	Les vitamines (mg)		Les éléments minéraux (mg)	
77g	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

(Anonyme, 2008)

La pomme de terre est une source importante de glucide qui se présente principalement sous forme de féculé, mais aussi de protéines et de vitamines. Ses qualités nutritives et sa facilité de culture font qu'elle est devenue l'un des aliments de base, figurant parmi les légumes et féculents les plus consommés.

Le tubercule de pomme de terre est un organe de stockage contenant à maturité une moyenne de 77g d'eau. La matière sèche, exprimée en pourcentage de la matière fraîche, se répartit globalement en 19g de glucides totaux (principalement amidon, saccharose, glucose, fructose, cellulose brute et substances pectiques), 2g de protides (protéines, acides aminés libres et bases azotées), 1g de cendres (majoritairement du potassium) et 0,2g de lipides. Des acides organiques (acides citrique et ascorbique entre autres), des substances phénoliques (acides chlorogénique et caféique, pigments, etc...) complètent cette composition, mais ne sont présents qu'en faible quantité dans le tubercule (Rousselle et *al.*, 1996 ; Mattila & Hellström, 2007).

III. La culture pomme de terre dans le monde :

En termes de production mondiale, La pomme de terre est la cinquième culture vivrière du monde après la canne à sucre, le blé, le riz et le maïs et elle est considérée comme une culture industrielle. La production mondiale actuelle est d'environ 368 millions de tonnes répartit sur une superficie de 19.4 millions d'hectares (Tableau II).

Tableau II : Productions et Superficies mondiales de la pomme de terre.

Années	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Productions/ (millions tonnes)	307, 353	323,911	329,921	334,734	333,617	375,149	365,365	368,096
Superficies cultivées / millions d'hectare	184,192	186,488	181,670	186,894	186,936	192,734	192,785	194,630

(FAOSTAT, 2014)

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.

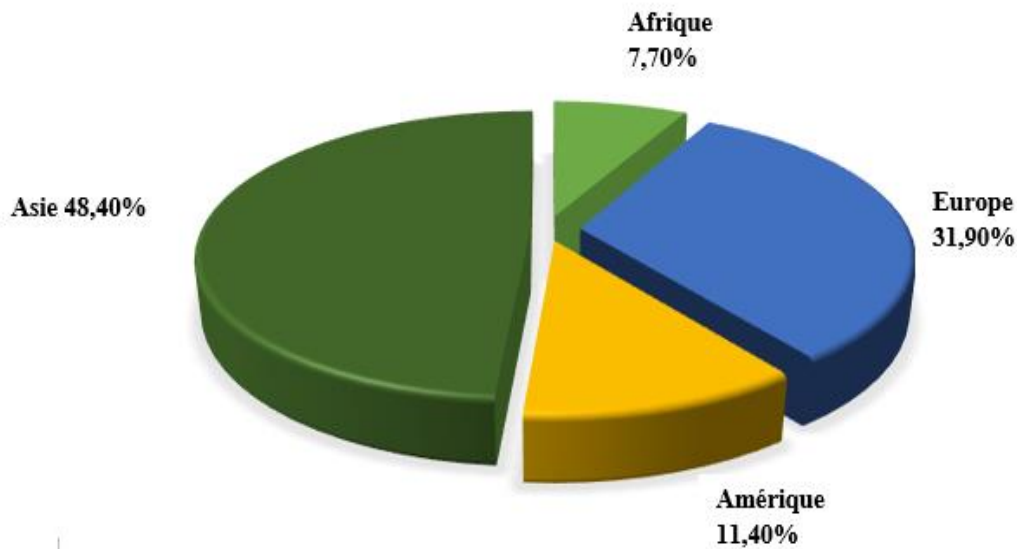


Figure 1 : Répartition spatiale de la pomme de terre dans le monde (établie d'après les données de FAOSTAT, 2014).

L'Asie et l'Europe sont les plus grands producteurs de pomme de terre, représentant plus de 80 % de la production mondiale. La Chine est devenu le plus grand producteur de pommes de terre et presque un tiers de toutes les pommes de terre est récolté en Chine et en Inde.

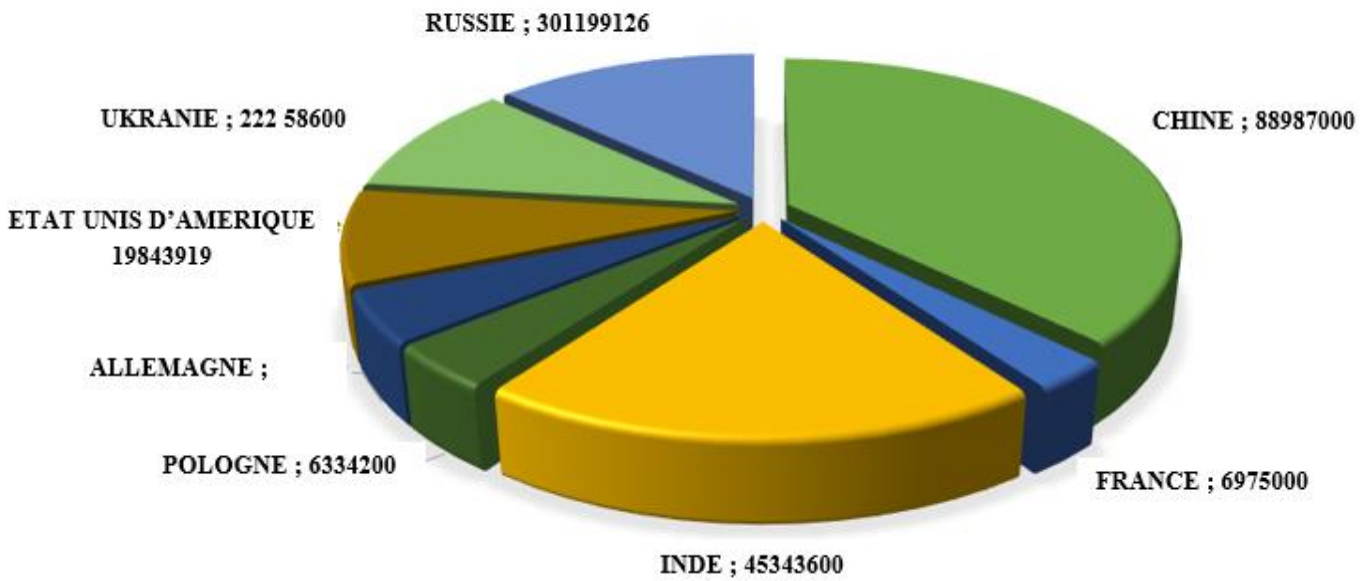


Figure 2 : Production de la pomme de terre dans le monde (Unité : tonnes) (FAOSTAT, 2014).

Selon la figure (2) on note que la Chine est le premier producteur de pommes de terre avec une production de 88 millions de tonnes répartie sur une superficie de 5,4 millions d’hectares devant l’Inde avec 45 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.

IV. La culture de pomme de terre dans le Maghreb

Avec 6,66 millions de tonnes produites en Maghreb lors de la campagne 2012/2013, l’Algérie est le premier producteur magrébin en volume de pomme de terre avec une production de 4,4 millions de tonnes, suivie par le Maroc avec une production de 1,9 millions de tonnes et la Tunisie en dernière position avec une production de 0,34 millions de tonnes Fig (3).

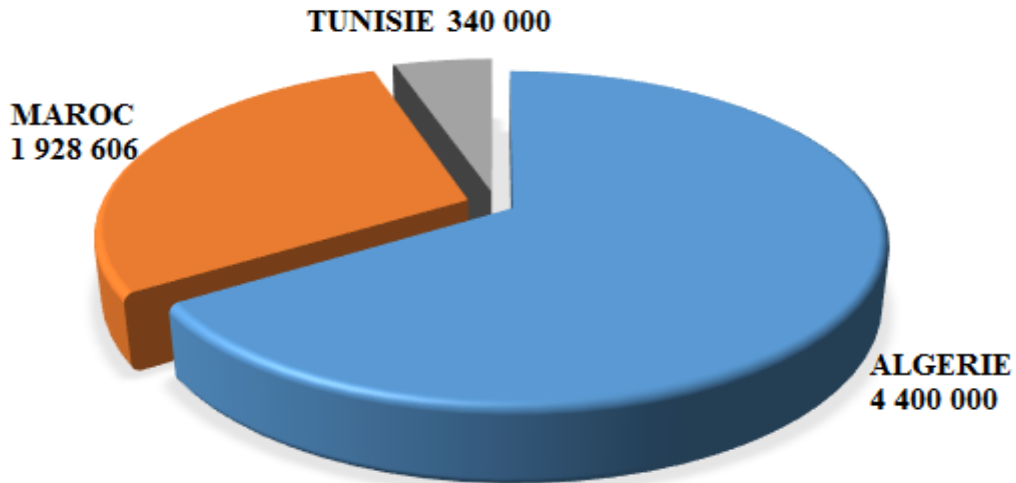


Figure 3 : Production de pomme de terre dans le Maghreb (Unité : tonnes) (FAO, 2014)

V. La culture de pomme de terre en Algérie

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, soit 29 % de la superficie totale consacrée aux cultures maraîchères (MADR, 2013). Avec une consommation annuelle de 35kg/habitant en 1990 celle-ci est passée à 102 Kg / habitant en 2012 (FAO, 2014).

Tableau III : Productions et Superficies cultivées de pommes de terre en Algérie.

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/ ha	98 825	79 339	91 841	105 121	121 996	131 903	138 666	140 000

(MADR, 2014).

Le Salon "Batatis Mosta 2012" s'est tenu dans un contexte marqué par une nouvelle dynamique de la filière de la pomme de terre et de l'accroissement de la production qui atteint, selon le ministère de l'Agriculture et du Développement rural, 4,21 millions de tonnes en 2012 contre 3,86 millions de tonnes en 2011, avec une extension des superficies consacrées à la culture de la pomme de terres et son introduction, pour la première fois, dans certaines zones agricoles (Anonyme, 2012).

5.1. La structure saisonnière de la pomme de terre en Algérie :

La plasticité génétique de l'espèce lui permet de s'adapter à la diversité des agro écosystèmes algériens, la courte période de croissance et le développement de la plante autorise la réalisation de trois campagnes et de trois récoltes par an (Chehat, 2008). On distinguera, en conséquence :

- **La culture primeur (plantation octobre- novembre) :** elle n'occupe qu'une place mineure (moins de 5 000 ha) dans l'ensemble des superficies et de la production. La plantation a lieu en novembre et la récolte en janvier.
- **La culture de saison (plantation janvier-mars) :** elle est dominante tant par les surfaces occupées (58 000 ha en moyenne au cours du dernier quinquennat) (MADR, 2012), que par leur participation au total de la production. La culture est réalisée en janvier au littoral, en février-mars dans les plaines, en mars pour les hauts plateaux et la récolte se fait en mai-Juin.
- **La culture d'arrière-saison : (plantation juillet-août) :** qui occupe la seconde place avec près de 35 000 ha, se pratique dans des zones à grande possibilité d'irrigation où presque tout le cycle se déroule en absence de pluies.

La mise en place de la culture se fait en août-septembre et en Juillet sur les hauts plateaux, la récolte est en Octobre-Décembre.

5.2. La répartition géographique de la culture de la pomme de terre en Algérie :

La Pomme de terre peut être cultivée dans n'importe quelle région du territoire national y compris dans les oasis du sud du pays (MADR, 2013 et à n'importe quel mois de l'année pourvu qu'il n'y ait pas de gel et de sécheresse (Omari, 2011). Elle est fortement influencée par les conditions agro climatiques et par les possibilités d'irrigation. Elle est répartie comme suit :

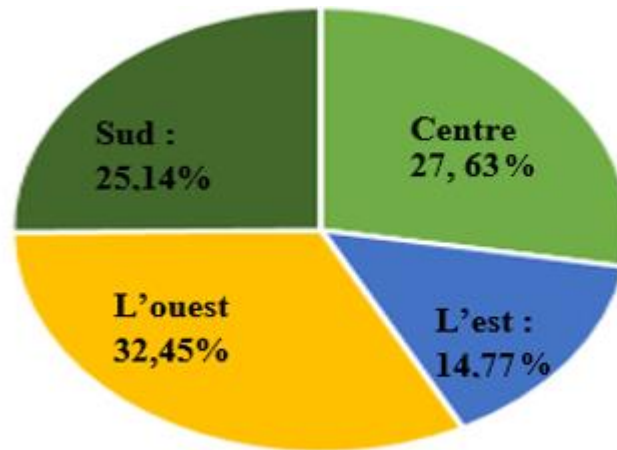


Figure 4 : Répartition spatiale de la pomme de terre en Algérie (fait à partir les données de MADR, 2013).

- **L'Ouest :** celui constitué par les wilayates de Tlemçen, Mostaganem, Mascara, Tiaret et Chlef qui présentent une superficie de plus de 45 000 ha avec une moyenne de 32,45% de la superficies totale réservée à la pomme de terre (MADR, 2013).
- **Au centre,** constitué par les wilayate d'Ain defla, Tipaza, Alger, Boumerdes et Tizi ouzou avec une superficie de 38 314 ha en moyenne de 27,63% de la superficie totale réservée à la pomme de terre (MADR, 2013).
- **A l'Est,** le petit bassin constitué par la wilaya de Skikda sur le littoral et celle de Guelma, Batna, Sétif et Tébessa (près de 20 488 ha par an soit près de 14,77% des surfaces) (MADR, 2013).
- **Au Sud,** principalement au bassin d'El Oued, où la pomme de terre est devenue en quelques années, une spéculation majeure avec près de 34 864 ha soit près de 25,14% (MADR, 2013).

5.3. Evolution des superficies de la pomme de terre en Algérie

La superficie totale réservée à cette culture est de 138 666 ha en 2012 (Tableau IV), soit 29,61 % de la superficie consacrée aux cultures maraîchères, mais elle ne cesse d'augmenter pour répondre à la demande qui évolue d'une manière significative.

Tableau IV : Superficies occupées par tranche de la culture de pomme de terre de 2003 à 2012 (Unité : ha) (MADR, 2013)

Années	PRIMEUR	SAISON	A. SAISON	TOTAL
2003	4 670	52 880	31 110	88 660
2004	4 053	56 193	32 898	93 144
2005	4 828	60 299	34 590	99 717
2006	4 645	58 632	35 548	98 825
2007	2 462	41 571	35 306	79 339
2008	1 912	54 139	35 790	91 841
2009	3 533	64 354	37 234	105 121
2010	4 464	70 056	47 476	121 996
2011	4 841	72 644	54 418	131 903
2012	4 853	77 971	55 842	138 666

(MADR, 2013)

Dans le Tableau IV, sont consignées les superficies occupées par la pomme de terre entre 2003 et 2012 pour les différentes tranches de culture. Une croissance significative des superficies occupées par la tranche d'arrière –saison qui passe de 31 110 ha en 2003 à 55 842 en 2012.

Dans le Tableau IV, nous enregistrons une augmentation progressive des superficies de la pomme de terre sur une décennie. En effet, la superficie est passée de 88 660 ha en 2003 à 138 666 en 2012 soit à une augmentation de 33.43 %.

5.4. Evolution de La production de la pomme de terre en Algérie

La production de pomme de terre constitue l'un des succès les plus notables de l'agriculture algérienne au cours des 20 dernières années. Elle est estimée à plus d'un milliard de Dollars en 2006 (Omari, 2009).

Cependant, la filière pomme de terre demeure fragilisée par une dépendance accrue au marché extérieur de la semence à l'amont et par un dysfonctionnement de la mise sur marché de la production de pomme de terre à l'aval. Aussi, la filière est marginalement intégrée à l'industrie de transformation.

Tableau V : Productions de la culture pomme de terre en Algérie de 2003 à 2012 (Unité : 100 tonnes).

Années	PRIMEUR	SAISON	A. SAISON	TOTAL
2003	750	11 435	6 614	18 799
2004	802	12 145	6 016	18 963
2005	767	13 583	7 216	21 565
2006	903	13 760	7 146	21810
2007	452	8 040	6 577	15069
2008	332	14546	6831	21710
2009	789	17993	7 577	26 360
2010	1005	19866	12 130	33003
2011	1126	22543	14951	38621
2012	1058	25217	15918	42 194

(MADR, 2013)

Le Tableau V présente une augmentation de la production nationale en pomme de terre qui passe de 1,8 millions de tonnes en 2003 au 4,2 millions de tonnes en 2012.

5.5. Evolution des rendements de pomme de terre

La lecture des données des rendements de la pomme de terre figurant dans le Tableau VI montrent que les meilleurs rendements sont enregistrés dans la tranche de saison, suivie par celle de l'arrière-saison puis celle de la primeur.

Tableau VI : Évolution des rendements par tranches de culture de pomme de terre

Années	PRIMEUR	SAISON	A. SAISON	TOTAL
2003	160,62	216,25	212,59	212,04
2004	197,78	225,26	182,87	203,58
2005	158,81	234,69	208,61	216,27
2006	194,37	234,69	201,04	220,69
2007	183,50	193,40	186,28	189,93
2008	173,9	268,7	190,9	236,4
2009	223,4	279,6	203,5	250,8
2010	225,3	283,6	255,5	270,5
2011	232,6	310,3	274,8	292,8
2012	218,1	323,4	285,1	304,4

(MADR, 2013)

En outre, dans le même tableau, il ressort que le rendement reste plus ou moins stable entre 2003 et 2006 avec une moyenne de 200qx/ha, mais une régression est notée en 2007 avec un rendement de 189,93qx/ha, à partir de cette dernière année une augmentation est enregistrée atteignant un rendement de 304,4 qx/ha en 2012

5.6. La semence de la pomme de terre en Algérie

Selon Gacem (2008) La pomme de terre de multiplication représente une superficie et une production très variable, d'une année à une autre et les besoins annuels sont de l'ordre de 210 000t et pour que l'Algérie couvre tous ces besoins elle recourt à l'importation. Durant la campagne d'importation du tubercule (2012/2013), 120.000 tonnes ont transité par le port de Mostaganem, soit 85% des importations nationales (Anonyme, 2013). La quantité globale de semences de pomme de terre, à importer lors de cette campagne (2013/2014) qui s'achèvera fin février, ne dépasse pas 85.000 tonnes.

Une baisse de 36.000 tonnes de semences importées de Hollande, de Danemark et de France est enregistrée cette année par rapport à la campagne d'importation 2012-2013. La DSA a justifié cette baisse par l'utilisation des producteurs de semences locales. Après la clôture de la campagne d'importation en décembre 2013, une quantité estimée à 300 000 tonnes, soit 60% des besoins nationaux, a été réceptionnée dans nos ports (Anonyme, 2014).

Selon les données du MADR de 2013, La production de semences de pomme de terre ne cesse d'augmenter puisqu'elle est passée de 500.000 quintaux en 1992, date de la création du CNCC, à 1,8 million qx en 2012. La superficie est passée, quant à elle, de 8.000 ha à plus de 18.000 ha durant la même période. Cette croissance est due notamment à l'appui technique et au soutien financier qu'octroie l'Etat aux agriculteurs. Cependant l'Algérie, importe toujours 70% de ses besoins en semence de pomme de terre destinée à la production de saison et produit localement, 100% de sa semence d'arrière- saison et de primeur (Anonyme, 2014).

5.7. Les différentes variétés de pomme de terre cultivées 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).

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.

Les Tableaux VII et VIII présentent la liste provisoire des variétés de pomme de terre autorisées à la production et à la commercialisation en Algérie.

Tableau VII : Liste provisoire des variétés à peau rouge de pomme de terre autorisée à la production et la commercialisation en Algérie en 2014.

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

(CNCC, 2014)

Tableau VIII : Liste provisoire des variétés à peau blanche de pomme de terre autorisée à la production et la commercialisation en Algérie en 2014.

1	ACCENT	31	CEASAR	61	LISETA	91	VALOR
2	ADORA	32	ANOLA	62	LOLA	92	VIVALDI
3	AGRIA	33	COSMOS	63	MARADONA	93	VOYAGER
4	ALASKA	34	CLARET	64	MIRAKEL	94	XANTIA
5	AIDA	35	CONCURRENT	65	MONALISA	95	YESMINA
6	ALLEGRO	36	DAIFLA	66	MONDIAL	96	OSTARA
7	AILSAS	37	DIAMANT	67	NAVAN		
8	AJIBA	38	DITTA	68	NOVITA		
9	AJAX	39	ESCORT	69	NICOLA		
10	AKIRA	40	FABULA	70	OBELIX		
11	ALMERA	41	FAMOSAS	71	O'SIENE		
12	AMBO	42	ELODIE	72	PAMINA		
13	ANNA	43	ELVIRA	73	PENTLAND DELL		
14	APOLINE	44	ESTIMA	74	PROVENTO		
15	APOLLO	45	FLORICE	75	PENTLAND SQUARE		
16	ARANKA	46	FOLVA	76	RUBIS		
17	ARGOS	47	FRISIA	77	REMARKA		
18	ARIANE	48	GRANOLA	78	RESY		
19	ARINDA	49	HANNA	79	SAFRANE		
20	ARMADA	50	HERMINE	80	SAHEL		
21	ARNOVA	51	IDOLE	81	SAMANTA		
22	ATIKA	52	ILONA	82	SATINA		
23	ATLAS	53	ISNA	83	SECURA		
24	BALANSE	54	JAERLA	84	SLANEY		
25	BALLADE	55	KENNEBEC	85	SPUNTA		
26	BARAKA	56	KINGSTON	86	SUPERSTAR		
27	BELLINI	57	KORRIGANE	87	TERRA		
28	BURREN	58	LABDIA	88	TIMATE		
29	CANTATE	59	LABODIA	89	TULLA		
30	CARLITA	60	LATONA	90	ULTRA		

VI. Aspect phytosanitaire de la pomme de terre en Algérie

La pomme de terre peut être infectée par un ensemble de maladies fongiques ou bactériennes qui peuvent toucher toute ou une partie de la plante (racines, tiges, feuilles, tubercules) pendant la phase de végétation et/ou pendant la phase de conservation des tubercules.

Plusieurs maladies ont été signalées par les agriculteurs ou par les organismes de la protection des végétaux (INPV) durant les campagnes des avertissements agricoles dont les plus répandues sont :

6.1. Les maladies causées par des bactéries

❖ Le flétrissement bactérien de la pomme de terre

L'agent causal de cette maladie est *Clavibacter michiganensis subsp sepedonicus* (Spieckermann & Kotthoff, 1914) (Davis *et al.*, 1984). Cette bactérie cause la maladie désignée par la pourriture annulaire de la pomme de terre, la maladie se manifeste par des flétrissements qui se développent sur les feuilles inférieures, soit sur tout le pourtour, soit sur un seul côté de la tige. Les symptômes peuvent être confondus avec ceux dus à *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) et en fin d'attaque, avec ceux dus au *Erwinia carotovora subsp. atroseptica* et *Erwinia carotovora subsp. carotovora* (Yahiaoui, 2008).

❖ La jambe noire

L'agent causal de cette maladie est *Pectobacterium atrosepticum* (*Erwinia carotovora subsp atroseptica*) (Van Hall, 1902) (Dye, 1969), elle a été signalée sur pomme de terre au niveau de 10 wilayat Tizi-Ouzou, Bouira, Chlef, Ain-Defla, Mostaganem et Tipaza par les services de l'INPV (Anonyme, 2013) et à l'Ouest du pays (Bensoltane *et al.*, 2009), elle est responsable des dégâts sur pomme de terre sous les climats chauds et tempérés. Les symptômes de jambe noire induits varient d'une pourriture humide à sèche des tiges selon les conditions climatiques alors que les tubercules peuvent être atteints de pourriture molle au champ et en conservation pouvant entraîner la contamination rapide des tubercules avoisinants (Helias, 2008). Cette bactérie cause sur les plants atteints une lésion noire à la base de la tige avec un

enroulement typique du sommet et un jaunissement généralisé avant de dépérir (Yahiaoui ,2008).

❖ **La pourriture brune de la pomme de terre :**

Cette maladie est causée par *Ralstonia solanacearum* (Smith, 1896). L'infection dans le champ se traduit par un flétrissement des feuilles, plus tard un jaunissement et une nécrose brune se développent, puis un brunissement du tissu vasculaire des tiges de plantes flétries. Sur tubercules, le premier stade de l'infection se traduit par une coloration jaune vitreux à brun clair de l'anneau (Henri, 2007).

❖ **La gale commune**

Plusieurs espèce de *Streptomyces* ont été reconnues responsable de la gale commune, en revanche l'espèce qui cause des dommages en Algérie est *Streptomyces scabiei* Thaxter Waksman et Henrici. La gale commune est principalement retrouvée au niveau des tubercules, bien que dans des cas grave des lésions sur les racines ont été rapportées. La gale commune est caractérisée par des lésions brunâtres qui peuvent être superficielles, élevées ou profondes (Bencheikh et Setti, 2007).

6.2. Les maladies causées par des champignons

❖ **Le Mildiou**

Cette grave maladie qui affecte la culture de pomme de terre est causée par *phytophthora infestans* (Mont.) de Bary qui s'attaque à tous les organes de la plante (feuilles, pétioles, tiges, jeunes pousses, bouquets terminaux et tubercules) et provoque des épidémies aériennes qui peuvent détruire les cultures en deux semaines, si les conditions climatiques sont favorables (Beninal et al.,2009) ; elle représente actuellement l'un des principaux facteurs limitant la survie de cette culture (Bellahcene et al., 2007). Les pertes de rendement engendrées par cette maladie peuvent atteindre 100% ; et en moins de trois semaines une culture de pomme de terre peut être entièrement détruite (Galfout et al., 2009). Les attaques précoces induisent surtout une diminution de la photosynthèse, cependant les attaques tardives conduisent à une baisse de la qualité des tubercules (Radteke et Rieckmann ,1991).

❖ **Le rhizoctone brun :**

Cette maladie est causée par *Rhizoctonia solani* (Kühn), constitue une menace assez sérieuse sur la récolte de pomme de terre (Ait Ouada et *al.*, 2008). Ce champignon infecte les tubercules, les tiges et les stolons, causant des lésions brunâtres ou noires qui cernent souvent la partie infectée et entraînent des pertes de rendements. Les sclérotés noirs qui se forment sur la peau des tubercules peuvent également réduire la qualité de la récolte. L'infection peut provoquer un rosissement des feuilles, un rabougrissement des plants, une chlorose, un enroulement de l'extrémité des feuilles, Le rhizoctone brun peut aussi provoquer la malformation et la fissuration des tubercules (Anonyme, 2011).

❖ **L'Alternariose**

Appelée brûlure alternarienne ou maladie des tâches brunes ou encore maladie des taches noires (Gaucher, 1998). C'est une maladie très commune des feuilles et des tubercules de pomme de terre. Elle est causées par deux espèces de champignons *Alternaria solani* (Ellis et Martin) et *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl, les pertes de rendements et de qualité sont généralement faibles et dépassent rarement les 20% (Issyakhem, 2008)

Les premiers symptômes de l'alternariose apparaissent sous forme de petites taches brunes ponctuelles sur les feuilles âgées. Ces lésions sont rondes mesurent 3 à 10 mm de diamètre et sont composées d'anneaux concentriques de tissus morts.

6.3. Les maladies virales de la pomme de terre :

La pomme de terre est fréquemment infectée par plusieurs virus durant la saison de croissance provoquant des réductions des rendement et affecte la qualité des tubercule dont les principales sont : le Virus Y de la pomme de terre (PVY), Virus X de la pomme de terre (PVX), le Virus de l'enroulement de la pomme de terre (PLRV) en Algérie (Alalla et *al.*, 2014). Les symptômes causés par ces maladies se traduisent par des mosaïques, des jaunissements, des flétrissements des feuilles, ou encore une chlorose ou un enroulement des folioles et parfois ces virus provoquent la mort prématurée des plants de pomme de terre (Ait Ouadda, 2008).

6.4. Les ravageurs de la pomme de terre en Algérie

La Pomme de terre est attaquée par de nombreux insectes qui peuvent nuire à cette culture. Les travaux des inventaires réalisés sur pomme de terre en Algérie ont montré que cette culture est menacée par plusieurs insectes dans le plus répandu est :

❖ **La Teigne de la pomme de terre : *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873)**

Elle appartient à l'ordre des lépidoptères et à la famille des *Gelechiidae*. La teigne de la pomme de terre est un ravageur important en Algérie en raison des dégâts qu'il provoque sur les récoltes et dans les lieux de stockage (Anonyme, 2010). En Algérie, cette espèce est maintenant signalée dans toutes les régions où l'on pratique la culture de pomme de terre peut causer des pertes allant de 50% à 100% quand les conditions sont optimales (Siafa, 2008 in Bouznad et al., 2008).

❖ **Les nématodes associés à la culture de pomme de terre**

Selon Castillo et al., (2002), les nématodes phytoparasites sont distribués dans les sols naturels sur un grand nombre de cultures et peuvent faire subir un préjudice important quand une densité élevée de population se présente dans le sol ou dans les racines. En effet, de nombreuses espèces de nématodes sont capables de se reproduire sur pomme de terre et causer des dommages considérables. Vu le manque de données sur les nématodes de la pomme de terre en Algérie, excepté la signalisation des genres *Globodera* et *Meloidogyne* (Sellami et al., 1999), nous citons les espèces redoutables dans le monde parmi elles ;

❖ ***Meloidogyne* (Goeldi, 1892)**

Ce sont des endoparasites sédentaires très polyphages avec 5500 plantes hôtes appartenant quasiment à toutes les familles botaniques (Block et al., 2009). Les espèces inféodées à la pomme de terre les plus redoutables sont *M. chitwoodi*, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica* et *M. arenaria* (Muginiry et phillipe, 2007). Les plantes infestées présentent une chlorose du feuillage. Ce genre provoque des galles sur les racines et sur tubercules et peut entraîner une réduction de la production et la qualité des tubercules (Janssen et al., 1997). Selon Griffin (1985) les tubercules attaqués par ces nématodes présentent un goût désagréable et ne sont pas commercialisés en raison de leur déformation.

❖ ***Pratylenchus ssp* (Filipjev, 1936) :**

Ce sont des nématodes endoparasites migrateurs qui causent des lésions sur les racines, tous les stades peuvent être infectieux (Nico et *al.*, 2003). Le genre *pratylenchus* renferme de nombreuses espèces inféodées à la pomme de terre. Les deux principales espèces les plus fréquemment diagnostiquées comme étant très dangereuses dans les pays tempérés sont : *Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917) et *Pratylenchus neglectus* (Shear & Allen), elles sont largement distribuées dans le monde et affectent significativement la production de pomme de terre (Greco, 1993).

❖ ***Ditylenchus ssp* (Filipjev, 1934) :**

Ce genre comprend environ 80 espèces dont deux peuvent occasionner de sérieux dommages sur pomme de terre, il s'agit de *D. destructor* Thorne et *D. dipsaci* (Mugniery et Philipps, 2007). Ce dernier appelé également nématode des tiges et des bulbes, est une espèce cosmopolite et très répandu dans les sols. *D. dipsaci* se développe principalement sur les parties aériennes c'est à dire sur les tiges et les feuilles. En revanche, *D. destructor* se développe dans les parties souterraines, où il provoque la formation des nécroses et de petites zones décolorées sur tubercules.

❖ ***Nacobbus aberans* (Torner et Allen, 1944)**

Ce nématode polyphage est considéré comme le plus redoutable sur pomme de terre dans de plusieurs pays de l'Amérique du sud et du nord, les nématodes provoquent des nécroses sur les racines et des renflements qui entraînent la formation de petites galles sphériques dites «fausses galles », entraînant des pertes considérables qui peuvent atteindre 60 à 90 % sur pomme de terre (Gomers tovar, 1993).

❖ ***Trichodorus ssp* (Cobb, 1913) et *Paratrichodorus spp* (Siddiqi, 1974).**

Ces nématodes ectoparasites présentent des tâches liégeuses brunes dans la chair du tubercule, parfois sans symptôme externe. Ces espèces sont vectrices de maladies virales du type Rattle (Mugniery et Philipps, 2007). A des fortes densités, ces nématodes peuvent inhiber la croissance du système racinaire. La pathologie de ces ectoparasites est due à leur transmission de maladies virales.

Chapitre II : Généralités sur les nématodes du genre *Globodera* spp (Skarbilovich, 1959)

I. Introduction

Les nématodes à kyste : *Globodera pallida* et *Globodera rostochiensis* sont considérés comme des bioagresseurs les plus redoutables parmi les contraintes qui affectent la culture de pomme de terre dans le monde et dans les pays méditerranéens où les conditions climatiques leurs sont favorables (Giannakou et al., 2007). Ils peuvent causer des pertes de rendements considérables et déprécient la qualité des récoltes de cette culture, entraînant des dépenses très importantes, celles-ci sont évaluées à plus de 37 millions de dollars pour empêcher leur propagation dans d'autres zones (Hodda et Cook, 2009). Les nématodes à kyste de la pomme de terre, *G. pallida* et *G. rostochiensis* sont des organismes de quarantaine inscrits dans la liste A2 (OEPP/EPPO, 1978 ; 1981).

II. Historique et distribution du genre *Globodera* spp

Originaire d'Amérique et particulièrement du Sud du Pérou, les nématodes à kyste du genre *Globodera* ont été nommés d'abord sous le nom *Heterodera schachtii* « race pomme de terre » c'est en 1923, que Wollenweber les a désignés sous le nom « d'*Heterodera rostochiensis* ». Groupés sous le nom du « nématode doré » de la pomme de terre, Parrot (1972) et Stone (1973) ont séparé les deux espèces *H. rostochiensis* et *H. pallida* par la couleur des femelles ; plus tard, les deux espèces ont été assignées dans le genre *Globodera* par Behrens, 1975 (Mulvey et Stone, 1976). Ce genre renferme une douzaine d'espèces dont trois sont inféodées aux solanées : *G. rostochiensis* (Wollenweber, 1923) ; *G. pallida* (Stone, 1972) et *G. tabacum* (Lownsberry et Lownsberry, 1954) (Ferraz et Brown, 2002).

Selon, Evans et Stone (1977), c'est à la fin du 18^{ème} siècle que ce bioagresseur a été introduit en Europe par les tubercules importés de pomme de terre d'Amérique du Sud qui représente le centre primaire de distribution de ce nématode (Evans et al., 1975). 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 de Vancouver en Colombie-Britannique (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).

En Algérie, le nématode du genre *Globodera ssp* a été signalé pour la première fois en 1953 suite à l'introduction de semences de pomme de terre d'origine britannique. Ensuite, sa présence s'est propagée dans le littoral algérois. Des zones contaminées se sont étendues très rapidement touchant plusieurs communes aux environs d'Alger (Frezal, 1954). Depuis, il est disséminé dans plusieurs wilayas du pays dont les plus importantes sont Aïn Defla, Tipaza, Chlef, Mascara et Sétif (Anonyme, 2006). Les nématodes du genre *Globodera* avec les deux espèces sont répartis dans la totalité des pays du monde et essentiellement dans les zones tempérées (Mugniery, 1984 ; Manduric et al., 2004). Actuellement, ce bioagresseur est désormais présent dans 75 pays à travers le monde (OEPP, 2006 ; Yu et al., 2010).

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.

III. Position Systématique du genre *Globodera ssp* (Skarbilovich ,1959)

Phylum : *Nematoda*
Classe : *Secernentea*
Ordre : *Tylenchida*
Sous ordre : *Tylenchina*
Super famille : *Tylenchoidea*
Famille : *Heteroderidae*
Sous famille : *Heteroderidae*
Genre : *Globodera* (Skarbilovich, 1959)

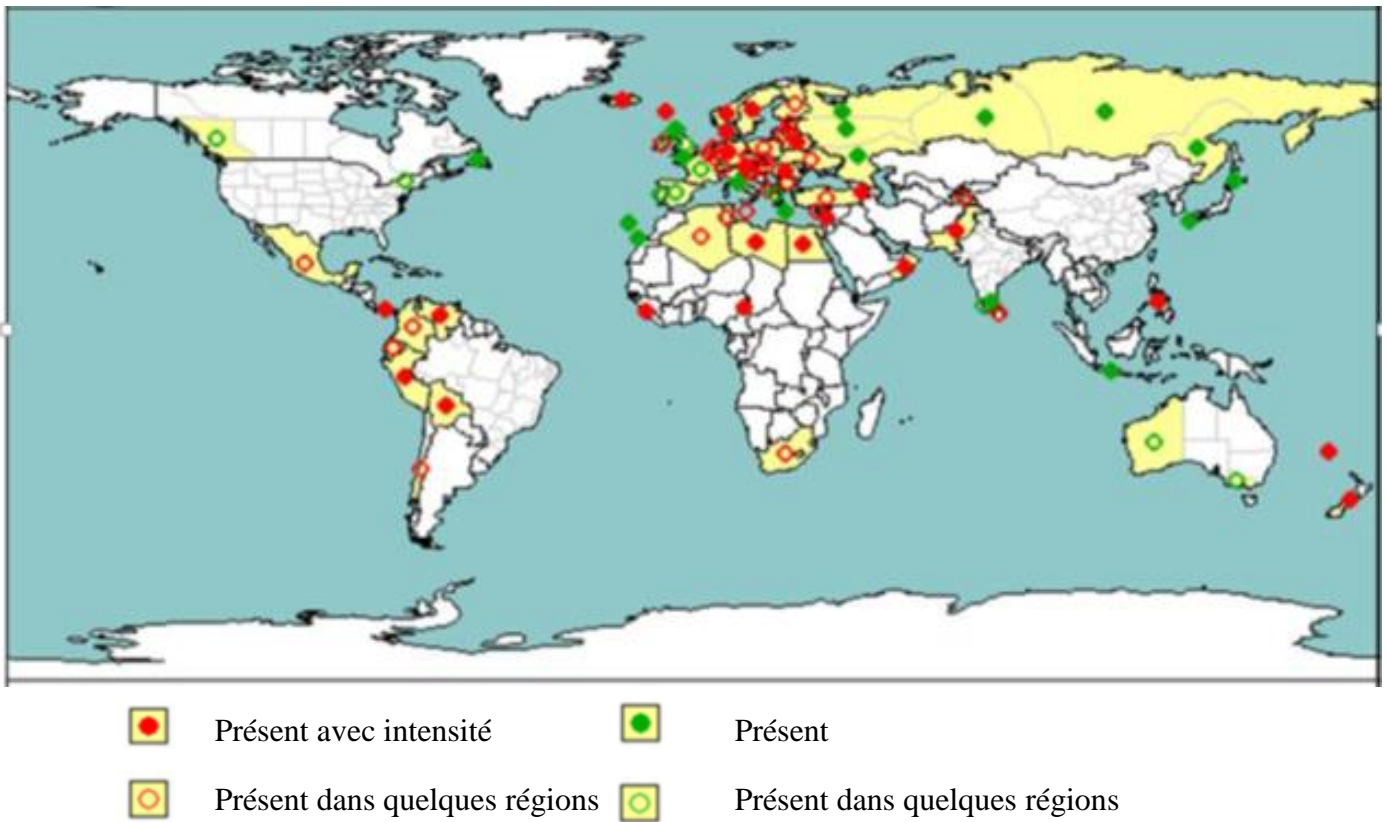


Figure 5 : Distribution mondiale de *Globodera rostochiensis* (source : OEPP, 2006).

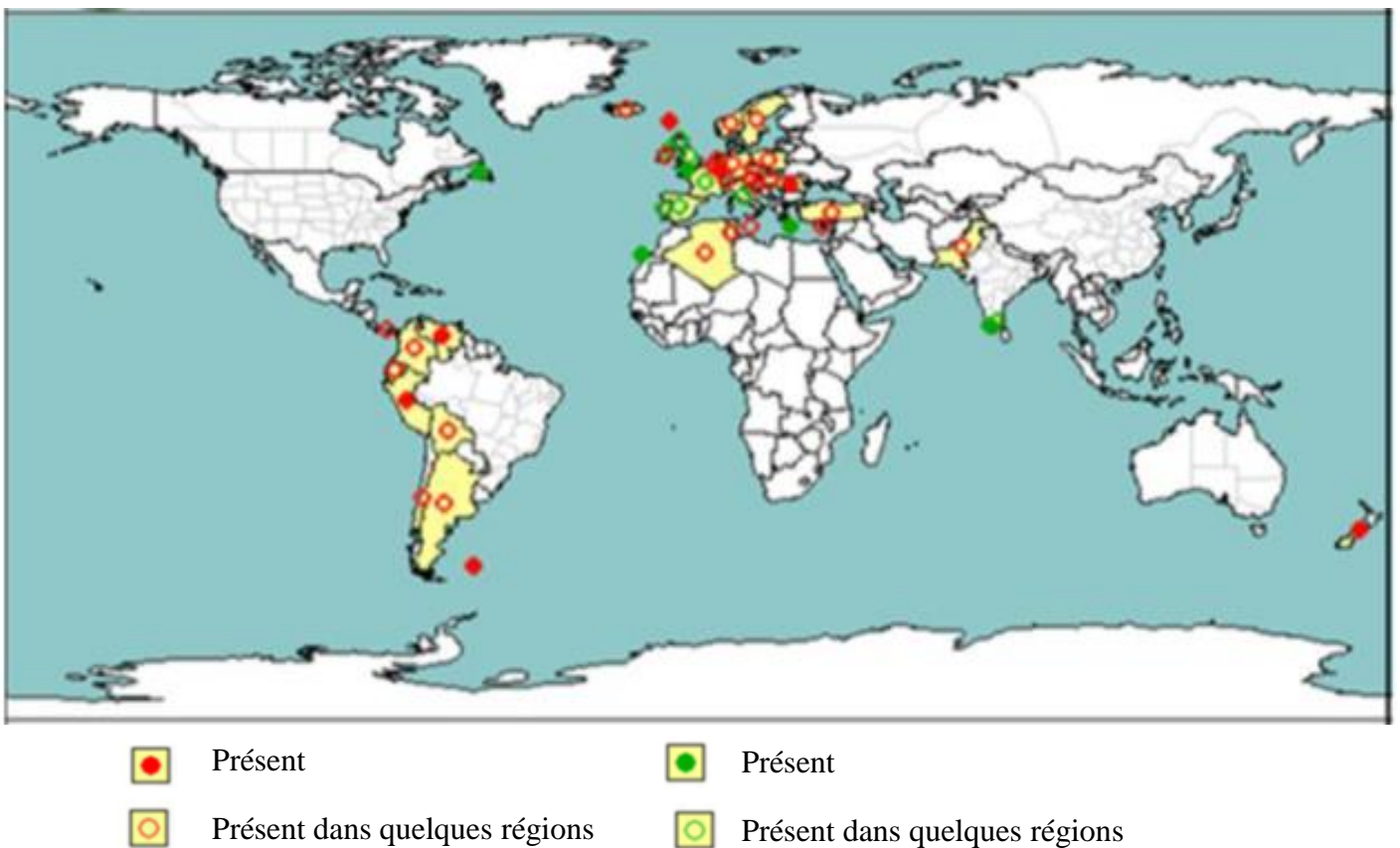


Figure 6 : Distribution mondiale de *Globodera pallida* (source : OEPP, 2006)

IV. Caractérisation morphologiques et critères d'identification de *Globodera* ssp

Les nématodes à kystes du genre *Globodera* sont caractérisés par un dimorphisme sexuel très prononcé (Fig : 8 et 9)

- les femelles sont globuleuses, d'aspect piriforme de couleur variant selon l'espèce : blanche (*G. pallida*) ou jaune (*G. rostochiensis*), elles sont sédentaires et mesurent environ 500 à 750 μm de diamètre avec un stylet très développé. Après fécondation, le corps de la femelle se remplit d'œufs, durcit et se transforme en kyste de couleur brun rouge (Baldwin et Mundo-ocampo, 1991).

- les mâles filiformes sont caractérisés par une armature céphalique comprenant un stylet très développé, mesurent 1200 μm de long ; la partie postérieure présente des spicules bien développés ainsi qu'un gubernaculum.

- les larves possèdent un stylet mesurant 30 μm avec renflements basaux ronds et étroits chez *G. rostochiensis* ou larges et orientés vers l'avant chez *G. pallida* (Fig.8), elles sont filiformes et mesurent 470 μm de long avec un diamètre de 10 μm (Stone ,1972).

L'identification de ce nématode est basée sur les critères morpho-biométriques réalisés par les examens des figures périnéales des femelles ou des kystes et la détermination du rapport de Graneck ainsi que la forme des boutons basaux , les mensurations des stylets et le corps des juvéniles (Stone,1972 ; Mandurick et *al.*, 2004), biochimiques (Trudgill et Parrot, 1972) et plusieurs outils moléculaires sont utilisés actuellement pour le diagnostic de ce nématode , ces analyses sont basées sur l'ADN comme la PCR (Réaction en chaîne par polymérase), la RFLP (polymorphisme de longueur des fragments de restriction) et la RAD (Flemming et *al.*, 1993 ; Power et Harris,1991 ; Subbotin et *al.*, 2003).

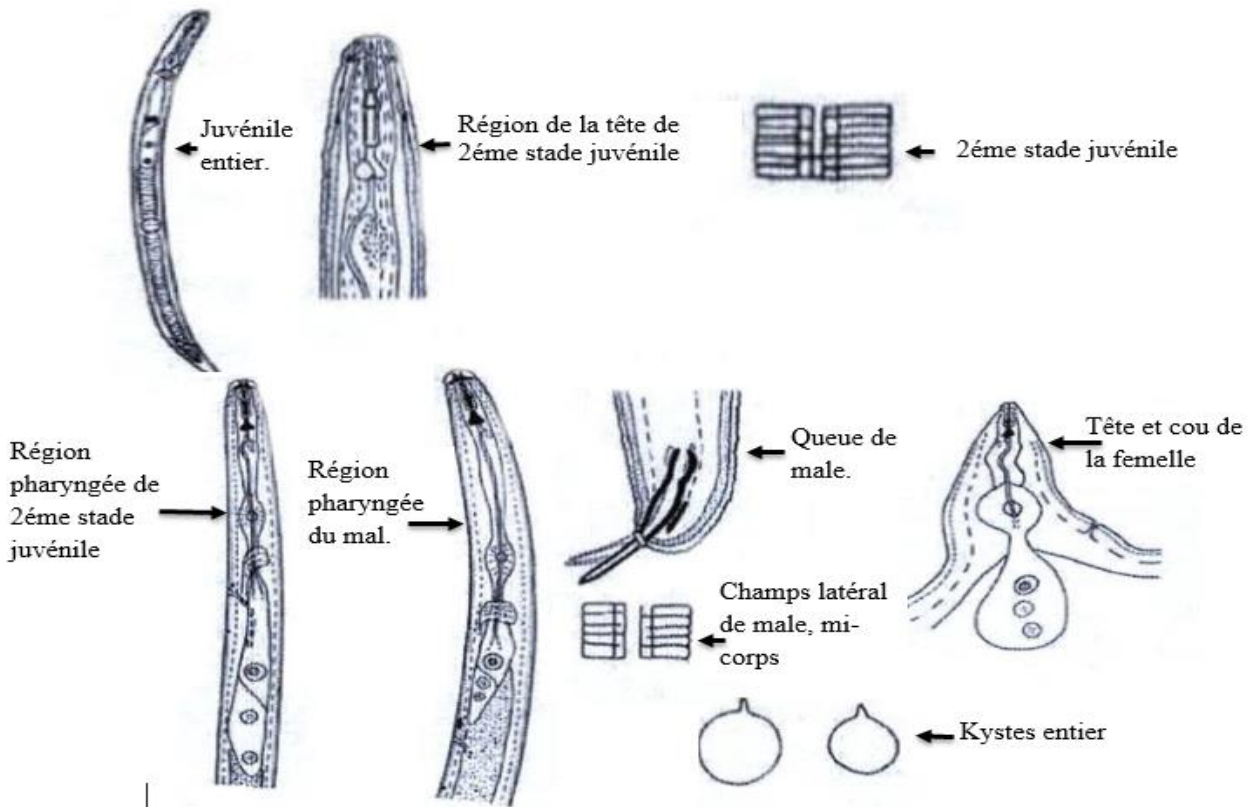


Figure 7 : les critères morphologiques de *G. rostochiensis* (Baldwin et Mundo-ocampo, 1991).

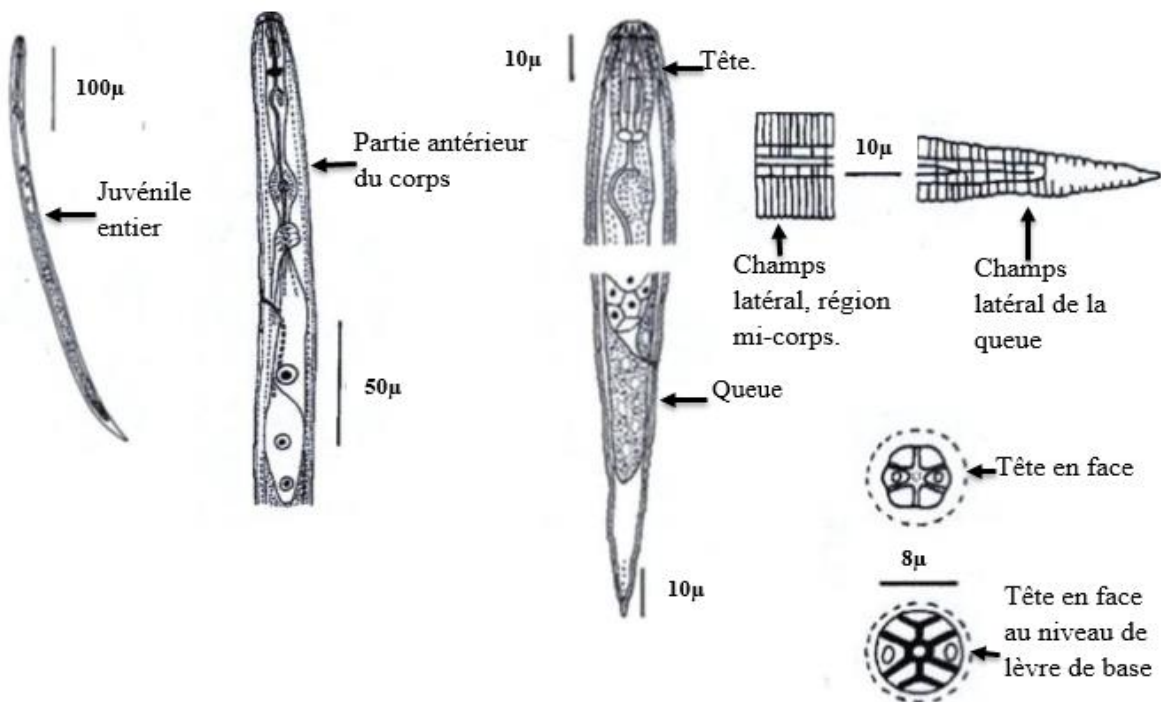


Figure 8 : les critères morphologiques de *G. Pallida* (Baldwin et Mundo-ocampo, 1991).

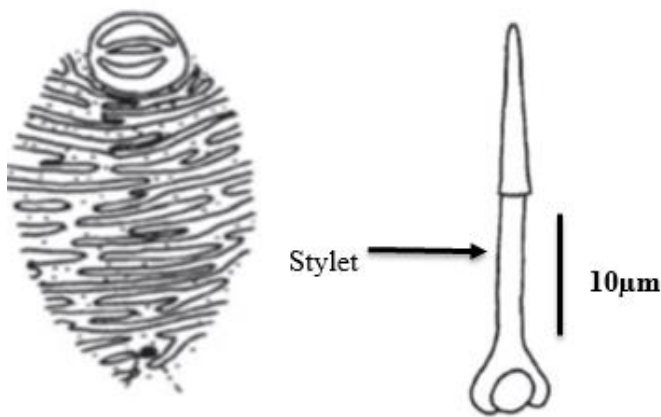


Figure 9 : Cône vulvaire et stylet de *G. rostochiensis* (Baldwin et Mundo-ocampo, 1991).

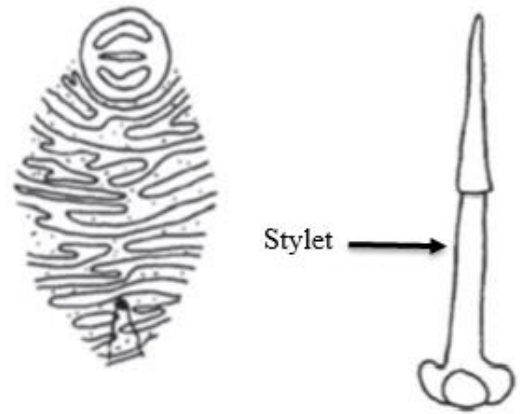


Figure 10 : Cône vulvaire et stylet *G. pallida*(Baldwin et Mundo-ocampo, 1991).

IV. Le Cycle de Développement et Facteurs Ecologiques de *Globodera* ssp

Les nématodes *Globodera rostochienchis* et *G. pallida* sont des endoparasites sédentaires. Les larves du 2^{ème} stade contenues dans les kystes vont éclore sous l'action des exsudats radiculaires de nature volatile et ou non volatile (Kevin Farnier et *al.*, 2012) émis par la plante hôte qui stimulent cette éclosion. Les juvéniles du 2^{ème} stade pénètrent dans les racines et migrent jusqu'au cylindre central où elles vont se fixer et induire la formation par digestion des parois d'un site nourricier appelé «syncitium». Selon, Turner et Evans (1998), ce syncitium comprend une quinzaine de cellules dont le cytoplasme devient dense, la vacuole se rétrécit et les noyaux sont multilobés (Mugniéry et Phillips, 2007). C'est la phase de sédentarisation du nématode.

Dans les racines, les juvéniles vont subir trois mues successives pour passer au stade adulte. À maturité, le mâle filiforme se détache de la racine et migre activement dans le sol ; les femelles sédentaires vont se renfler et faire saillie à la surface des racines, c'est à ce stade que le mâle va les féconder ; les œufs se développent ainsi à l'intérieur de la femelle fécondée, dont la cuticule se transforme en une enveloppe de protection : le kyste. Ce dernier peut contenir jusqu'à un millier d'œufs qui peuvent rester viables pendant 20 à 30 ans en l'absence des solanées hôtes (Brodie et *al.*, 1993 ;Turner, 1996), ce kyste constitue ainsi un organe de dissémination et de conservation efficace . Il existe qu'une seule génération par an (Mugniery et Phillips, 2007). Une durée de 38-48 jours (dépendant de la température sol du) est nécessaire pour accomplir le cycle

La survie, la reproduction et la dynamique de population du nématode à kyste sont influencées par la température, l'humidité, et les facteurs édaphiques. Ainsi, à une température de 20°C, la durée du cycle est de 15 jours (Mugniery et Phillips, 2007).

La sévérité des dommages occasionnés est liée surtout à la combinaison plante-nématode, à des facteurs environnementaux comme la température, les précipitations, l'humidité du sol, le type de sol et les pratiques culturales (Belair, 2005).

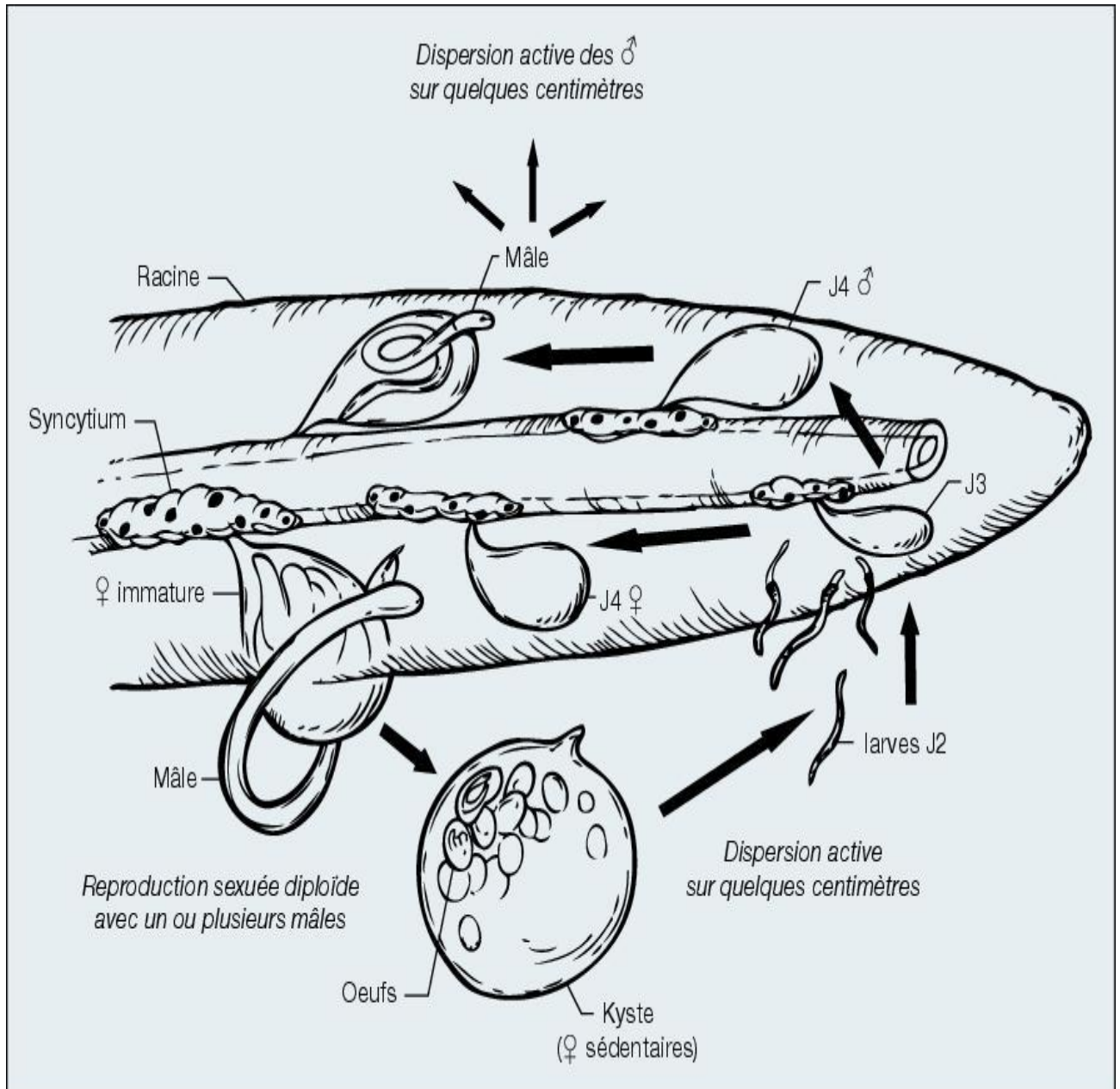


Figure 11 : Cycle biologique de *Globodera rostochiensis* et de *Globodera pallida* (Caster-Picard : in Chauvin et *al.*, 2008) .

V. Symptomatologie, Gamme d'hôtes et Dégâts

Les dégâts causés par les nématodes ne présentent pas de symptômes spécifiques caractérisant leur parasitisme. De ce fait, une analyse nématologique s'avère nécessaire pour le diagnostic (Deguiran et Netscher, 1970 ; Stephan et Abu Gharbieh, 2010).

Selon, Mugniery *et al* (1989), Franco (1989) et Ferraz et Brown(2002) les symptômes causés par ces bioagresseurs sont décrits comme suit :

***Au champ :**

Les symptômes au champ se traduisent par de grandes taches de forme ovale dans le sens du travail du sol.

***Sur la partie souterraine :**

- une réduction du système racinaire,
- la présence de femelle de couleur blanchâtre ou jaunâtre ainsi que des kystes de couleur brunâtre sur racines des plants infestés

***Sur la partie aérienne :**

Les symptômes qui apparaissent sur les plantes infestées par les *Globodera* se traduisent par :

- un aspect chétif de la plante
- un feuillage jaunâtre, flétri ou desséché.
- une floraison et une fructification réduite
- une diminution de la taille des tubercules
- un retard dans la croissance des plants
- une baisse de rendement

Ces bioagresseurs 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.

Ainsi, Brodie *et al.*, (1993) estiment la limite de tolérance de la pomme de terre à *G. rostochiensis* à 1.5 œuf/g de sol en Hollande. En Italie, ce seuil atteint est de 1.7 œuf/g de sol pour *G. pallida*, cependant celui de *G. rostochiensis* est à 1.2-2.1 œufs /g du sol (Greco *et al.*, 1982). A Chypre, ce seuil se situe entre 10 et 20 œufs /g du sol (Phillips *et al* , 1991), en Europe, ce seuil est plus faible,

il est de 3 œufs /g du sol (Seinhorst, 1982), enfin, en Norvège le seuil de nuisibilité de *Globodera rostochiensis* est estimé à 1-3 œufs /g de sol (Moxnes et Hausken, 2007).

VI. Interactions des nématodes avec les autres organismes phytopathogènes

Plusieurs maladies de plantes résultent de l'interaction conjuguée de plusieurs agents pathogènes. Ainsi, les nématodes jouent un rôle important dans ce type de synergie ; ils agissent souvent avec les champignons, les bactéries et les virus et leur présence augmente l'incidence des attaques des végétaux (Ciancio et Mukerji, 2009).

***Interaction : Nématode /champignons :**

Selon Harrison (1970), les symptômes dus aux champignons apparaissent plus tôt et sont plus graves en présence du nématode. Ainsi, l'interaction la plus connue sur pomme de terre est celle de *G. pallida* et *Verticillium dahliae*, les pertes dus aux *Globodera* spp sont aggravées en présence de *V. dahliae* (Storey and Evans, 1987).

Une relation positive a été observée entre la densité de nématodes dans les racines de pommes de terre et l'incidence des stolons infectés par *R. solani* et *G. pallida*. L'association de ces deux agents augmente la sévérité des symptômes causés sur pomme de terre (Bhattarai et al., 2009).

Enfin, Back et al., (2010) rapportent que l'invasion et les dommages causés aux racines de pommes de terre par le nématode à kyste *G. rostochiensis* peuvent entraîner des changements quantitatifs ou qualitatifs dans la libération des exsudats racinaires affectant ainsi la croissance de *R. solani* dans la rhizosphère de la pomme de terre.

***Intéraction : Nématode/bactéries :**

L'association entre *Globodera pallida* et *Pseudomonas solanacearum* entraîne une réduction de la croissance des plants, celle -ci est plus accentuée en présence des deux pathogènes (Jatala et al., 1979). De même, la présence de *G. pallida* et la bactérie *Ralstonia solanacearum* sur pomme de terre, le nématode favorise et augmente la sévérité de la maladie (Turner et Rowe, 2006).

VII. Gestion des nématodes : *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*

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).

7.1. Les mesures prophylactiques :

La gestion du nématode à kyste est basée sur la prévention et consiste à empêcher la propagation du parasite en éliminant les sources de contamination : utilisation de plants certifiés, donc indemnes de nématodes, nettoyer les machines et le matériel agricole, gestion des eaux de lavage et des déchets et éviter les contaminations par les pratiques agricoles. Enfin, le contrôle des végétaux aux frontières pour éviter l'introduction de nouvelles populations sur un territoire s'avère indispensable.

7.2. Les méthodes chimiques :

La lutte chimique contre les nématodes en Algérie est basée sur l'utilisation des nématicides fumigants et des substances endotherapiques (systémiques) (Abu gharbieh *et al.*, 2010). Les fumigants comptent parmi les nématicides les plus dangereux, qui agissent par asphyxie contre les nématodes en saturant l'atmosphère et en remplissant les pores du sol. Leur application reste difficile à réaliser et nécessite certaines conditions, ces produits ne sont utilisés qu'avant la mise en place des cultures (Whitehead, 1998). En revanche, les traitements réalisés pour protéger les cultures en place se font par contre au moyen de nématicides dits systémiques. Ces derniers agissent par ingestion en inhibant l'acétylcholinestérase et par conséquent la pénétration des nématodes dans les plantes hôtes. Ces produits sont également très dangereux et sont représentés par les organophosphorés et les carbamates. Les caractéristiques des nématicides homologués en Algérie sont consignées dans l'annexe 4. Cependant ces nématicides sont destinés à être interdits à cause de la nocivité des matières actives pour l'Homme et pour l'environnement (Chauvin *et al.*, 2008) et peuvent réduire les populations des *Globodera ssp* de l'ordre de 70 à 80 % (Chauvin *et al.*, 2008).

7.3. Les méthodes culturales :

La conséquence des pratiques agricoles est la principale cause des dégâts dus aux nématodes. Parmi ces méthodes nous citons :

***les amendements organiques :**

L'incorporation des amendements organiques représente un moyen très intéressant dans la gestion des deux espèces de *Globodera*. En effet, des essais sur composts d'origine différente : mélange de fumier de cheval, marre de la betterave à sucre, fumier de volaille, mare de raisin; compost du lisier de porc ;compost des lombrics avec des déchets de plantes médicinales; compost lombric avec du fumier de bovins, tous ces composts ont montré une diminution significative des oeufs et des larves dans les kystes et des larves dans le sol contre *G. rostochiensis* et *G. pallida* sur pomme de terre ; cette baisse est plus importante en présence du compost de lisier de porc (Renco et al.,2011).

*** la rotation culturale**

Selon Muniery (1992), l'utilisation de la rotation des cultures avec des plantes non hôtes contre ce bioagresseur est un procédé efficace du fait que la gamme d'hôte est restreinte. Ainsi, en l'absence de plantes hôtes, une réduction des densités des populations de 30 % par an est relevée (Whitehead, 1998 ; Duvauchelle, 2013).

Une rotation de quatre ans permet de maintenir ou de réduire la population de nématodes à condition que le contrôle des repousses de pomme de terre soit maîtrisé (Chauvin et al., 2008). De même, Une rotation de 7 ans entre deux cultures de pomme de terre diminue les densités de populations (Mugniery et Phillips, 2007).

***les plantes pièges**

Selon Trudgill et al., (1998), les exsudats racinaires des plantes pièges font éclore les kystes mais les nématodes ne peuvent pas se nourrir sur les racines. Cette technique consiste à réaliser une plantation de pomme de terre à haute densité de petits tubercules fortement pré-germés, pendant cinq semaines, puis la culture est détruite (Mugniery et Balandras, 1987). 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).

***la jachère :**

Szilvasi (2013), préconise une jachère d'une durée minimale de deux ans afin de réduire les populations des nématodes à kystes.

7. 4. Les méthodes physiques :

Parmi les procédés physiques utilisés contre les nématodes à kyste de la pomme de terre ; nous avons la solarisation du sol, qui est un processus hydrothermal par lequel le sol humide est chauffé sous des films plastiques transparents (Wesemael et *al.*, 2011). L'efficacité de la solarisation du sol contre *Globodera rostochiensis* a été rapportée par Lamondia, (1984) et Pullman et *al.*, (1984). Cette technique constitue actuellement la méthode alternative la plus utilisée notamment dans les pays du Moyen Orient (Abu Gharbieh et *al.*, 2010). De même, ce procédé présente une alternative intéressante dans la gestion de ce nématode qui reste efficace sur les superficies restreintes (Chauvin et *al.*, 2008).

7. 5. Lutte génétique :

L'utilisation des variétés résistantes est un moyen de lutte efficace qui permet le maintien des populations de nématodes au-dessous du seuil de nuisibilité sans risque sur les autres constituants de la biocénose. Actuellement, la résistance génétique constitue un moyen alternatif privilégié pour la gestion des nématodes (Castagnone-Sereno et Djian-Caporalino, 2011). Pour Williamson et Kumar(2006), la résistance au nématode chez la plante se traduit par l'incapacité des nématodes à produire un site d'alimentation fonctionnel dans les racines. Ces derniers ne pourront pas se développer en femelles reproductrices. Cette réponse se traduit par la mort rapide des cellules au site de l'infection : réponse hypersensible.

Le gène H1 est un gène majeur conférant une résistance durable contre les pathotypes Ro1 et Ro4 du nématode doré (Brodie, 1999). Il a été découvert, il y a plus de 50 ans, dans le génotype *S. tuberosum* ssp. *andigena*. De plus, il est largement utilisé dans le monde pour le développement de variétés résistantes au nématode doré (Brodie, 1999).

Les sources de résistances utilisées présentent souvent une grande spécificité et ne sont efficaces que contre une espèce, c'est le cas notamment du gène de résistance H1 de la pomme de terre qui ne permet de contrôler que les populations de *G. rostochiensis* de pathotype Ro1/4 ou du gène Gpa2 qui ne contrôle que deux populations hollandaises (Castagnone-Sereno, 2002). Seules des résistances partielles ont été identifiées tel que de gène Hero A contre les autres pathotypes de *G. rostochiensis* ou *G. pallida*, (Fournet et *al.*, 2011.) .

Des gènes de résistance à « variété durable » dans diverses solanées apparentées à la pomme de terre comme : *Solanum vernei*, *S. sparsipilum* et *S. spegazzinii* pour créer des nouvelles variétés avec un contournement difficile sont en cours de recherche (Duvauchelle, 2013).

Toutefois, les contournements des résistances favorisent la sélection de populations de nématodes de plus en plus virulentes. Une utilisation raisonnée de ces résistances est donc nécessaire afin d'en assurer la durabilité (Fournet et al., 2011).

Chaque espèce de *Globodera* possède ses pathotypes, en effet *G. rostochiensis* présente 5 pathotypes Ro1 à Ro5 dont deux groupes de virulence Rol-4 et Ro2-3-5, n'a pas été difficile à obtenir, tant donné que le seul caractère utile était dominé et contrôlé par un seul gène (Schneider, 1971), cependant pour *G. pallida* qui possède 5 pathotypes Rol 1 à Rol5 dont deux groupes de virulence Rol-4 et Ro2-3-5 est sous contrôle de plusieurs gènes. De ce fait, il est nécessaire d'entreprendre une cartographie des facteurs génétiques impliqués dans la résistance à *Globodera pallida* (Caromel et al., 2003).

7.6. Méthode biologique

Selon, Stephan et Abu-Gharbieh (2010), la lutte biologique contre les nématodes consiste à utiliser des microorganismes vivants, tels que :

- **Les champignons endoparasites**

Ils ont fait l'objet de nombreuses recherches, ces champignons pénètrent dans l'œuf après formation d'un appressoria et agissent par la production de toxines. Dans ce groupe, nous citons *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson ; il est commercialisé sous le nom de Bioact (Kiewnick et Sikora, 2006) ; son efficacité vis-à-vis de *Globodera pallida* a été rapportée (Jatala et al., 1985).

L'efficacité de *Pochonia chlamydosporia* contre *Globodera pallida* et *G. rostochiensis* sur pomme de terre dans les conditions naturelles et les potentialités de ce champignon comme agent pour son utilisation dans une stratégie de lutte intégrée a été rapportée par Tobin et al., (2008). Récemment, Viera Dos Santos et al., (2013) rapportent l'efficacité de ce champignon vis-à-vis des *Globodera* spp. Enfin, l'application d'autres champignons comme le *Fusarium* spp et le *Trichoderma* spp diminuent respectivement de 36.0% to 44.4% la multiplication de *G. rostochiensis* et augmentent la croissance et les rendements des plants de pomme de terre (Trifonova, 2010).

Cependant malgré leur efficacité, ces champignons n'ont fait l'objet que d'études expérimentales.

***les bactéries nématoparasites :**

Parmi les bactéries nématoparasites, ce sont les rhizobactéries PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) qui ont fait l'objet de recherche contre ce bioagresseur : l'efficacité de *Agrobacterium radiobacter* et *Bacillus sphaericus* a été notée vis-à-vis de *Globodera pallida* (Haskhy-Gunther et al., 1998). La reconnaissance par la plante de certaines rhizobactéries peut conduire à une réaction d'immunisation lui permettant de mieux se défendre vis-à-vis d'une attaque ultérieure par un organisme pathogène (Ongena et al., 2006 in : Jourdan et al., 2008).

Ce phénomène d'induction de résistance systémique (ISR) par les rhizobactéries comme : *Pseudomonas syringae*, *Erwinia amylovora* (Burrill), *Xanthomonas campestris* est considéré comme une stratégie prometteuse dans la lutte biologique contre les maladies des cultures causées par des champignons et les nématodes comme *Globodera pallida* et *Meloidogyne incognita*.

Enfin, l'application des bio pesticides à base de *Bacillus thuringiensis* var. *berline* (Kustom larvo WT-1 ml/pot), var. *kurstaki* (Kostar 76 LW-1 ml/pot), et de *Saccharopolyspora spinosa* (Treisr 480 EC-1 ml/pot) entraînent un effet inhibiteur sur la multiplication de *G. rostochiensis* avec une diminution de 27.7% à 33.3% et augmentent la croissance et les rendements des plants de pomme de terre (Trifonova, 2010).

***les substances naturelles :**

Actuellement, les plantes de la famille des brassicacées suscitent un intérêt primordial comme méthode alternative en vue de réduire l'utilisation des pesticides car les espèces de cette famille produisent des essences soufrées : les glucosinolates et leurs dérivés qui sont dotés de propriétés biocides (Brown et Morra, 1997 ; Valdes et al., 2011). Ainsi, Serra et al (2002) rapportent que le composé 2-propénylisothiocyanate extrait des semences de *Nasturtium officinale* L. à une dose de 0.05 mg/ml induit une mortalité de 65% après une période d'exposition de 72 heures des larves du 2 stade de *Globodera rostochiensis*, cette mortalité atteint 100% après une période 48 heures à une concentration plus élevée de 1 mg/ml.

De même, l'efficacité des extraits de *Nicotiana tabacum* à 0.5% et *Veratrum album* 1% ainsi que des formulations commerciales du Neem à l'égard des larves de *G. rostochiensis* a été rapportée par Trifonova et Atanason (2009). Ces mêmes auteurs signalent que l'association de ces extraits avec les formulations commerciales de l'huile de Neem réduisent respectivement les densités des populations de ce nématode de 77.7% et 77.8% et augmentent les rendements de pomme de terre de 13.2 % et 11.5%.

7.7. Lutte intégrée

Les recherches sur la gestion des nématodes phytoparasites s'orientent davantage vers une lutte intégrée et durable des populations de nématodes. L'utilisation simultanée dans le cadre stratégique des différentes méthodes disponibles contre ces bioagresseurs de cultures a pour but de maintenir leur population à un niveau bas pour que les dégâts occasionnés soient économiquement tolérables (Viaene *et al.*, 2006). La culture de plantes pièges avec l'Ethoprophos appliqué au sol réduit les populations de *G. pallida* de 98,5% (Mugniery et Balandras, 1984).

Chapitre III : Partie Expérimentale

1^{ère} partie : Distribution de *Globodera* ssp sur pomme de terre et contribution à la biologie de ce nématode

A. Distribution de *Globodera* ssp sur pomme de terre

Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude consiste dans une première partie à étudier la distribution du genre *Globodera* sur la culture de pomme de terre dans les wilayas de Mostaganem, Relizane, Batna et Biskra ainsi que l'identification des espèces de *Globodera* nécessaire à une stratégie de lutte. Cette étude a été complétée par la détermination de la durée du cycle biologique du genre *Globodera* dans les conditions naturelles et l'estimation du nombre de génération chez ce nématode sur une culture de pomme de terre pendant une saison agricole.

I. Matériel et Méthodes

1. Présentation des sites d'étude

Les prospections ont été réalisées dans quelques zones potentielles de la pomme de terre

La wilaya de Mostaganem : Située sur le littoral Ouest du pays et disposant d'une façade maritime de 124 km. Elle a pour limite la mer méditerranée au Nord ; et les wilayas de Relizane au Sud Est, de Mascara au Sud-Ouest, et celle de Chlef à l'Est. Le climat est du type semi-aride avec une pluviométrie allant de 350mm sur le plateau à 400mm sur les piémonts de Dahra. La température moyenne annuelle dans cette wilaya avoisine les 14, 24 °C, la moyenne minimale annuelle est de 8,82°C et la moyenne maximale atteint 22°C (Station météorologique d'Oran, 2013). La culture de pomme de terre s'étend sur une superficie de 11271 ha.

Pour notre étude, les régions retenues sont : Hassi mamache, Mesra, Sirat, Ain sidi cherif, Sayada, Debdaba,

La wilayat de Relizane : localisée dans le Nord-ouest du pays et entourée : par les wilayas de Mostaganem et Chlef Au Nord, par les wilayas de Mascara, Tiaret et Tissemsilt au Sud. A l'Ouest par les wilayas de Mascara et Mostaganem.

Le climat de la région est chaud et sec en été, frais et pluvieux en hiver. La température moyenne de l'année est de 19,2 °C, les minimales et maximales moyennes sont respectivement de 12,2 °C à 25,5°C (Station météorologique d'Oran, 2013).la pluviométrie

moyennes annuelle est estimée à 175 mm au cours de dernière décennie. (Station météorologique d'Oran, 2013). Comme site d'étude, nous avons retenu la région de Hmadna représentant 47% des superficies consacré à la pomme de terre. Cette dernière s'étend sur une superficie de 3190 ha (MADR, 2013)

La wilaya de Biskra : elle est située au centre-est de l'Algérie, aux portes du Sahara algérien, à environ 400 km au Sud-Est de la capitale.

Le climat de cette région est aride, chaud et sec en été. La température moyenne de l'année est de 22.51 °C, les minimales et maximales moyennes sont respectivement de 7.04° à 40°C (Station météorologique, 2013). Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre 175 mm. Comme site d'étude, nous avons retenu la région de Zribet El Oued qui se situe sur une latitude de 34 41'00,07"N et une longitude de 36 31'00,10".

La wilaya de Batna : Située au Nord-Est de l'Algérie dans la région des Aurès. Elle a pour limites les wilayas de Mila au Nord, Oum-El-Bouaghi à l'Est, Khenchela, au Sud, Biskra, de M'Sila à Ouest et par Sétif au Nord-Ouest.

Les températures mensuelles moyennes sont de 15,7 °C avec des minimales de 8,5 °C et des températures maximales de 22,9°C (Station météorologique de Batna, 2013). La pluviométrie moyenne est estimée à 218 millimètres/an au cours de la dernière décennie (Station météorologique, 2014). Notre étude a été menée dans les régions d'Ain Gacer et Zana

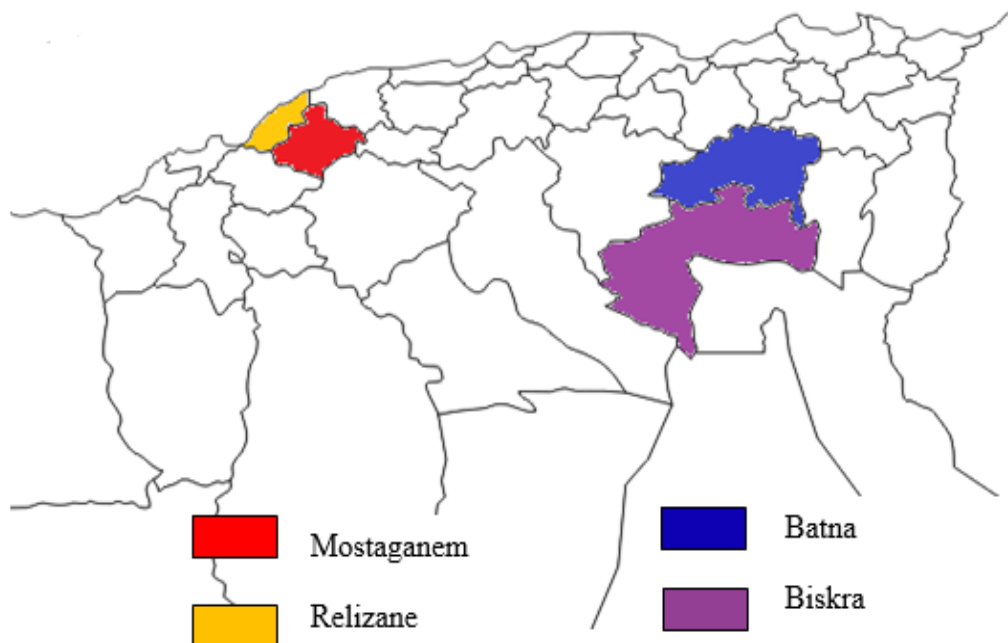


Figure 12 : Carte représentant les sites prospectés

2. Les Analyses physicochimiques du sol

Plusieurs paramètres ont été retenus pour effectuer les analyses chimique et physique du sol. Elles ont été effectuées par le laboratoire de FERTIAL à Annaba.

3. Analyse nématologique

Contrairement aux autres infections, les attaques dues aux nématodes ne se traduisent pas par des symptômes spécifiques facilement reconnaissables. De ce fait, l'analyse nématologique s'avère indispensable pour la mise en évidence de ces organismes. Celle-ci est particulièrement délicate due principalement à leur répartition très inégale dans le sol. Elle ne peut être représentative et significative que si l'échantillon est lui-même représentatif. Elle comporte plusieurs étapes

- l'échantillonnage.
- l'isolement ou extraction des nématodes.
- l'identification.
- le comptage.

3.1. Echantillonnage

L'échantillonnage est une étape très importante dans l'analyse de la nématofaune. Ainsi, selon Merny et Luc (1969), l'échantillonnage doit être réalisé d'une manière représentative afin d'obtenir des résultats significatifs. La méthode que nous avons retenue est l'échantillonnage aléatoire (Fig. 13). De ce fait, le nombre d'échantillons collecté doit couvrir la variabilité due aux nématodes. Dans ce cas, il faut diviser les grandes surfaces en parcelles élémentaires de 500m². Afin d'assurer une représentativité suffisante de la distribution des nématodes dans le champ, 40 sous-échantillons (prises) sont mélangés pour constituer l'échantillon global qui est environ de 1.5kg de sol. Les échantillons de sol sont prélevés entre 20 et 30cm de profondeur à l'aide d'une tarière et mis dans des sacs, puis étiquetés et enfin conservés au réfrigérateur avant l'analyse. Une fiche de renseignements comprenant des informations sur l'échantillon : la date de prélèvement, le lieu, la culture, la variété, le précédent, la superficie a été à chaque fois établie (Annexe 3).

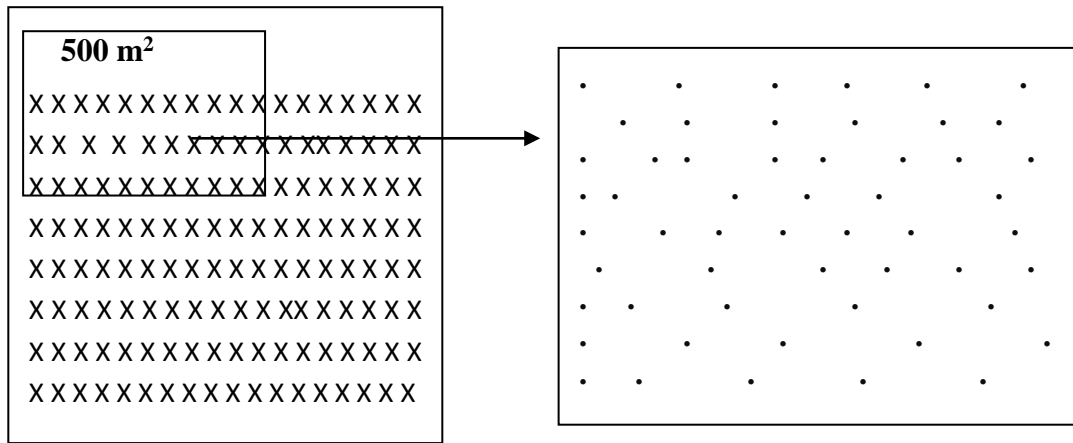


Figure 13 : la méthode d'échantillonnage aléatoire

3.2. Méthodes d'extraction ou Isolement des nématodes

Il existe plusieurs méthodes d'extraction des nématodes à partir du sol où des tissus végétaux, nous décrivons celle que nous avons utilisé au cours de notre expérimentation.

*Extraction des nématodes à kystes

La méthode utilisée dans notre expérimentation est celle de Fenwick, dont le principe est basé sur la densité du kyste par rapport à celle de l'eau afin de séparer les kystes des autres matériaux du sol. Après homogénéisation de l'échantillon global du sol, 500g de sol sont séchés à l'air libre puis placés dans une passoire de 1mm de maille à travers laquelle, il sera entraîné par un jet d'eau dans le corps de l'appareil. La passoire retient les gros éléments, cependant les kystes et les particules fines sont entraînés dans le récipient où ils flottent et débordent à travers la gouttière de l'appareil dans un tamis de 250 μm (Fig. 13). Le refus du tamis sera récupéré grâce à un jet d'eau sur un papier filtre tapissant un entonnoir porté par un erlenmeyer. Une fois égoutté, le papier filtre est récupéré dans une boîte de Pétri pour être récolté avec un pinceau puis examiné sous loupe binoculaire.



Figure 14 : Méthode d'extraction des nématodes à kyste appareil Fenwick (Fenwick, 1940)

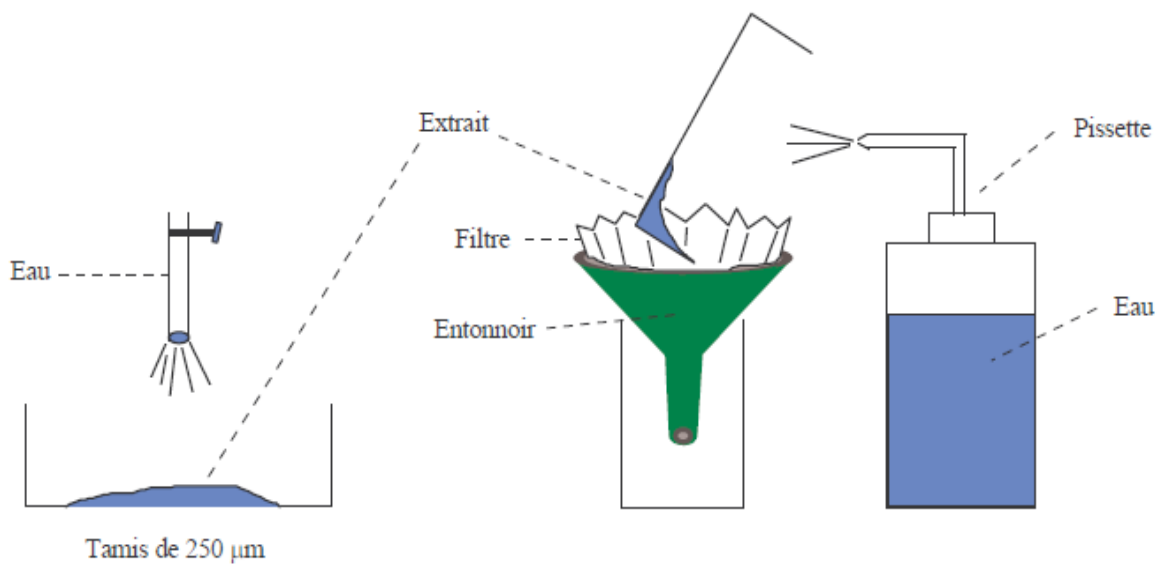


Figure 15 : Matériel de récupération des kystes

Tableau IX : Caractéristiques des échantillons dans les zones prospectées.

Les régions prospectées	Communes	Nombre d'échantillons	Variétés	Précédent cultural
Mostaganem	Sirate	58	Spunta Bartina	pomme de terre pastèque céréale
	Mesra	28	Spunta Désirée	Pomme de terre pomme de terre pomme de terre
		28	Bartina Spunta	pomme de terre pomme de terre pomme de terre
	Debdaba	14	Spunta	pomme de terre pomme de terre céréale
	Sayada	20	Spunta, Bartina	Pomme de terre pastèque pastèque
	Ain sidi cherif	24	Spunta Désirée	pomme de terre pomme de terre céréale
	Relizane	Hmadna	20	Bartina
Hmadna		20	Spunta	pomme de terre pomme de terre pomme de terre
Batna	Ain Gacer	8	Spunta	Pomme de terre Céréales
	Zana	8	Désirée	Céréales
Biskra	Zribet El Oued	12	Bartina	Pomme de terre Fève Melon
Total		240		

3.3. Identification des nématodes à kystes

Plusieurs méthodes sont utilisées pour identifier les nématodes, celle que nous avons utilisé est basée sur les critères morpho-biométriques au niveau des cônes vulvaires, les principaux critères retenus sont ceux préconisés par Baldwin et Mundo-Ocampo (1991) ; Subotín et *al* ; (2010). Les caractéristiques sont basées sur la morpho-biométrie des kystes et des larves du deuxième stade (juvéniles). Afin d'observer les différentes caractéristiques des deux espèces *G. pallida* et *G. rostochiensis* des coupes au niveau du cône vulvaire ont été effectuées.

3.3.1. Mode opératoire

La technique utilisée est celle de Cooper (1955) qui consiste à faire des coupes au niveau de la partie postérieure des kystes, ces derniers sont préalablement déposés dans une boîte de Pétri contenant de l'eau. Ces coupes sont déposées dans l'essence de girofle puis dans l'eau oxygénée, ensuite placées entre lame et lamelle et l'identification se fait sous microscope optique (G^x 40 à G^x100).

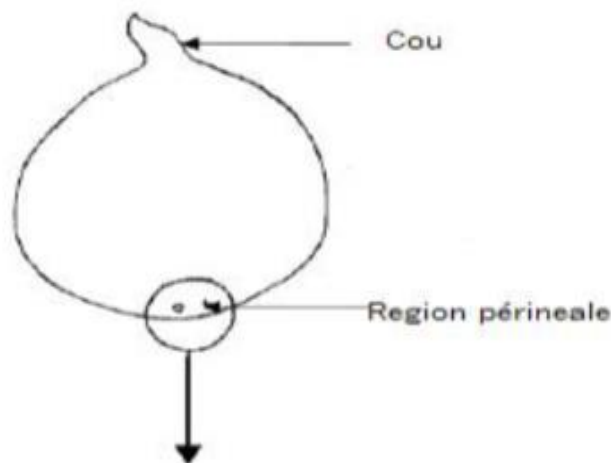


Figure 16 : Les caractéristiques morphologiques des kystes (Turner et Evans, 1998).

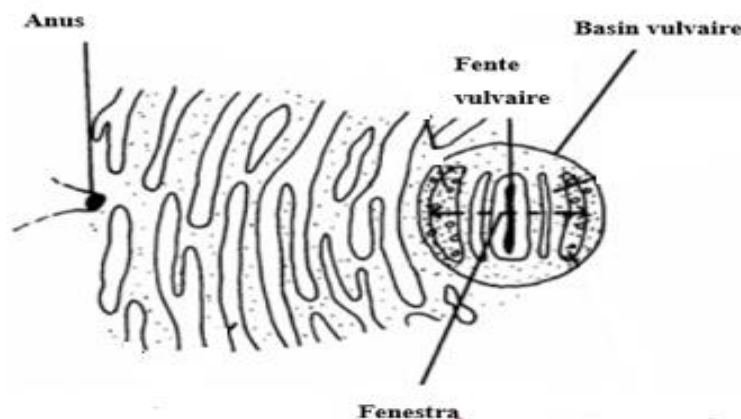


Figure 17 : La région périnéale du kyste du *Globodera* (Fleming et Powers, 1998)

***Caractère morphométrique et critères retenus**

❖ **Forme des kystes** : arrondie (*Globodera*) ou citriforme (*Heterodera*)

❖ **Forme des renflements basaux**

❖ **le cône vulvaire** :

- Distance de l'anūs à la vulve

- Diamètre de la vulve

- Rapport de Granek (Ratio de Granek =Distance Anus-Vulve / Diamètre Vulvaire)

❖ **Les larves du 2ème stade** :

Les larves du deuxième stade sont obtenues après éclosion des kystes dans les exsudats racinaires de pomme de terre, puis sont fixés dans du formol à 5%, les larves sont ensuite placées entre lame et lamelle et observées au microscope au grossissement(x100).

- Longueur du stylet

- Forme du stylet

Les mensurations ont été faites sur 10 ou 20 individus par échantillon sous microscope X 100 à l'aide d'un micromètre. En ce qui concerne les larves les mensurations ont été faites sur 5 à 10 individus (en fonction de la disponibilité des larves).

3.4. Comptage

Une fois les kystes récoltés, ils sont comptés sous loupe binoculaire.

B. Contribution à l'étude biologique du genre *Globodera pallida*

I. Matériels et méthode :

1. Site d'étude :

L'essai s'est déroulé dans une parcelle de pomme de terre naturellement infestée par le nématode *Globodera pallida*. Située dans la région de Debdaba à Mostaganem

1. Caractéristique de la parcelle expérimentale :

Sur une parcelle d'une superficie de 6 ha: une parcelle élémentaire de 100 m² a été délimitée afin de suivre le déroulement du cycle pendant la campagne agricole.

Tableau X : les caractéristiques physico-chimiques de la parcelle d'étude

Les caractéristiques de la parcelle d'expérimentation	
Texture	Sableux limoneux
PH	7,8
CE	0,180
MO	5,08%
Précédent cultural	Pomme de terre

3. Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé dans la parcelle d'expérimentation est la pomme de terre *Solanum tuberosum* L variété Spunta, qui est très sensible au nématode à kyste *Globodera* dont les caractéristiques sont décrites ci-dessous :

- **Propriété de Spunta : (selon les données de CNCC, 2010)**
 - Calibre : moyen à gros
 - Mildiou de feuillage : assez sensible
 - Mildiou du tubercule : assez sensible
 - PVY : peu sensible
 - PVX : moyennement sensible

4. Relevés de températures :

Les données des températures du sol et de l'air durant la période de l'essai nous ont été fournies par le service météorologique de Mostaganem.

5. Plantation

La plantation de la pomme de terre a été effectuée le 02/ 02 /2014, 20 jours après plantation, les racines de pomme de terre sont prélevées sur des plants que nous avons repérés, puis tous les 10 à 12 jours et ceci jusqu'à la récolte de la pomme de terre qui a eu lieu le 28/05/2014.

6. Coloration des nématodes à la fuchsine

Afin d'observer les différents stades du nématode, les racines prélevées sont colorées à la fuchsine, cette technique consiste à plonger ces racines pendant quelques secondes dans une solution de fuchsine acide (0,1 % dans de l'acide acétique à 30 %). Après rinçage dans de l'eau distillée, les racines sont montées entre lames et lamelles dans une goutte de glycérol puis observées sous loupe binoculaire.

2^{ème} partie : Contribution à l'évaluation de l'efficacité des nématicides et mise au point d'une lutte Intégrée contre *Globodera* ssp

A. Evaluation de l'efficacité de l'Oxamyl (Vydate) et d'Ethoprophos (Le Mocap) sur la mortalité des larves de deuxième stade L2 de *G. pallida*

Objectif de l'Etude :

L'objectif cette étude consiste à tester l'efficacité de l'oxamyl (Vydate : Carbamate) par rapport à l'Ethoprophos (Mocap : organophosphoré) sur la mortalité des larves du 2^{ième} stade de *Globodera* à différentes doses. Une contribution à la mise au point d'une lutte intégrée avec l'utilisation de ces nématicides et une variété de pomme de terre précoce a été également testée.

I. Matériels et méthode :

1. le matériel biologique

Le Matériel biologique utilisé au cours de notre expérimentation est l'espèce *Globodera pallida* provenant des parcelles de pomme de terre infestées de la région de Mostaganem. Afin d'obtenir des larves du deuxième stade, les kystes de *Globodera pallida* sont mis à éclore dans de l'exsudat radiculaire de pomme de terre dans des éclosiers maintenus à l'obscurité à une température ambiante (18 à 20°C).

2. Les nématicides utilisés :

Les nématicides utilisés au cours de notre expérimentation sont le Vydate ® c'est un carbamate dont la matière active est l'Oxamyl et le Mocap est un organophosphoré dont la matière active est l'Ethoprophos. Le choix du Mocap est dû à son utilisation par les agriculteurs contre le nématode à kyste de la pomme de terre et sa disponibilité sur le marché. Les caractéristiques des deux nématicides sont représentées dans le Tableau XII.

3. Les doses des nématicides utilisés

Les doses utilisées dans les tests in vitro ont été préparées en rapportant les doses préconisées en plein champ. Ensuite, les différentes doses ont été déterminées à partir des doses inférieures (30kg /ha) et supérieures (90kg /ha) à la dose préconisée (60kg /ha pour le Mocap et 3l/ha pour le Vydate) et calculées par rapport à la surface des boîtes utilisées.

4. Mode opératoire

Des larves du 2^{ième} stade obtenues après 24 à 48 heures sont placées dans des boites quadrillées de 5 cm de diamètre à raison de 100 L2 par boite contenant 3 ml de chacune des solutions nématocides à différentes doses. L'incubation est faite en température ambiante. Pour chaque traitement, nous avons réalisé 3 répétitions. Le taux de mortalité est déterminé après 24, 48 et 72 heures. Le comptage des larves mortes a été fait à l'aide d'un compteur sous une loupe binoculaire. L'effet de ces nématocides est comparé au témoin représenté par de l'eau distillée. Le dénombrement des larves mortes se fait sous loupe binoculaire dans une boite transparente à fond quadrillée. Les résultats sont exprimés en pourcentage de mortalité corrigé selon la formule d'Abbott (1925) ci-dessous et l'efficacité des nématocides est déterminée par les droites de regression.

$$MC\% = \frac{M2-M1}{100-M1} \times 100$$

M1 : pourcentage de mortalité observé dans le témoin.

M2 : pourcentage de mortalité observé dans la population traitée.

MC : pourcentage de mortalité corrigé

Tableau XI : Caractéristiques des nématocides utilisés.

Spécialité	Le Mocap	Vydate ®
Matiere active	Ethoprophos	Oxamyl
Origine	Mobil chemical CY (USA)	DuPont™
Fabricant	Rhône-poulène	DuPont™
Formule brute	C ₈ H ₁₂ O ₂ PS ₂	C ₇ H ₁₃ N ₃ O ₃ S
Famille chimique	Organophosphoré	Carbamates
Solubilité	Dans l'eau 700mg/l à 20°C	Dans l'eau 280g/l à 25°C
Concentration de la matière active	10%	240%
Forme	Solide, cristallisé, granulé	Liquide verre
Utilisation et doses d'emplois	60kg/ha	3l/ha
Mode de pénétration	Préventive par contact	systemique et contact
Toxicité	Classement très toxique	Classement très toxique

B. Evaluation de l'efficacité d'une mise au point d'une lutte Intégrée contre *Globodera ssp*

I. Matériel et méthodes :

1. Matériel biologique

Le Matériel biologique que nous avons utilisé au cours de notre expérimentation est l'espèce *Globodera pallida* provenant des parcelles de pomme de terre infestées de la région de Mostaganem.

2. Matériel végétal :

Les semences de pomme de terre utilisées sont celles des variétés Liseta pour sa précocité et Spunta, celle-ci est utilisée comme témoin vue sa sensibilité au *Globodera ssp* et sa large utilisation par les agriculteurs.

- **Caractéristiques de la variété Liseta : (selon les données de CNCC, 2010)**
 - Précocité : précoce
 - Mildiou de feuillage : Sensible
 - Mildiou du tubercule : peu sensible
 - PVY : peu sensible
- **Propriété de Spunta : (selon les données de CNCC, 2010)**
 - Précocité : non précoce
 - Calibre : moyen à gros
 - Mildiou de feuillage : assez sensible
 - Mildiou du tubercule : assez sensible
 - PVY : peu sensible
 - PVX : moyennement sensible.

3. la plantation

La plantation a été réalisée dans des pots en plastique d'une capacité de 3 kg remplis par un mélange de sol et de terreau (2/3,1/3) préalablement stérilisé. Il est impératif de planter dans des pots troués et d'installer un lit de drainage équivalent à environ 10 % du volume du pot. Celui-ci est constitué de simples graviers pour assurer le drainage d'eau d'irrigation.

4. Inoculation

L'inoculation a été réalisée à raison de 40 kystes *Globodera pallida* placés dans des tuelles justes après plantation.

5. Préparation des doses utilisées et application des nématicides

Les doses utilisées dans cet essai sont la dose préconisée en plein champs : soit 60kg /ha et 3l/ha et une dose supérieures de 75kg /ha et 4.5l/ha pour le Mocap et le Vydate et calculées par rapport au volume des pots utilisés. Le traitement à base du Mocap est appliqué 7 jours après plantation, est incorporé dans le sol à une profondeur de 7 cm. Par contre, le Vydate est appliqué après émergence de la pomme de terre au stade de 4 feuilles / plant.

6. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un bloc aléatoire comprenant les traitements suivants .Les pots ont été disposés en bloc aléatoire complet dans un abri serre en plastique et arrosés régulièrement. Le dispositif expérimental comprend les traitements suivants :

T1 : Variété liseta +Nématodes+ Vydate dose D1 (3L/ha)

T 1 : Variété liseta +Nématodes+ Vydate dose D2 (4,5L/ha)

T2 : Variété liseta +Nématodes+ Mocap dose D1 (60 Kg/ha)

T2 : Variété liseta +Nématodes+ Mocap dose D2 (75 Kg/ha)

T3 : Variété Spunta +Nématodes+ Vydate dose D1 (3L/ha)

T3 : Variété Spunta +Nématodes+ Vydate dose D2 (4,5L/ha)

T4 : Variété Spunta +Nématodes+ Mocap dose D1 (60 Kg/ha)

T4 : Variété Spunta +Nématodes+ Mocap dose D2 (75 Kg/ha)

T5 : variété liseta + nématodes

T6 : variété spunta + nématodes

Les témoins sont représentés par la variété Liseta+ nématode et la variété Spunta + nématodes (sans traitements). Pour chaque traitement, 4 répétitions ont été réalisées soit un total de 40 pots. Ces derniers ont été placés dans une serre à une température de 20 à 22 °C pendant 3 mois 1/2

***Paramètres retenus pour l'évaluation de l'efficacité des traitements**

- * dénombrement de la population finale en fin de culture (nombre de kystes)
- * croissance des plants : consiste à mesurer la hauteur des plants (cm) et le nombre de tiges
- * nombre de tubercules par plant de pomme de terre
- * poids des tubercules par plant de pomme de terre

7. Comptage

Les kystes sont extraits selon la méthode Fenwick et le nombre de kystes développé est compté sous loupe binoculaire.

8. Analyses statistiques :

Afin de déterminer l'efficacité des différents traitements, nous avons réalisé l'analyse de la variance(ANOVA) en utilisant le logiciel (STATISTICA) dans le but de comparer les différentes variations des paramètres étudiés puis le classement des moyennes a été réalisé par le test de Student -Newman – Keuls (à 5%).

Chapitre IV : Résultats et discussion

4.1. Analyses physico-chimiques du sol des zones prospectées

Les résultats des analyses physico- chimique des sols des parcelles prospectées lors de notre enquête sont résumés dans le Tableaux XII et XIII.

L'analyse granulométrique des sols a fait ressortir 3 types de sol : des textures sableuse, Limono-sableuse et argileux-limoneuse. Les normes de référence des paramètres mesurés sont présentées dans l'annexe (01).

Les pourcentages de matière organique des régions prospectées varient entre 1,02 % et 5,11 %, grâce aux apports d'amendements organiques par les agriculteurs. Les sols de la Wilaya de Mostaganem (Sirat, Mesra et Hassi mamache) de Relizane et de Biskra sont bien pourvus de matière organique.

En ce qui concerne la réaction des sols des parcelles d'étude, l'analyse des données consignée dans le Tableau XII montre que les sols de ces régions sont neutres à alcalins avec respectivement des pH de 6,86 à 8,16

Les résultats de mesure de la conductivité ont relevé que les sols des régions d'études sont des sols non salins excepté ceux de Biskra.

L'analyse de l'azote des sols des régions de Mostaganem et Relizane a montré que la totalité des sols analysés sont moyennement pauvres en cet élément. Le rapport C/N, a permis de mettre en évidence que la matière organique des sols de Hmadna, Sirat, Mesra, Ain sidi cherif, Hassi mamache et Sayada est bien décomposée ; contrairement à celle des sols de Debdaba et Ain Gacer qui est mal décomposée.

En ce qui concerne les teneurs en phosphore et en potassium, les sols des régions de Mostaganem (Sirat, Mesra, Hassi mamache, Ain sidi cherif, Debdaba et Sayada) et de Relizane (Hmadna), et Batna indiquent que la totalité des parcelles sont moyennement pauvre à pauvre en ces élément l'apport d'engrais en ces éléments est indispensable.

Tableau XII : Résultats des analyses physiques des sols zones prospectées.

Eléments analysés		Textures	pH	M%	Conductivité (ds/m)
Mostaganem	Sirat	Argileux- limoneux	8,15	3, 31%	0,236
	Mesra	Limoneux -sableux	7,35	5,11%	0,187
	Hassi mamache	Limoneux -sableux	7,77	4, 30%	0,193
	Debdaba	Sableux	6,86	1,03%	0,094
	Sayada	Argileux limoneux	8,16	2,53%	0,223
	Ain Sidi cherif	Argileux- limoneux	7,63	2,96%	0,198
Relizane	Hmadna	Argileux- limoneux	8,15	2,76%	0,1304
	Hmadna	Limoneux -sableux	7,15	3,05%	0,193
Batna :	Ain Gacer	Limoneux -argileux	8,2	1,02	0,45
	Zana	Limoneux -argileux	8,15	2,12	0,26
Biskra :	Zribt El oued	Limoneux	8,10	5.1	0,94
Normes		Mémento de l'agronome (2002)			

Tableau XIII : Données des analyses chimiques des sols des zones prospectées.

Elément analysés		N(%)	P(%)	K(%)	C(%)	C/N
Mostaganem	Sirate	1,286	0,25	1,13	0,89	0,692
	Mesra	1,112	0,31	0,72	1,1	0,989
	Hassi mamache	1,309	0,21	0,58	1,04	0,497
	Debdaba	0,9	0,40	0,90	2,23	2,477
	Sayada	1,045	0,33	0,70	2,03	1,942
	Ain Sidi cherif	1,321	0,17	0,44	1,78	1,347
Relizane	Hmadna	1,412	0,35	1,09	1,98	1,402
	Hmadna	1,089	0, 30	0,8	1,02	1,067
Batna	Ain Gacer	0,84	0,67	1,70	1,1	1,30
	Zana	0,92	0,80	0,82	1,06	1,15
Biskra	Zribet El oued	2,95	1,38	0,58	0,12	29,5
Normes		Mémento de l'agronome (2002)				

4-2. Prospections des parcelles de Pomme de terre par *Globodera* ssp

Dans l'analyse des échantillons prélevés à partir des parcelles de la culture de pomme de terre dans les sites prospectés, nous avons décelé la présence des *Globodera* dans la majorité des sites représentés dans le Tableau XIV et la figure.12

Dans le Tableau XIV, nous notons que l'infestation des parcelles de pomme de terre par le genre *Globodera* varie d'une région à une autre.

Tableau XIV : Prospection des parcelles de pomme de terre par *Globodera* dans les sites d'étude.

Régions	Nombre d'échantillons	Nombre de kystes	Nombre moyen de kyste / 500g de sol
Mostaganem : Sirate	58	0 à 54 Kystes pleins	26,94
Mesra	28	150 à 205 Kystes pleins	170
Hassi mamache	28	190 à 301 Kystes pleins	273
Debdaba	14	88 à 110 Kyste pleins	101,77
Sayada	20	6 à 30 Kystes pleins	16,41
Ain sidi cherif	24	8 à 19 Kystes pleins	17,35
Relizane : Hmadna	40	30-203 Kystes pleins	104,38
Batna : Ain Gacer	8	0 kystes de <i>Globodera</i>	Kystes <i>Heterodera</i>
Zana	8		
Biskra : Zribet El Oued	12	0 kystes de <i>Globodera</i>	0

Le taux d'infestation le plus élevé est enregistré dans les régions de Debdaba et Ain Sidi Cherif avec respectivement 71,42% à 75% suivi par Sayada avec un taux de 50%. Les autres régions Hassi Mamache, Mesra, Sirate, et Hmadna, les pourcentages sont respectivement de 39,28%, 33,33%, 32,20% et 28,57%. En revanche, dans les régions de Biskra et Batna les parcelles prospectées de pomme de terre sont indemnes de nématodes du genre *Globodera* Fig (23) mais seule la présence du nématode du genre *Heterodera* ssp a été décelée dans la région de Batna.

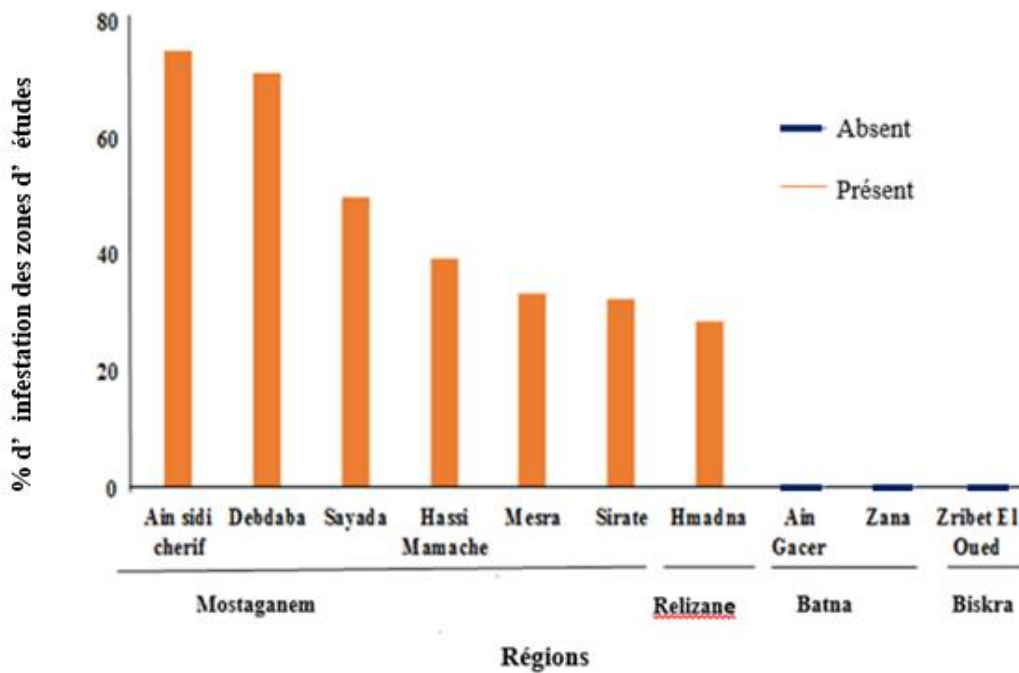


Figure 18 : Les pourcentages d'infestation des zones de pomme de terre prospectées dans les sites d'étude

4.3. Espèces des nématodes identifiées

Les résultats des critères morfo-biométriques des cônes vulvaires des kystes et des larves du 2^{ième} stade dans les sites prospectés sont consignés dans les Tableaux XV et XVI. Ils montrent que les mensurations effectuées au niveau des cônes vulvaires notamment le rapport de Granek varie entre 2.18 à 2.46 respectivement à Sirate et Hassi mamache et de 4.86 à 5.30 à Ain sidi Chérif et Hmadna.

En ce qui concerne les mensurations du stylet des larves du 2^{ième} stade ; les moyennes des longueurs des stylets sont comprises entre 22.2 et 23.8 um, respectivement à Mesra et Sirate avec une forme pointue des boutons basaux et 17.1 à 21.2 um respectivement à Ain sidi chérif et Hmadna avec une forme arrondie des boutons basaux (Tableau XV). Ces mensurations correspondent bien aux valeurs établies par Baldwin et Mundo-Ocampo (1991) et Subottin et *al.*, 2010 (Tableaux : XVII, XVIII). Ces valeurs révèlent la présence des deux espèces : *Globodera pallida* et *G.rostochiensis*.

Des populations mixtes de ces deux espèces sont présentes dans les régions d'Ain Sidi chérif, Debdaba, Mesra et Hamdna et *Globodera pallida* a été relevée dans les régions de

Sayada, Sirat et Hassi mamèche et ces dernières sont composées d'une population homogène de cette espèce.

Tableau XV : Données des mensurations des principaux caractères des cônes vulvaires de *Globodera* ssp dans les sites d'étude.

Origines	Distance Anus-Vulve (um)	Ecart -type (um)	Diamètre Vulve (Um)	Ecart-type (um)	Ratio de Granek (um)	Nombre de stries	Ecart type
Hassi - Mamache	58.8 (42-56)	4,11	23.9 (22-30)	1.9	2.46	10,9 (913)1.19	1.19
Ain Sidi chérif	54,2 (48-62)	5.30	24,3(20-30)	3.08	2,23	12,5 (10-15)	1.66
	66,2(58-72)	5.22	13,6(10-18)	2.35	4.86	17,5(15-28)	2.7
Sirate	50.1 (48-56)	3.9	22.9 (19-27)	2.28	2.18	17 (15-19)	1.26
Mesra	50.4 (46-54)	2.41	22.5 (19-25)	1.95	2.24	12.7 (11-15)	1.15
	65 (52-74)	6.59	12.4 (11-17)	2.01	5.24	20.75 (19-22)	1.50
Debdaba	48.86(4653)	1.92	21.8 (22-26)	2.12	2.24	12.3 (11-13)	0.75
	62.4 (58-67)	3.8	12.7 (11-15)	1.15	4.91	19.1 (17-23)	2.21
Sayada	51.1 (49-54)	2.18	22.3 (19-24)	2.02	2.29	13(12-15)	1.44
Relizane							
Hmadna	49.5 (44-54)	3.5	21.8 (18-24)	2.2	2.27	11.9 (10-14)	1.44
	64.2 (58-72)	5.22	12.1 (9-14)	1.52	5.30	20.2 (17-24)	2.44

Tableau XVI : Données des mensurations des principaux caractères des larves des 2 ième stades de *Globodera* ssp dans les sites d'étude.

Sites d'études	Longueur du stylet (um)	Moyenne	Ecart type	Forme des boutons basaux
Mostaganem : Hassi -Mamache	22.5-25	23.25	0.52	Pointue
Debdaba	22.2-23.8	22.8	0.85	pointue

	18.9-23	19.8	1.06	Arrondie
Ain sidi cherif	20 - 23 15 – 20	17.1 21.4	1.13 2.1	Arrondie Pointue
Sayada	22.6-24.2	23.12	1.86	pointue
Sirat	23 -25,1	23,8	0,83	Pointue incliné vers l'avant
Mesra	14 -2 2 21.8 - 24	18.2 22.2	2.69 1.54	Arrondie Pointue
Relizane : Hmadna	19.6-25 17.4-22	23.02 21.2	1.45 2.04	Pointue Arrondie

Tableau XVII : Valeurs des mensurations des principaux caractères morpho –biométriques des cônes vulvaires selon Baldwin et Mundo-Ocampo (1991), Subbotin et *al.*, (2010).

Sites d'étude	Distance entre l'anus et la vulve (um)	Diamètre du la vulve (um)	Nombre de stries	Rapport de Granek
<i>Globodera Rostochiensis</i>	66(50 – 77) 51-70	<19	16-31> 14 20-27	1.3 – 9.5> 3 3.0-4.5
<i>Globodera pallida</i>	45(35-55) 48-54	>19	(8-20)< 14 12	1.2 - 3.5< 3 1-2.5

Tableau XVIII : Caractéristiques morpho –biométriques des principaux caractères des larves du 2 ième stade selon Baldwin et Mundo-Ocampo (1991) ; Subbotin et *al.*, (2010).

Larves du 2 ième stades	Longueur du stylet	Forme des boutons basaux
<i>Globodera pallida</i>	22-24,4 23-24	Pointue
<i>Globodera rostochiensis</i>	19-23 20-22	Arrondie

4.4. Relation entre la nature du sol et le nombre de kyste

L'analyse de la variance de l'effet des régions prospectées sur le nombre de kystes montre une différence significative. Cela signifie que le type de sol présente un rôle sur la densité de nématode du genre *Globodera*.

L'analyse statistique basée sur les tests de Newman-Keuls fait ressortir 3 groupes homogènes. (Tableau XIX). Ainsi, le premier groupe renferme la région présentant la faible infestation par les kystes dans la région, le deuxième groupe englobe le type de sol avec une présence moyenne de kystes dans le sol est de nature sableuse et le 3 ième groupe présente les sols de type limoneux sableux où une forte infestation par le nématode *Globodera* est enregistrée

Tableau XIX : Relation de la nature du sol et du nombre de kystes

Type de sol	Nombre moyen des kystes /500g de sol	Groupes homogènes		
		1	2	3
Argileux limoneux	21,83	****		
Sableux	101,77		****	
Limoneux Sableux	211,53			****

4.5. Contribution à la biologie de *Globodera* ssp

Les données des températures du sol à une profondeur de 15 cm et de l'air nous ont été fournies par le service météorologique de Mostaganem. Elles sont représentées dans les figures ci-dessous. Durant la période d'expérimentation, la lecture des données représentées dans la figure (24) montre que les températures du sol maximales enregistrées sont respectivement de 14.2°C pour février à 21.1°C pour le mois de mai ; les minimales oscillent entre de 6.6 à 12.8°C pour ces mêmes périodes. Enfin, les températures moyennes varient de 10.4 à 17.7 °c (Fig.24). En ce qui concerne les températures de l'air relevées pendant la période de l'essai, elles sont respectivement de 17.4 à 24.1°C ; les maximales et les minimales varient entre 8.3 et 11.5°C. Enfin les températures moyennes enregistrées sont respectivement de 12.9 à 17.7°C après la plantation de la pomme de terre et en fin de la culture(Fig.25).

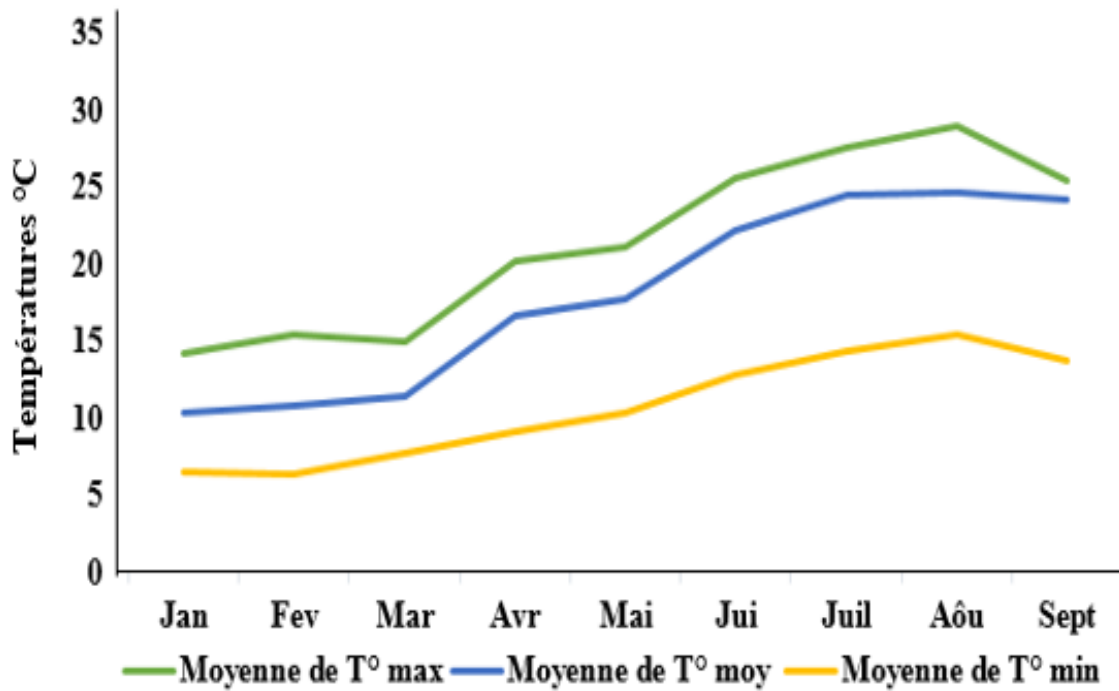


Figure 19 : Températures du sol relevées au cours de l'expérimentation durant l'année 2014

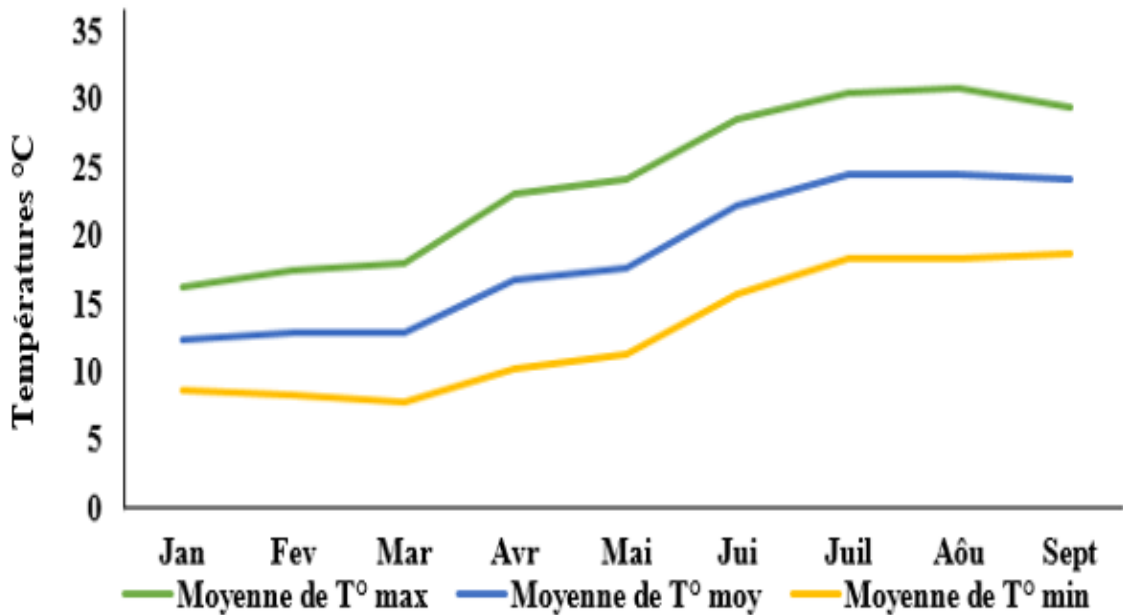


Figure 20 : Températures de l'air relevées au cours de l'expérimentation durant l'année 2014

Tableau XX : Différents stades de *Globodera* sur plants de pomme de terre sur la variété Spunta

Période d'observation après plantation en jours	Différents stades de <i>Globodera</i> spp dans les racines/plant				
	Larves		femelles	Kystes (bruns)	Mâles
	Larves	L3+L4I			
20	12	-	-	-	-
32	8	10	-	-	-
44	4	12	18	21	6
54	-		22	18	6
68	-		33	26	12
80	2		16	12	6
92	6	4	4	-	-
102	8	4	2	-	-

L'invasion des juvéniles a coïncidé avec l'émergence des feuilles de pomme de terre, en effet les larves du deuxième stade ont été observées 20 jours après plantation ; pour les larves du 3 et 4 stades, leur présence dans les racines a été notée pendant une période de 32 jours après plantation. En revanche les femelles blanches ont été détectées 44 jusqu'à 68 jours après plantation. Un nombre important de femelles sur racines a été enregistrée dès que la sénescence de la pomme terre a débuté. Après cette période, seules des larves du deuxième et troisième stade ont été observées mais, aucune femelle, ni aucun kyste n'ont été observés après jusqu'à la fin de l'essai.

4.6. Evaluation de l'efficacité de l'oxamyl (Vydate ®) et d'Ethoprophos (Mocap) sur la mortalité des larves de deuxième stade L2 de *G. pallida*

L'efficacité d'un produit biocide est évaluée par la mortalité, pour chaque produit, le pourcentage moyen de mortalité est calculé, sachant que dans toute population, il existe une mortalité naturelle. De ce fait, les résultats ont été exprimés en pourcentage de mortalité corrigée et l'efficacité des deux nématocides a été évaluée par les droites de régression. Les résultats consignés dans le Tableau XX, montrent que les deux produits présentent une activité nématocide à l'égard de *Globodera pallida* qui augmente avec l'élévation de la concentration et la période de l'exposition.

Ainsi, à une dose élevée (D3) et après des périodes d'exposition de 24, 48 et 72 heures, les pourcentages de mortalité corrigés sont de 45%, 53 à 58% pour le Mocap. A ces mêmes doses et pour les même périodes d'exposition, ces doses sont respectivement de 62%, 69% et 88% pour le Vydate.

Aux doses optimales(D2) et après 24,48 et 72 heures d'exposition, les pourcentages de mortalité corrigée sont de 41%, 50% et 55% et 52%, 61.% et 71% respectivement pour de Mocap et le Vydate

Enfin, à des doses faibles (D1), les pourcentages de mortalité sont en dessous de 50% pour le Mocap et dépasse les 50 % pour le Vydate avec respectivement 52, 58 et 62% après 24, 48 et 72 heures d'exposition.

Pour les témoins, la majorité des larves sont restées vivantes, avec 4% à 11. % de larves inactives après les trois périodes d'exposition. Les doses testées ont montré une mortalité supérieure à celle des témoins.

Enfin, le Mocap a montré les plus faibles pourcentages de mortalité par rapport au Vydate.

Tableau XXI : Effet des nématicides sur la mortalité des larves (L2) de *Globodera pallida*

Périodes d'exposition	Pourcentage de mortalité corrigé MC%			Probits		
	Doses			D1	D2	D3
	D1	D2	D3			
TC par Mocap 10%						
24 H	37,28	46,33	52,91	4.77	4.96	5.07
48 H	41,45	50,53	54,54	4.79	5.01	5.11
72 H	44,94	53,17	58,42	4.86	5.09	5.21
TC par Vydate 240g/l						
24 H	52,26	60,97	70,73	5.03	5.27	5.54
48 H	58,54	63,63	74,53	5.23	5.35	5.65
72 H	62,16	69,28	88,01	5.31	5.47	6.22
Témoin (eau distillée)						
24 H	4,33					
48 H	8,33					
72 H	11					

Chaque chiffre représente la moyenne de trois répétitions.

Témoin= (eau distillée)

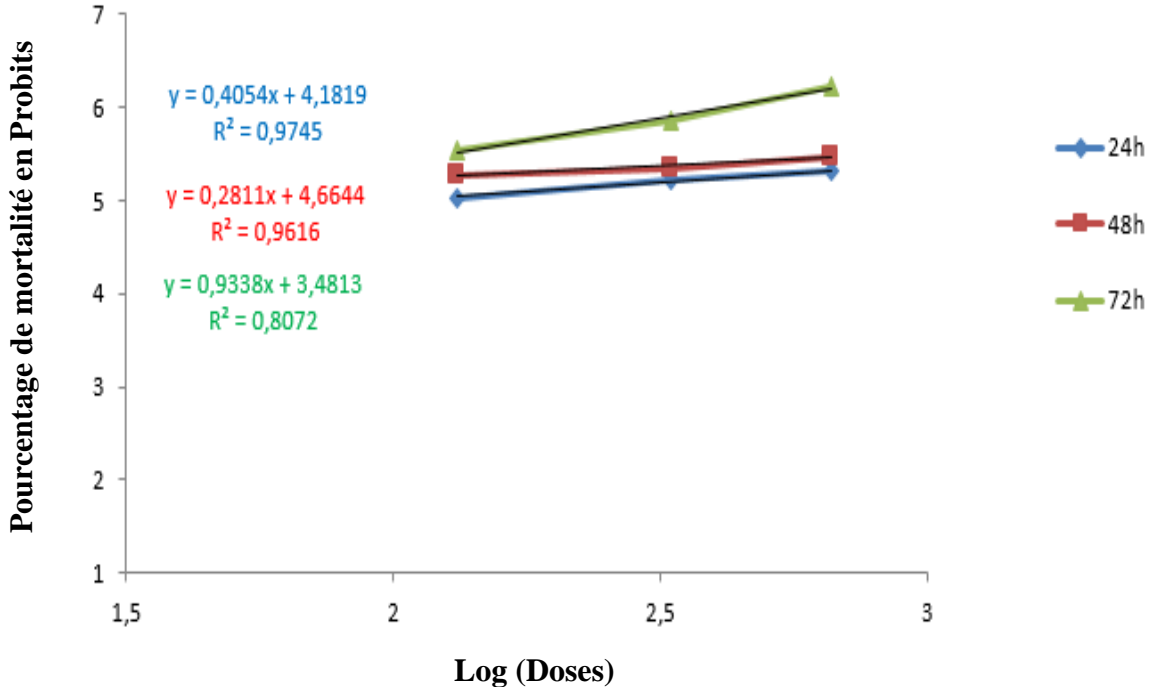


Figure 21 : Droite de régression des probits à différentes doses utilisées dans le Vydate

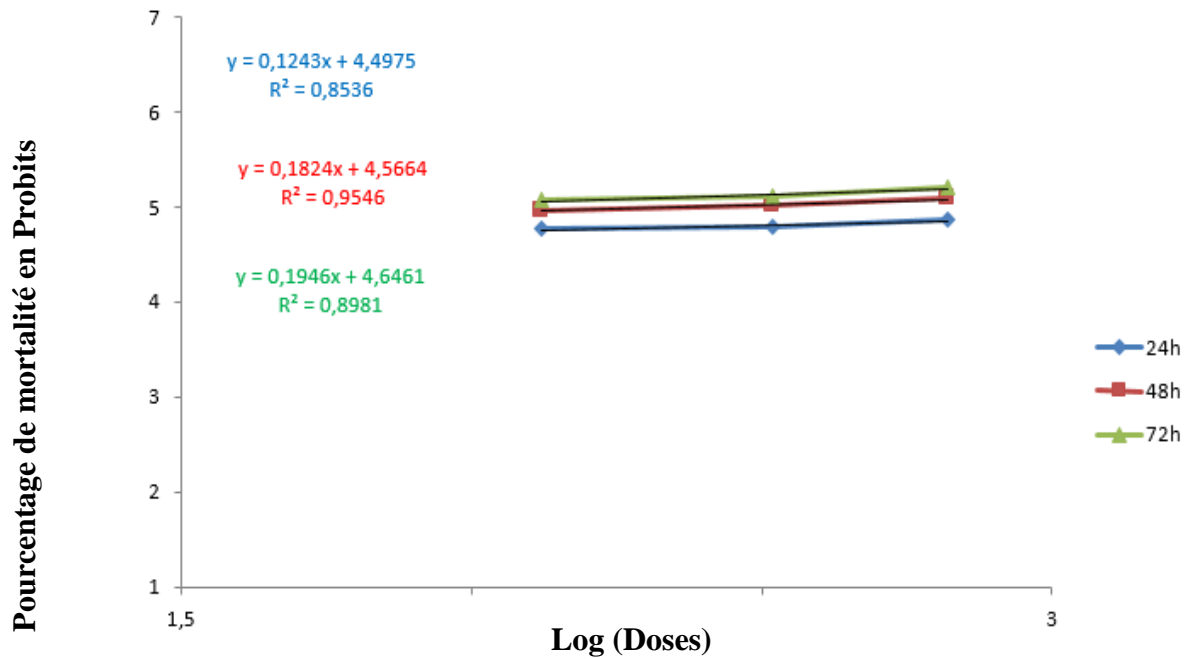


Figure 22 : Droite de régression des probits à différentes doses utilisées dans le Mocap

4.7. Effet des deux nématicides (Mocap et Vydate) sur le développement de *Globodera* et la croissance des plants de pomme de terre

Nous rappelons que l'objectif de cette étude consiste à tester l'efficacité du Vydate par rapport au Mocap *in vivo* sur le développement de *Globodera* sur une culture de pomme de terre. Les résultats de l'effet des différents traitements sont représentés dans le Tableau XXII.

Dans le cas du traitement chimique à base de Mocap avec la variété Spunta, le nombre moyen de kystes dénombré est respectivement de 215,75 et 195 pour les deux doses testées.

Le traitement avec la variété précoce seule a permis également une réduction non négligeable du nombre des kystes, cette baisse est de l'ordre de 50%.

Dans le cas du traitement avec le Vydate, le nombre de kyste noté est plus faible et il est respectivement de 110 et 98,75 kystes respectivement pour les deux doses testées

Le nombre moyen des kystes le plus faible a été relevé dans le traitement associé au deux doses du Vydate avec la variété précoce Liseta avec respectivement 88 à 66 kystes/500g de sol ainsi que le facteur de reproduction, il est de l'ordre de 1.15 à 1.83. En effet, ces deux traitement ont permis une diminution des effectifs de 73 à 80 % respectivement aux doses optimale (3 l / ha) et forte (4.5 l /ha).

Enfin, Les densités de kystes et le facteur de multiplication(Fr) les plus élevés ont été notés dans les traitements à base du Mocap et le témoin Spunta avec respectivement de 215 et 330 par /500 g de sol et un Fr de 5.3 à 8.25.

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence significative entre les différents traitements et les variétés par rapport au témoin non traité (Tableau XXII).

En ce qui concerne l'effet des différents traitements sur la croissance des plants de pomme de terre, les résultats consignés dans le Tableau XXV montrent que les plants de pomme de terre traités par le Vydate D1 et D2 et l'association de ces deux traitements avec la variété précoce ont présenté une croissance importante variant entre 34.7 à 37.4 cm de hauteur. En revanche, la variété précoce (Liseta) et Spunta (témoin) ont présenté une croissance similaire avec respectivement 29.8 et 30.25 cm de hauteur. En effet l'analyse statistique est significative entre ces traitements (Tableau XXVI) ; cependant aucune différence n'a été notée entre les hauteurs des plants de pomme de terre des variétés Spunta et précoce Liseta (Tableau XXVII).

Les paramètres des rendements et de la production n'ont pas pu être estimés à cause des attaques dues aux maladies (mildiou) et aux insectes (pucerons et acariens)

Tableau XXII : Effet des différents traitements sur le développement de *Globodera pallida* sur pomme terre.

Traitements	Nombre moyen de kystes / 500 kg de sol	facteur de reproduction FR= Pf/Pi
T1M1	215,75	5,3938
T1M2	195	4,875
T2V1	110	2,75
T2V2	98,75	2,4688
T3V1+VL	88,25	1,8438
T3V2+VL	66,25	1,15625
T4M1+VL	146,75	3,6625
T4M2+VL	139	3,475
T VL	168	4.20
Te Spunta	330	8,25

Tableau XXIII : Classement des moyennes des effectifs des kystes/500g de sol par rapport aux Variétés selon le test de Newman-Keuls.

Modalités	Moyenne	Regroupements	
Spunta	189,9	A	
Liseta	121,65		B

Tableau XXIV : classement des moyennes des effectifs des kystes dans le sol par rapport aux nématocides selon le test de Newman-Keuls

Modalités	Moyenne	Regroupements			
T	249,000	A			
MD1	181,250		B		
MD2	167,000			C	
VD1	99,125				D
VD2	82,500				D

Tableau XXV : Effet des différents traitements sur la croissance des plants de pomme de terre

traitements	Hauteur des plants de pomme de terre (cm)	Nombre de tiges
T1M1	30,18	4
T1M2	32	4
T2V1	35,23	4,25
T2V2	36,43	4,25
T3V1+VL	34,7	3,75
T3V2+VL	37,4	4,25
T4M1+VL	30	4
T4M2+VL	31,8	3,75
T VL	29,8	3,25
Te Spunta	30,25	4

Tableau XXVI : Classement des moyennes des hauteurs des plants selon le test de Newman-Keuls.

Modalités	Moyenne	Regroupements			
VD2	36,913	A			
VD1	34,950		B		
MD2	31,950			C	
MD1	30,088				D
T	30,038				D

Tableau XXVII : Classement des moyennes des hauteurs des plants selon le test de Newman-Keuls par rapport aux variétés.

Modalités	Moyenne	Regroupements
Spunta	32,815	A
Lesita	32,760	A

Tableau XXVIII : Classement des moyennes de nombre de tiges selon le test de Newman-Keuls

Modalités	Moyenne	Regroupements	
VD2	4,250	A	
VD1	4,000	A	B
MD1	4,000	A	B
MD2	3,875	A	B
T	3,625		B

Discussion

Le sol de la rhizosphère des plantes est un écosystème dynamique, complexe et en variation perpétuelle. Les plantes cultivées, la température et la texture du sol, les techniques d'aménagement et les pratiques culturales affectent la distribution et le degré d'abondance des nématodes ainsi que leur composition générique et spécifique (McSorley, 2003 ; Bakonyi et *al.*, 2007).

L'analyse des données obtenue lors des prospections a montré que les taux d'infestation des parcelles de pomme de terre et la densité des kystes dans les sols des sites d'étude varient d'une région à une autre. Ces différences s'expliquent par les systèmes de culture et les conditions bioclimatiques qui prévalent dans les zones prospectées.

En effet, les régions de Mostaganem et Relizane sont en majorité traditionnelles et sont les plus anciennes, connues par la production intensive de pomme de terre. Elles se caractérisent en majorité par la pratique de la monoculture. Elles sont caractérisées par des sols limoneux et sableux dans les zones de Mesra et Hassi mamaache et des sols plus ou moins lourds pour les régions de Sirate, Hmadna et Sayada .Toutefois, la majorité des plantations de pomme de terre sont faites dans des parcelles de grande superficie où la fertilisation est pour la plupart minérale. Cette culture principale est généralement irriguée par aspersion. La majorité des agriculteurs dans ces régions ne font pas de traitements du sol et n'utilisent que les variétés sensibles comme Spunta et Désirée, quelques-uns seulement appliquent un traitement du sol par des nématicides à base d'organophosphorés comme le Mocap.

Selon Witehead (1987), le choix variétal peut jouer un rôle important et le nématode à kyste du genre *Globodera* s'adapte à des conditions saisonnières de l'environnement très larges, ainsi ce nématode se développe et se reproduit à des températures variant de 20 à 27°C

Enfin, selon, Greco et *al.* , (1988) Les espèces du genre *Globodera* s'adaptent également à une large gamme de texture du sol allant de sableux à argileux.

Par ailleurs, l'absence du nématode du genre *Globodera* dans les parcelles de pomme de terre prospectées dans les régions de Biskra et Batna ne peut pas exclure sa présence, vu que le nombre de parcelles prospectées reste limité. De plus, la distribution des populations de ces bioagresseurs dans une parcelle est irrégulière, ce qui diminue la détection des kystes dans les échantillons où encore cette absence peut être due à d'autres facteurs éventuellement comme la salinité des sols de Biskra qui représente un milieu défavorable au développement de *Globodera* (Clarke et Perry, 1985 ; Smith et Vamerli et *al.*, 1998). Dans la région de

Batna, le non détection des kystes dans les parcelles échantillonnées peut s'expliquer également par le système extensif de culture dans cette région basé essentiellement sur les céréales ceci explique la présence d'un nombre important de kystes de *Heterodera* ssp relevé dans cette zone. A cet effet, Il serait souhaitable de poursuivre ces prospections dans ces zones pour confirmer ou infirmer la présence de ces nématodes, de déterminer la cartographie des deux espèces de ce genre dans toutes les zones de production de pomme de terre.

La caractérisation des espèces de *Globodera* par les critères morphobiométriques a permis de mettre en évidence les deux principales espèces inféodées à la pomme de terre dans le monde : *Globodera rostochiensis* et *G.pallida* . Ainsi les régions de Ain Sidi Chérif Debdaba , Mesra et Hmadna sont composées de populations mixtes ; en revanche, celles de Sirate , Sayada et de Hassi mamèche sont homogènes et elles sont composées seulement de *G.pallida*, ceci confirme les travaux de Bouciouf et Benramdane réalisés dans cette dernière région en 2012.

Les résultats relatifs à notre contribution sur le cycle de *Globodera* dans les conditions naturelles nous a permis de mettre en évidence que dans les conditions expérimentales de l'étude ; ce bioagresseur a pu accomplir une génération pendant cette saison au cours d'un cycle variant de 44 à 68 jours ; nos observations nous ont permis de relever qu'une génération partielle a pu se développer sans pouvoir achever son cycle en raison probablement de l'absence de racelles nécessaires pour l'alimentation (Greco et *al.*, 1988). Des résultats similaires ont révélé que *Globodera* accompli son cycle à environ 45 jours avec une génération par an (Evans, 1970). De même, Morris (1971) ; Mugniéry et Phillips (2007) rapportent qu'une seule génération se développe par an dans les régions à climat tempéré. Chauvin et *al.*, (2008) rapportent que des situations géographiques favorables à la culture de pomme de terre favorisent certaines populations d'initier un deuxième cycle. Ainsi, l'apparition d'une 2 ième génération est possible pour ce nématode, en effet une génération partielle a été enregistrée dans les conditions climatiques à Bari(Italie) (Greco et *al.*, 1988). Récemment, Belair et Laplante (2011) ont rapporté que la durée du cycle de développement de *Globodera* au Canada se déroule entre 38 à 55 jours en effectuant une seule génération par an. En effet, ces nématodes sont caractérisés par une forte spécificité vis-à-vis de la pomme de terre et un taux de multiplication relativement important et une capacité de survie dans le sol exceptionnelle n'accomplissent qu'un ou deux cycles par an et possèdent dans le sol une mobilité très réduite.

Les résultats des traitements nématicides à base du Mocap et Vydate à l'égard de *Globodera* ont montré l'efficacité du Vydate par rapport à celle du Mocap. Ces résultats concordent avec de nombreux auteurs vis à vis du nématode à kyste de la pomme de terre en indiquant que l'efficacité du Vydate à une dose de 30kg / ha ou 3L /ha sur une variété sensible a permis une forte réduction de la population de *Globodera rostochiensis* à 10 cm de profondeur (Whitehead et *al.*, 1973 ; Johan et *al.*, 1987 ; Yamada , 2005). Ce nématicide augmente les rendements de pomme de terre aussi bien sur variétés sensibles et partiellement résistantes et diminue la multiplication de ce bioagresseur (Whitehead, 1994) et peut interférer avec le comportement du nématode en inhibant la prise de nourriture ce qui induit la mort des larves (Hague, 1979).

Le mode d'action de ces deux nématicides explique également ce résultat, le premier est systémique agit différemment, son action maximale est surtout d'empêcher les larves de pénétrer dans les racines et le second agit par contact sur les larves déjà écloses et libres dans le sol. Toutefois, ces deux produits agissent par inhibition de l'acétylcholinestérase (Bunt, 1979). Parmi les nématicides organophosphorés le Mocap est celui qui présente la plus forte réversibilité, ainsi les nématodes rescapés peuvent se développer et se multiplier. De même, selon ce même auteur les carbamates sont moins réversibles et plus rapidement métabolisés que les organophosphorés. D'autres facteurs peuvent également intervenir notamment la solubilité et la rémanence du produit. En effet, le Vydate est plus mobile et plus soluble que le Mocap (Greco et Brandonisi , 2000). Ces mêmes auteurs recommandent l'application de ces produits avant et après plantation. Toutefois, malgré leur limite, les pesticides de synthèse continuent à assurer une protection efficace et économiquement acceptable (Philogène et *al.*, 2005). Mais ces produits sont très toxiques à l'égard des producteurs, des consommateurs et des organismes non ciblés. Ils peuvent contribuer aussi à polluer l'environnement par la contamination de l'air, des rivières ou de la nappe phréatique. Actuellement, ils sont soumis à des restrictions dans la majorité des pays. De ce fait, il serait souhaitable de réduire le nombre des applications et les utiliser qu'en cas de fortes infestations.

Enfin, concernant l'effet de la variété précoce de pomme de terre Liseta seule ou en association avec les deux nématicides; les données ont relevé une baisse des effectifs des *Globodera* ; cependant dans nos conditions expérimentales, la variété sensible Spunta a permis une croissance des plants de pomme de terre similaire avec la variété Liseta. Toutefois, ces essais méritent d'être reconduits dans les conditions naturelles.

Dans des conditions climatiques favorables à la culture de la pomme de terre, le choix des variétés précoces peut jouer sur la vitesse de tubérisation et la vitesse de développement

des nématodes (Chauvin et *al.*, 2008). Ainsi, l'utilisation des variétés précoces permet de baisser les effectifs de 80%, cette diminution peut être de l'ordre de 90 % avec l'association d'un nématicide systémique avec ces mêmes variétés (Mugniery et Balandras, 1984). De même, Blanchard, (2006) rapporte que la modification des pratiques culturales par les variétés précoces des pommes de terre peut éviter la multiplication de ce nématode.

Il est néanmoins nécessaire, de développer des méthodes alternatives à l'emploi de ces produits pour limiter leurs effets néfastes. Enfin, les principes de la protection intégrée basés sur les rotations peuvent contribuer à la gestion des populations de ces bioagresseurs.

Conclusion générale

Le Nématode doré de la pomme de terre du genre *Globodera* spp est considéré comme le bioagresseur le plus redoutable sur culture de pomme de terre dans le monde causant des pertes considérables. Les résultats obtenus à partir de prospections réalisées dans quelques zones potentielles de cette culture montrent que le pourcentage d'infestation des parcelles par le nématode du genre *Globodera* sur cette culture varie selon les régions. En effet, il est respectivement de 28.5 à 75 % à Hmadna (Relizane) et Ain sidi chérif (Mostaganem) avec des effectifs moyens de kystes par 500g variant de 16 à 273 kystes respectivement à Sayada et à Mesra (Mostaganem). L'absence du nématode à kyste dans les régions de Batna et Biskra ne peut pas exclure sa présence, d'ailleurs le nombre de parcelles prospectées reste limité, de ce fait il serait souhaitable de poursuivre ces prospections dans ces zones et d'autres à vocation « pomme terre ».

La caractérisation de ce genre selon les critères morpho-biométriques effectuée sur les larves du 2^{ième} stade et au niveau des cônes vulvaires des kystes a permis de mettre en évidence la présence des deux espèces de *Globodera*. Ainsi, les parcelles des zones de Mesra Debdaba et Ain Sidi chérif ont présenté une population mixte, en revanche celles de Sirat , Sayada et de Hassi mamèche sont composées d'une population homogène de *G. pallida*. Des études de caractérisation morpho-biométriques ou encore moléculaires qui permettent des renseignements plus précis sur les populations algériennes méritent d'être développées pour une stratégie de lutte contre ce nématode.

Les données obtenues ont montré également l'efficacité du Vydate en comparaison avec le Mocap aux doses testées. L'association des deux nématicides avec une variété précoce (Liseta) a permis de diminuer les effectifs de *Globodera pallida* ; cependant cette variété présente une croissance des plants de pomme de terre plus faible que la variété sensible (spunta), il serait intéressant de tester les nouvelles variétés précoces et déterminer leur qualité et enfin, sensibiliser les agriculteurs à utiliser ces traitements.

Par ailleurs, ce bioagresseur classé organisme de quarantaine liste A2 doit faire l'objet de mesures de lutte obligatoire. Lorsque la présence de nématodes à kystes est confirmée par une analyse nématologique, les parcelles contaminées doivent être soumises à des mesures spécifiques, il est indispensable d'empêcher sa dissémination vers de nouvelles parcelles et de réduire les populations dans les parcelles contaminées : les semences de pommes de terre

doivent être exempts de *Globodera* spp ; la rotation doit être au moins de 3 ans et l'utilisation des variétés précoces avant que les kystes n'arrivent à maturité est recommandée, ainsi que celle des variétés résistantes et des nématicides. L'utilisation exclusive d'un traitement conduit à long terme à un échec. De ce fait, le meilleur contrôle est de combiner ces différentes techniques de façon raisonnée pour permettre de cultiver la pomme de terre dans des conditions économiquement tolérable et durable.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

1. **ABBOTT, W, S., 1925.** A method for computing the effectiveness an insecticide journal. *Ecological Entomology*.18, 265-267.
2. **ABU-GHARBIEH, W.I., EL-SHERIF, A.G., AND EDONGALI, E.A., 2010.** The Biology of Nematodes. pp. 61-86. In: *Plant Nematology in the Arab Countries*. W.I. Abu-Gharbieh, A.S. Al-Hazmi, Z.A. Stephan and A.A.M. Dawabah (Eds.). Dar Wael for Publishing, Amman, Jordan. (In Arabic).
3. **AIT OUADA., BOUZNAD, Z., M., KEDAD, A., MOKABLIA, A., SIAFA, A. et YAHIAOUI, S., 2008.** Principaux ravageurs et maladies de la pomme de terre : Agents responsables, dégâts, conditions de développement et méthodes de lutte. in *Journée d'étude sur la filière pomme de terre : situation actuelle et perspectives*, 18 juin 2008. INA EL-HARRACH, Alger.
4. **ALLALA ., DEGHFALI, N., MAAMAR., SAMEUT, Y & OUMESSAAD, L ., 2014.** Les maladies virales de la pomme de terre en Algérie, résistance et facteurs de disséminations. : recueil des resumes/ proceeding – marrakech 2ème Congrès International de la Biodiversité végétale/ 2nd International Conférence of Plant Biodiversity
5. **ALONSO, R., 2007.** Estudio bioecológico y caracterización epidemiológica del nemátodo formador de quistes *Globodera spp.* en el cultivo de la patata en Mallorca. Estrategia de control integrado. Tesis. Universidad Islas Baleares. Departamento de Biología. Islas Baleares. 237 p.
6. **ANONYME., 2011.** Profil de la culture de la pomme de terre au Canada, Programme de réduction des risques liés aux pesticides. Centre de la lutte antiparasitaire ; Agriculture et Agroalimentaire. Canada. 63p.
7. **ANONYME., 2013.** Nématodes à kystes des pommes de terre comité technique de la pomme de terre. Agriculture et Agroalimentaire. Canada. p6.
8. **BACK, M.A., HAYDOCK, P.P.J. & JENKINSON, P., 2000.** The interaction between potato cyst nematodes and *Rhizoctonia solani* disease in potatoes. The BCPC Conference – Pest and Diseases 2000, United Kingdom, pp. 503-506.
9. **BACK, M.A., HAYDOCK, P.P.J. & JENKINSON, P., 2002.** Disease complexes involving plant parasitic nematodes and soil borne pathogens. *Plant Pathology* 51, pp.683-697.
10. **BACK, M., JENKINSON, P., HAYDOCK, PPJ., DELIPOULIS, T., (2010).** Modifications in the potato rhizosphere during infestations of *Globodera rostochiensis* and subsequent effects on the growth of *Rhizoctonia solani*. *European Journal of Plant Pathology* 128, pp. 459-471.

11. **BAKONYI G., KOVACS –LANG E., REPASI V., ET SERES A., 2007.** Soil nematode community structure by temperature and moisture in temperate semiarid shrubland. *Applied Soil Ecology* .37(1), pp. 31-40.
12. **BALDWIN, J.G., AND M. MUNDO-OCAMPO. 1991.** *Heteroderinae*, cyst and non-cyst-forming nematodes. pp. 275-362 in W. R. Nickle ed. *Manual of agriculture nematology*. New York: Marcel Dekker Inc.
13. **BELAIR, G. 2005.** Les nématodes, ces anguillules qui font suer les plantes par les racines. *Phytoprotection*. 86(1), pp. 65–69.
14. **BELHADJ BENYAHIA A., 2007.** Enquête sur le nématode du genre *Globodera* dans la région de Bouira, Chlef et Tipaza. Mem.Ing. Agr. El Harrach. 169. 96pp.
15. **BENCHEIKH, M., SETTI, B., 2007.** Characterization of *streptomyces scabies* isolated from common scab lesions on potato tubers by morphological, biochemical and pathogenicity tests in chlef region in western Algeria. *Sciences & technology c – N°26*, pp.61-67
16. **BENINAL, L., BOUZNAD, Z., CORBIERE, R., KEDAD, A., ANDRIVON, D., 2009.** A2 mating type, metalaxyl resistance and complex virulence profiles. Proceeding of the eleventh euroblight workchop. Special report N°13.p 237:241-322p
17. **BHATTARAI, S., P.P.J. HAYDOCK, M.A BACK, M.C. HARE AND W.T. LANKFORD, 2009.** Interactions between the potato cyst nematodes, *Globodera pallida*, *G. rostochiensis*, and soil-borne fungus, *Rhizoctonia solani* (AG3), diseases of potatoes in the glasshouse and the field. *Nematol.* 11, pp.631-640.
18. **BLANCHARD, A., FOUVILLE, D., ESQUIBET, M., MUGNIERY, D., GRENIER, E., 2007.** Sequence polymorphism of 2 pioneer genes expressed in phytoparasitic nematodes showing different host ranges. *J Hered* 98:611-619p.
19. **BLANCHARD.A., 2006 -** Identification polymorphisme et évolution moléculaire de Gènes du pouvoir pathogène chez le nématode a kyste de la Pomme de terre *Globodera pallida*. Thèse Doc Biologie., Université de Rennes 186p.
20. **BRODIE B.B., EVANS K and FRNCO J., 1993.** Nematode parasites of potatoes in plant parasitic nematodes in temperate Agriculture. (eds EVANS .K; D.L TRUDGILL and WEBSTER J.M). CAB International USA. pp. 88-96.
21. **BRODIE, B.B., 1999.** Classical and molecular approaches for managing nematodes affecting potato. *Can. J. Plant Pathol.* 21, pp. 222–230.
22. **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.

23. **BROWN, PD., MORRA, MJ. 1997.** Control of soil born pant pests using glycosinolates containing plants .Advances in agronomy 61, pp167-231.
24. **CANNON, O.S., 1941.** *Heterodera schachtii* found in a Long Island potato field. Plant Dis. Rep., 25, 408p.
25. **CAROMEL B., MUGNIERY D., LEFEBVRE V., ANDRZEJEWKI S., ELLISSECHE D., KERLAN M.C., ROUSSELLE P., ROUSSELLE-BOURGEOIS F., 2003.** Mapping QTLs for resistance against *Globodera pallida* (Stone) Pa2/3 in a diploid potato progeny originating from *Solanum spagazzinii*. Theoretical and Applied Genetics .N°106, pp.1517-1523.
26. **CAROMEL, B., GEBHARDT, C., 2011.** Breeding for Nematode Resistance: Use of Genomic Information. In: Jones J, Gheysen G, Fenoll C (eds) Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions. Springer Netherlands. pp 465-492
27. **CASTAGNONE-SERENO P., DJIAN-CAPORALINO C., 2011.** Lutte contre les nématodes à galles en cultures maraîchères : des recherches pour promouvoir la durabilité des résistances variétales. Innovations Agronomiques, 15, 55-64 (Article pdf, 1 532 Ko)
28. **CASTAGNONE-SERENO, P., 2002.** Genetic variability of nematodes: a threat to the durability of plant resistance genes? *Euphytica* 124,193–9.
29. **CHAUVIN L., CAROMEL B., KERLAN M-C., RULLIAT E., FOURNET S., GRENIER E., ELLISSECHE D., MUGNIERY D., 2008.** La lutte contre les nématodes à kyste de la pomme de terre *Globodera rostochiensis* et *G. pallida*. Cahiers Agricultures .N°14, pp.368-374
30. **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.
31. **CHEHAT, F., 2008.** La filière pomme de terre Algérienne : une situation précaire ; pp : 1-13, in Journée d'étude sur la filière pomme de terre : situation actuelle et perspectives, 18 juin 2008. INA EL-HARRACH, Alger.
32. **CHITWOOD, B.G., BUHRER, E.M., 1945.** "Summary of soil fumigant tests made against the golden nematode of potatoes (*Heterodera rostochiensis*, Wollenweber), 1942-1944." Proceedings of the Helminthological Society of Washington. 12, pp 39-41.
33. **CIANCIO, A., MUKERJI, K G., 2009.** Integrated management of plant pests and diseases. Springer e-books 705p
34. **CLARKE, A. J. & PERRY, R. N. (1985).** Eggshell calcium and the hatching of *Globodera rostochiensis*. Int. J. Parasitol., 15:511-516.

35. COOPER, B. A. (1955). A preliminary key to British species of Heterodera for use in soil examination. In: McE. Kevan, D. K. (Ed.). Soil Zoology. London, Butterworths: 269-280.
36. 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.
37. DAVIS, M. J., GILLASPIE, A. G., VIDAVER, A. K. & HARRIS, R. W., 1984. *Clavibacter*: a new genus containing some phytopathogenic coryneform bacteria, including *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* sp.nov subsp. nov. and *Clavibacter xyli* subsp. *cynodontis* subsp. nov., pathogens that cause ratoon stunting disease of sugarcane and bermudagrass stunting disease. *Int J Syst Bacteriol* 34,107±117.
38. DE GUIRAN (G.), NETSCHER (C.) - 1970 - Les nématodes du genre *Meloidogyne*, parasites de cultures tropicales. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Biol. no 11, no special Nématol. 151-185.
39. DICKSON, D.W., HEWLETT, T.E., 1988. Efficacy of fumigant and nonfumigant nematicides for control of *Meloidogyne arenaria* on peanut. *Annals of Applied Nematology* 20, pp. 95-101
40. DORE C., VAROQUAUX F. coordinateurs, 2006.Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Ed Quae.com, Paris : 812 p.
41. DOS SANTOS, M., CLARA VIEIRA D' IVÂNIA ESTEVES., BRIAN KERRY., ISABEL ABRANTES., 2013. Biology, growth parameters and enzymatic activity of *Pochonia chlamydosporia* isolated from potato cyst and root knot nematodes. *Nematology*, Volume 15, Issue 4, 493 – 504
42. DSA. 2013. Direction du Service Agricole de Mostaganem
43. DUVAUCHELLE, S., 2013. Nématodes des pommes de terre tour d'horizon .*Phytoma* N°660, pp. 12 - 25.
44. EPPO. 2006. Testing of potato varieties to assess resistance to *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. European and Mediterranean Plant Protection Organization.
45. EPPO. 2013. PQR database. Paris, France: European and Mediterranean Plant Protection Organization. <http://www.eppo.int/DATABASES/pqr/pqr.htm>
46. EVANS, K., 1970. Longevity of males and fertilization of females of *Heterodera rostochiensis*. *Nematologica* N° 16, pp. 369-374.
47. EVANS, K., FRANCO, J., & DESCURRAH, M.M., 1975. Distribution of species of potato cyst nematode in South America. *Nematologica* N° 21, pp. 365–369.
48. EVANS, K., ROWE, J., 1998. Distribution and economic importance, Cyst nematodes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. in S. Sharma (ed.), pp. 1–30,

49. **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.
50. **FAO STAT. 2014.** Statistiques de la FAO <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>
51. **FENWICK, DW., 1940.** Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera schachtii* from soil. *J Helminthol* 18, pp. 155–172
52. **FERRAZ L .C. B and BROWN D.J.F., 2002.** An introduction to plant nematology. Eds .Pensoft Series. *Parasitologica*. N°3, Sofid Bulgaria. 211pp.
53. **FLEMING JT, TORNOE C, RIINA HA, COADWELL J, LEWIS JA, SATTELLE DB (1993)** Acetylcholine receptor molecules of the nematode *Caenorhabditis elegans*. in Comparative molecular neurobiology, ed Pichon Y (Birkhauser Verlag, Basel), pp. 65–80
54. **FOURNET, C., KOHLWEISS, M., STRUB, P.-Y., 2011.** Modular code-based cryptographic verification. In *Proceedings of the 18th ACM conference on Computer and communications security*, CCS '11, New York, NY, USA. ACM. ISBN 978-1-4503-0948-6. P 341–350. .
55. **FRANCO J., 1989.** Nématodes à kyste de la pomme de terre ; *Globodera spp.* Bulletin d'Information Technique 9. Centre International de la Pomme de terre, Lima, Pirou p 65.
56. **FRÉZAL, P., 1954.** Importance et répercussions de la contamination de l'Algérie par le nématode doré (*Heterodera rostochiensis* Wooll. Comptes Rendus des Séances de l'Académie d'Agriculture de France, 40(2), pp. 71-74.
57. **GACEM, H., 2008.** La culture de la pomme de terre offre de bonnes perspectives économiques et sociales. l'année internationale de la pomme de terre2008. issn n°1111- 4762.
58. **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.
59. **GALFOUT, A., KEDAD, A., CORBIERE, R., BOUZNAD, Z., 2011.** Occurrence of late blight in Algeria during 2009 and evaluation of potato cultivars for resistance to *Phytophthora infestans*. euroblight. Workshop Proceedings. Page291-296.
60. **GARTHWAITE, D.G., THOMAS, M.R., DAWSON, A., STODDARD, H., 2005.** Pesticide Use Survey Report 202. Central Science Laboratory/Pesticide Usage Survey Group, York, p. 87
61. **GIANNAKOU, IO., ANASTASIADIS, IA., GOWEN, SR., 2007.** Effects of a non-chemical nematicide combined with soil solarization for the control of root-knot nematodes. *Crop Prot* 26, pp. 1644–1654.
62. **GUY BELAIR ET GEORGES LAPLANTE.** Le nématode à kyste de la pomme de terre *Globodera rostochiensis* : mise au point sur la situation au Québec. CRDH, St-Jean-sur-Richelieu ; ACIA, Québec.

- 63. GRECO, N., DI VITO, M., BRANDONISIO, A., GIORDANO, I., DE MARINIS, G., 1982.** The effect of *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* on potato yields. *Nematologica* 28:379-386
- 64. GRECO, N., INSERRA BRANDONISIO, M., TIRRO, A., MARINIS, G., 1988.** Life cycle of *Globodera rostochiensis* in Italy, *Nematologia Mediterranea* 10, pp. 899-172.
- 65. GRECO, N., MORENO, I., 1993.** Development of *Globodera rostochiensis* during three different growing seasons in Chile. *Nematropica* 22, pp. 175–181.
- 66. GRECO, N., BRANDONISI, A., 2000.** "Control of the potato cyst nematode, *Globodera rostochiensis*, with soil solarization and nematicides." *Nematologia Mediterranea* 28(1): 93-99.
- 67. GRENIER, E., FOURNET, S., PETIT, E., ANTHOINE, G., 2010.** A cyst nematode 'species factory' called the Andes. *Nematology* 12, pp. 163-169.
- 68. GRIFFIN G.D., 1985.** Host-parasite relationship of *Meloidogyne chitwoodi* on potato. *Journal of Nematology* 17, pp. 395-399.
- 69. HAGUE, N.G.M. & PAIN, R.F., 1979.** The effect of organophosphorus compounds and oxime carbamates on the potato cyst nematode *Heterodera rostochiensis* Woll. *Pestic. Sci?* 4, pp. 459-465.
- 70. HASKY-GÜNTHER, K., HOFFMANN-HERGARTEN, S., SIKORA, RA., 1998.** Resistance against the potato cyst nematode *Globodera pallida* systemically induced by the rhizobacteria *Agrobacterium radiobacter* (G12) and *Bacillus sphaericus* (B43). *Fundamental and Applied Nematology* 21, pp. 511–517.
- 71. HAWKES, J. G., 1994.** Origins of cultivated potatoes and species relationships. *potato genetics*. pp. 3-42
- 72. HELIAS V., 2008.** *Pectobacterium* spp. and *Dickeya* spp. on potato: a new nomenclature for *Erwinia* spp., symptoms, epidemiology and disease prevention. In: *Cahiers Agricultures* 17, 349–54.
- 73. HENRI., 2007.** Lutte contre *ralstonia solanacearum* (smith) yabuuchi et al. Recueil de législation A — N° 157. p 50.
- 74. HODDA, M. AND COOK, DC., 2009.** Economic Impact from Unrestricted Spread of Potato Cyst Nematodes in Australia. *Phytopathology*, 99, pp. 1387–1393.
- 75. IWANAGA, M., PELOQUIN, S. J., 1982.** Origin and evolution of cultivated tetraploid potatoes via 2n gametes *Theoretical* 18. I. 1982, Volume 61, Issue 2, pp 161-169.
- 76. JATALA P., KALTENBACH R. & BOCANGEL M., 1979.** Biological control of *Meloidogyne incognita acrita* and *Globodera pallida* on potatoes. *Journal of Nematology* 11, pp 303.
- 77. JATALA, P., 1986.** Parasitic Nematodes of Potatoes - Page 5

- 78. JATALA, P., FRANCO, J., GONZALES, A. O'HARA, C.M., 1985.** Hatching stimulation and inhibition of *Globodera pallida* eggs by enzymatic and exopathic toxic compounds of some biocontrol fungi. *J. Nematol.* 17, p. 501.
- 79. JOHAN H. SMELT, STEVEN J. H. CRUM, WOUTER TEUNISSEN AND MINZE LEISTRA, 1987.** Accelerated transformation of aldicarb, oxamyl and ethoprophos after repeated soil treatments. *Crop protection vol. 6*, pp. 295-303.
- 80. JONES, FGW., 1975.** Accumulated temperature and rainfall as measures of nematode development and activity. *Nematologica*, 21(1), pp. 62-70.
- 81. JONES, FGW., PARROT, DM., 1969.** Population fluctuations of *Heterodera rostochiensis* Woll. When susceptible potato varieties are grown continuously. *Annals of Applied Biology*, 63, pp. 175-181.
- 82. JOURDAN, E., ONGENA, M., ET THONART, P., 2008.** Caractéristiques moléculaires de l'immunité des plantes induite par les rhizobactéries non pathogènes», *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, volume 12, N° 4, pp 437-449.
- 83. KEVIN, F., MARIE, B., PAUL, G.B., JOHANNA, W., PETER, W., SANJA. M., 2012.** Novel bioassay demonstrates attraction of the white potato cyst nematode *Globodera pallida* (Stone) to non-volatile and volatile host plant cues; *Journal of Chemical Ecology* (Impact Factor: 2.24). 38(6), pp. 795-801.
- 84. KIEWNICK, S., SIKORA, R., 2006.** Evaluation of *paecilomyces lilacinus* strain 251 for the biological control of the northern root-knot nematode *meloidogyne hapla* Chitwood. *Nematology* 8, pp. 69-78.
- 85. LAMONDIA, J.A., 1984.** Control of *Globodera rostochiensis* by solar heat. *Plant disease*.68, pp. 474-476.
- 86. MADR.2006.** Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural
- 87. MADR.2007.** Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.
- 88. MADR.2010.** Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.
- 89. MADR.2011.** Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.
- 90. MADR.2012.** Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.
- 91. MADR.2013.** Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural.
- 92. 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. *Plant Disease*, 94(12):1510.

93. **MANDURIC, S. OLSSON, E. ENGLUND, J-E., ANDERSSON, S., 2004.** Separation of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* (Tylenchida: Heteroderidae) using morphology and morphometrics. *Nematology*.6:171–182.
94. **MATTILA, P., HELLSTRÖM, J., 2007.** Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products. *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol. 20, 152-160.
95. **McSorley R. (2003).** Effect of subsurface clay on nematode communities in a sandy soil .*Applied soil Ecology* .19 :1-11
96. **MERNY, G. et LUC, M., 1969.** Les techniques d'échantillonnage des peuplements des nématodes dans le sol. (Eds) Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres ; Paris, Masson et Cie, 303 p.
97. **MESSIAEN, C.M., BLANCAED, D., ROUXEL, F., LAFON, R., 1991.** Les maladies des plantes maraîchères - Page 68.
98. **MORRIS R.F. 1971.** Distribution and biology of the golden nematode *Globodera rostochiensis* in Cyprus. *Nematologica* 26: 637–369.
99. **MOXNES, J. F., AND HAUSKEN, K. 2007.** The population dynamics of potato cyst nematodes. *Ecological Modelling* 207: 339-348.
100. **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.
101. **MUGNIÉRY, D., PHILLIPS, M.S., RUMPENHORST, H.J., STONE, A.R., TREUR, A., TRUDGILL, D.L. (1989)** Assessment of partial resistance of potato to, and pathotype and virulence differences in, potato cyst nematodes. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 19, pp 7-25.
102. **MUGNIERY, D., 1984.** Les nématodes de la pomme de terre. *Agronomie*, 3: 45-50.
103. **MUGNIÉRY, D., AND PHILLIPS, M. S., 2007.** The nematode parasites of potato. In: Vreugdenhil D. and Bradshaw J. E., eds. *Potato biology and biotechnology*. pp.629-640
104. **MULVEY, R.H., STONE, A.R., 1976.** Description of *Punctodera matadorensis* n.gen., n.sp. (Nematoda: *Heteroderidae*) from Saskatchewan with lists of species and generic diagnoses of *Globodera* (n. rank), *Heterodera*, and *Sarisodera*. *Canadian Journal of Zoology* 54, 772-785.
- nematodes.be - info@nematodes.be**
105. **NICO, A. I., JIMÉNEZ-DÍAZ, R. M et CASTILLO, P., 2003.** Host suitability of the olive cultivars Arbequina and Picual for plant parasitic nematodes. *J. Nematol.* 35, pp. 29-34.
106. **OEPP/EPPO (1978)** Data sheets on quarantine organism No. 124, *Globodera pallida*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 8 (2).

107. **OEPP/EPPO (1981)** Data sheets on quarantine organism No. 125, *Globodera rostochiensis*. Bulletin. OEPP/EPPO Bulletin 11 (1).
108. **OMARI C., 2009.** La filière pomme de terre en Algérie. Afrique agriculture, N°381, pp.26-30.
109. **ORCHARD, E.R., 1965.** pedological patterns of soil fertility. *proc.s.afr.sugar technol.assoc* 39:247-249.
110. **OSWALDO, T., 2010** Hommage à la pomme de terre. Polycopie Information et communication agricoles. Haute école de santé suisse 11p
111. **PALUKAITUS P., 2012.** Resistance to viruses of potato and their vectors. *Plant Pathol. J.*, 28 (3) ,248-258.
112. **PARROT, D. M., 1972.** Mating of *Helerodera rostochiensis* pathotypes. *Ann. appl. Biol.*, 71: 271-273
113. **PHILLIPS, MS. 1991.** The relation initial and final densities of the potato cyst nematode *Globodera pallida* for partially resistant potatoes. *Journal of Applied Ecology* 28, pp 109-119.
114. **PHYLOGEN B.J.R., FABRES G. et REGNAULT- ROGER C., 2005.** Protection des cultures, environnement et développement durable IN : **REGNAULT-ROGER C., FABRES G. et VINCENT C., 2005.** Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement, Ed.TEC et DOC, Lavoisier, Paris, 1013 pp.
115. **POITRINEAU A., 2001.** Les Solanacées. In UNIVERSALLIS 6.
116. **POWERS T, FLEMING C C. 1998.** Biochemical and molecular characterization. In The physiology and biochemistry off ree-living and plant-parasitic nematodes, p. 355-380. Eds R N Perry and D J Wright. Wallingford: CABI.
117. **POWERS, T. O., T. S. HARRIS, AND B. C. HYMAN. 1993.** Mitochondrial DNA sequence divergence among *Meloidogyne incognita*, *Romanomermis culicucivorax*, *Ascuris suum*, and *Caenorhabdtis elegans*. *J. Nematol.* 25:565-57 1.
118. **PULLMAN, G.S., J.E. DEVAY, C.L. ELMORE, AND W.H. HART. 1984.** "Soil solarization, a nonchemical method for controlling diseases and pests." Cooperative Extension, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Leaflet. 21377.
119. **RADTKE, W ET RIECKMANN, W., 1991.** Maladies et ravageurs de la pomme de terre. Editions Th. Mann. Pp. 168.
120. **RENČO, M., SASANELLI, N., KOVÁČIK, P., (2011).** The effect of soil compost treatments on potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. *Helminthologia*, 48: 184 – 194. DOI: 10.2478/s11687-011-0027-1

121. **ROLOT, J-L., 2005.** Analyse des facteurs régulant la dissémination du virus de la pomme de terre (PVY) en vue de stratégies de lutte raisonnées. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, Gembloux, Belgique.
122. **ROUSSELLE P., ROBERT Y et CROSNIER J.C., 1996.** La pomme de terre production, amélioration, ennemis et maladies, utilisation. INRA, Paris, 607 p.
123. **ROUSSELLE, P., ROUSSELLE, BOUR-GEOIS., ELLISSECHE, D ., 1992 .**La pomme de terre in Amélioration des espèces végétales cultivées. INRA, Paris, 504 p.
124. **SCHNEIDER, I. R., 1971.** Characterization of a satellite-like virus of tobacco ringspot virus. *Virology* 45, 108-122.
125. **SEINHORST, J.W., 1982.** The relationship in field experiments between population density of *Globodera rostochiensis* before planting potatoes and yield of potato tubers. *Nematologica*, 28: 277–284
126. **SELLAMI S., LOUNICI M., EDDOUD A. ET BENSEGHIR H., 1999** – Distribution et plantes hôtes associées aux *Meloidogyne* sous abris plastiques en Algérie. *Nematol. Medit.*, 27, 295-301
127. **SERRA, B E. ROSA, R. IORI, J. BARILLARI, A. CARDOSOA, C. ABREU, P. ROLLIN (2002)** . In vitro activity of 2-phenylethyl glucosinolate, and its hydrolysis derivatives on the nematode *Globodera rostochiensis* (Woll.) *Scientia Horticulturae* 92. 75–81
128. **SINGH, S.K., HODDA, M., ASH, G.J., 2013.** Plant-parasitic nematodes of potential phytosanitary importance, their main hosts and reported yield losses. *EPPO Bull.* 43, 334–374.
129. **SKARBILOVICH, T.S., 1959.** On the structure of the systematics of nematode, order *Tylenchida* Thorne, 1949. *Acta Parasitologica Polonica* 7, 117-132.
130. **SMIT, A. L. AND VAMERALI, T. 1998.** The influence of potato cyst nematodes (*Globodera pallida*) and drought on rooting dynamics of potato (*Solanum tuberosum* L.). *European Journal of Agronomy*, 9, 137-146.
131. **SOBCZAK, M., GOLINOWSKI, W., 2011.** Cyst Nematodes and Syncytia. In: Jones J, Gheysen G, Fenoll C (eds) *Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions*. Springer Netherlands, pp 61-82.
132. **STEPHAN, Z.A. AND W.I. ABU-GHARBIEH. 2010.** Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne spp.*): Damage, Losses and Control. Pp. 285-328. In: *Plant Nematology in the Arab Countries*. W.I. Abu-Gharbieh, A.S. Al-Hazmi, Z.A. Stephan and A.A.M. Dawabah (Eds.). Dar Wael for Publishing, Amman, Jordan. (In Arabic).
133. **STEVENSON, W. R., LORIA, R., FRANC, G. D. & WEINGARTNER, D. P., 2001.** *Compendium of Potato Diseases*. St Paul, MN: American Phytopathological Society.

134. **STONE A. R., 1973.** *Heterodera pallida* n.sp. (Nematoda: Heteroderidae), a second species of potato cyst nematode. *Nematologica* 18, 591–606.
135. **STONE, A. R. 1972:** *Heterodera pallida* n.sp. (Nematoda: *Heteroderidae*), a second species of potato cyst nematode. *Nematologica* 18: 591-606.
136. **STONE, AR., 1972.** The round cyst species of *Heterodera* as a group. *Annals of Applied Biology*. 71:280–283.
137. **STOREY GW, EVANS K, 1987.** Interactions between *Globodera pallida* juveniles, *Verticillium dahliae* and three potato cultivars, with descriptions of associated histopathologies. *Plant Pathology* 36, 192–200.
138. **SUBBOTIN, S.A., STURHAN, D., RUMPENHORST, H.J., & MOENS, M. (2003).** Molecular and morphological characterisation of the *Heterodera avenae* species complex (Tylenchida: *Heteroderidae*). *Nematology* 5, 515-538.
139. **SUBBOTIN, SA., MUNDO-OCAMPO ,M., BALDWIN, GB., 2010.** Systematics of cyst nematodes (Nematoda: *Heteroderinae*), *Nematology monographs et perspectives*, Vol. 8A. Brill, Leiden (NL), 107–177.
140. **SZILVASIS, S., 2013.** Nématodes des pommes de terre, que demande la loi. *Phytoma* N°, 660 pp : 26 à 31
141. **TOBIN, J.D., HAYDOCK, P.P.J., HARE, M.C., WOODS, S.R., CRUMP, D.H., 2008.** Effect of the fungus *Pochonia chlamydosporia* and fosthiazate on the multiplication rate of potato cyst nematodes (*Globodera pallida* and *G. rostochiensis*) in potato crops grown under UK field conditions. *Biol Control* 46(2):194–201
142. **TRIFONOVA, Z., 2000.** Distribution of *Globodera rostochiensis* (Woll.) in Bulgaria. *Macedonian Agricultural Review*, 1: 63-65.
143. **TRIFONOVA, Z., 2010.** Studies on the efficacy of some bacteria and fungi for control of *Globodera restochiensis*. *Journal of Agricultural Sciences* Vol. 55, No. 1, 37-44
144. **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.
145. **TRUDGILL, D. L. & PARROT, D. M. (1972).** Disc electrophoresis and larval dimensions of British, Dutch and other populations of *Heterodera rostochiensis*, as Evidence of the existence of 1\VO species, each with pathotypes. *Nematologica*, 18:141-148.
146. **TRUDGILL D.L., ELLIOT, M.J., EVANS, K. and PHILLIPS M.S., 2003.** The white potato cyst nematode (*Globodera pallida*) - a critical analysis of the threat in Britain. *Annals of Applied Biology* .N°143, pp. 73-80.

147. **TURNER S.J .et ROWE J. A., 2006.** Cyst nematodes. In R.N PERRY, end M. MOENS. (eds) *Plant nematology*. CAB International, Wallingford, UK, pp: 91-120.
148. **TURNER S.J. ET EVANS K., 1998.** The origins, global distribution and biology of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* (Woll.) and *Globodera pallida* Stone). In: Marks R.J. and Brodie B.B. (eds) *Potato Cyst Nematode. Biology, Distribution and Control*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 7–26.
149. **TURNER, S.J., 1996.** Population decline of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis*, *G. pallida*) in field soils in Northern Ireland. *Ann. Appl. Biol.* 129, 315et 322.
150. **VALDES-LOPEZ, O., THIBIVILLIERS, S., QIU, J., XU, W.W., NGUYEN, T.H., LIBAULT, M., LE, B.H., GOLDBERG, R.B., HILL, C.B., HARTMAN, G.L. 2011.** Identification of quantitative trait loci controlling gene expression during the innate immunity response of soybean. *Plant Physiol* 157(4): 1975-1986.
151. **VAN RIEL, HR et MULDER, A., 1998.** Potato cyst nematodes (*Globodera* species) in Western Europe. In: *Potato Cyst Nematodes: Biology, Distribution and Control* (Eds Marks RJ & Brodie BB), pp. 271–298. CAB International, Wallingford (GB).
152. **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.
153. **VIEIRA DOS SANTOS M.C., ESTEVES, I., KERRY, B., ABRANTES, I., 2013.** Biology, growth parameters and enzymatic activit of *Pochonia chlamydosporia* isolated from potato cyst and root-knot nematodes. *Nematology* 15, 493–504.
154. **WANNER, L.A., 2007.** A new strain of Streptomyces causing common scab in potato. *Plant Disease*, 91: 352-359.
155. **WARD, C.W. AND SHUKLA, D.D., 1991.** Taxonomy of potyvirus: current problems and possible solutions. *Intervirology*, 32: 269-296.
156. **WESEMAEL WML, VIAENE N, MOENS M, 2011.** Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. *Nematology* 13:3-16.
157. **WHITEHEAD AG. 1998.** Plant nematode control. CAB International. London, 384p.
158. **WHITEHEAD, A.G., NICHOLS, A.J.F., SENIOR, J.C. 1994.** The control of potato pale cyst-nematodes (*Globodera pallida*) by chemical and cultural methods in different soils. *Journal of Agricultural Science*, 123: 207-
159. **WHITEHEAD, A.G., TITE, D.J., FRASER J.E., FRENCH, E.M. 1973.** Control of potato cyst-nematode, *Heterodera rostochiensis*, in silt and peat loams by ten pesticides applied to the soil at planting time. *Annals of Applied Biology* 73: 197-201.

160. WHITEHEAD, A.G., FRASER, J.E., PETERS, C.P., NICHOLS, AJF., 1987. Observations on the control of potato cyst nematode, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*, in 35 English potato soils in pots by oxamyl and resistant potatoes. *Annals of Applied Biology*. 111: 597–605.
161. WILLIAMSON, V., KUMAR, A., 2006. Nematode resistance in plants: the battle underground, *Trends in genetics* 22: 396-403.
162. YABUCHI, E., KOSAKO, Y., YANO, I., HOTTA, H. & NISHIUCHI, Y., 1995. Transfer of two Burkholderia and an Alcaligenes species to *Ralstonia*.
163. YAMADA, E., SAKUMA, F., HASHIZUME, K., TAKAHASHI, M., FUKUHARA, Y., KOBAYASHI, K. AND KONDO, N. (2005) Effect of *Pratylenchus penetrans* on the infection of brown stem rot in adzuki bean. *Japanese Journal of Nematology* 35, 71-77.
164. YU, Q., W. YE, F. SUN, S. MILLER., 2010. Characterization of *Globodera rostochiensis* (*Tylenchida: Heteroderidae*) associated with potato in Quebec, Canada, *Canadian journal of plant pathology*, 32: 264-
165. Z TRIFONOVA, A ATANASOV, 2009. Investigation of the nematicidal effects of some plant extracts on the mortality and the hatching of *Meloidogyne incognita* and *Globodera rostochiensis*. *Rasteniiev'dni Nauki* 46 (6), 548-553
166. <http://fr.allafrica.com/stories/201402031494.html>
167. <http://www.lematindz.net/news/11315>
168. <http://www.medafco.org>

Annexe 1 : Analyses statistiques des résultats des tests en pots

Modélisation de la variable Nombre de kyste finale :

Variable	Nbr. de valeurs total	Nbr. de valeurs utilisées	Nbr. de valeurs ignorées	Somme des poids	Moyenne	Ecart-type
Nombre de kyste finale	40	40	0	40	204,275	136,386

Analyse du modèle

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
Variétés	1	308529,225	308529,225	203,697	< 0,0001
Nématicide	4	365414,600	91353,650	60,313	< 0,0001

Tests de comparaisons multiples pour la variable Variétés :

Modalités	Différence	Différence réduite	Valeur critique	Pr. > Diff	Significatif
Spunta Lesita	175,650	14,272	2,032	< 0,0001	Oui

Modélisation de la variable Nombre de tige :

Analyse du modèle

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
Variétés	1	0,900	0,900	3,273	0,079
Nématicide	4	1,650	0,412	1,500	0,224
Résidus	34	9,350	0,275		
Total	39	11,900			

Tests de comparaisons multiples pour la variable Variétés :

Modalités	Différence	Différence réduite	Valeur critique	Pr. > Diff	Significatif
Spunta Lesita	0,300	1,809	2,032	0,079	Non

Modélisation de la variable Hauteur de tige :
Analyse du modèle

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F
Variétés	1	0,030	0,030	0,015	0,904
Nématicide	4	297,968	74,492	36,660	< 0,0001
Résidus	34	69,086	2,032		
Total	39	367,084			

Tests de comparaisons multiples pour la variable Variétés :

Modalités	Différence	Différence réduite	Valeur critique	Pr. > Diff	Significatif
Spunta Lesita	0,055	0,122	2,032	0,904	Non

Annexe 2 : Normes pédologiques
Selon Mémento de l'agronome (2002)

PH	Normes
4.5-5	Très fortement acide
5.1-5.5	Fortement acide
5.6-6	Modérément acide
6.1-6.2	Faiblement acide
6.6-7.3	Neutre
7.4-8.4	Faiblement alcalin
7.9-8.4	Moyennement alcalin

CE (ds/m)	Normes
< 0.25	Sol non salin
0.25-2.25	Sol sali

MO (%)	Normes
>6	Sol très pourvu
3-6	Sol bien pourvu
1.5-3	Sol moyennement pourvu
0,7-1,5	Sol pauvre
<0.7	Sol très pauvre

N (%)	Normes
>3	Sol très pourvu

1.5-3	Sol bien pourvu
1-1.5	Sol moyennement pauvre
0.5-1	Sol pauvre
<0.5	Sol très pauvre

P(%)	Normes
> 1,5	Sol très pourvu
1-1,5	Sol bien pourvu
0-1	Sol moyennement pauvre
0,2-0,5	Sol pauvre
< 0,2	Sol très pauvre

K(%)	Normes
> 10	Sol très pourvu
8-10	Sol bien pourvu
6-8	Sol moyennement pauvre
2-6	Sol pauvre
< 2	Sol très pauvre

Annexe 3 : Fiche de renseignements

Date de prélèvement :

Nom de l'agriculteur :

Code de la parcelle :

Statut familial :

Wilaya :

Latitude :

Superficie de l'exploitation :

Caractéristique du site :

System de culture : Plain champ : culture de saison primeur arrière-saison

Caractéristique de la culture : culture en place Variété :

Précédent cultural (n-1)

Précédent cultural (n-2)

Précédent cultural (n-3)

Précédent cultural (n-4)

Environnement de la parcelle : même culture : autre culture

Stade de la culture :

Traitement utilise :

Insecticide :

Fongicide :

Nématicide :

Herbicide :

Mode d'application :

Texture :

Maladies

Annexe 4 :

Nom commerciale	Matière active	Concentration	formulation	Culture	Dose
Les fumigants					
Telone II	Dichloropropène	1108 g/L	Concentré soluble	Nématodes: -des arbres fruitiers. - horticulture - Pépinière - Vigne.	-170l / ha -500l / ha
DDP Fumigant	1.3 Dichloropropène	92 %	Concentré émulsionnable	Nématodes à kyste: - des cultures maraichères. Tabac. - plantes ornementale.	-170 l/ha
Dacron	Dazomate	98%	Granulé	Nématode de toute culture	-30à40 g/m ²
Fumical	Metam sodium	510 g/l	Concentré soluble	Nématode de toute culture	-1000l/ha
Les systémiques					
Nimaphos 10g	Ethoprophos	10%	Granulé	Nématodes: - des cultures légumières et des grandes cultures.	-15 à 30kg/ ha
Vydatel	Oxamyl	240 g/l	Suspension concentré	Nématodes : des agrumes -des bananes	-4 à 8l/ ha -7.5 ml/ plat
Némathorine	Fosthiasate	10%	Granulé	Nématodes: - des cultures légumières - de pomme de terre.	-12 ou 30 kg/ha-Dar 21 j.
le mocap	Ethoprophos	10%	granulé	Nématodes: --de tomate; culture légumière et p. de terre.	-30 kg/ha
Mocap	Ethoprophos	10%	granulé	Nématodes: - des cultures maraichères sous serre et extra primeur - primeur.	-2*50 kg/ ha -30-50g/ pied

Titre : Contribution à l'étude du nématode du genre *Globodera* (Skarbilovich, 1959) sur pomme de terre et gestion intégrée contre ce bio-agresseur

Résumé : Le Nématode à kyste du genre *Globodera* spp représente une contrainte assez sérieuse sur pomme de terre dans le monde notamment par son classement d'organisme de quarantaine. Les prospections effectuées dans des zones potentielles de cette culture ont permis de déterminer le pourcentage d'infestation des parcelles de pomme de terre, il est respectivement de 28.5 à 75% pour les régions de Hmadna (Relizane) et Ain sidi chérif (Mostaganem) avec des effectifs de kystes variant entre régions de 16 à 273 par 500g/sol et l'absence de ce bioagresseur dans les régions de Batna et Biskra. L'identification des espèces dans les sites d'étude par les critères morpho-biométriques a révélé la présence des deux espèces *Globodera rostochiensis* et *G. pallida*. Les données obtenues sur l'effet de deux nématicides vis-à-vis de *G.pallida* *in vitro* et *in vivo* ont montré l'efficacité de l'oxamyl. Enfin, l'association de ce dernier avec une variété précoce (Liseta) a entraîné une baisse des effectifs de *G. pallida*. En revanche, cette variété présente une croissance des plants de pomme de terre similaire que la variété témoin (Spunta).

Mots clés : *Globodera*, infestation, pomme de terre, morpho- biométrique, kyste, lutte chimique, variété précoce

Title: Contribution of the study of the nematode genus *Globodera* (Skarbilovich 1959) on potato and integrated management against this bio-aggressor

Summary: The potato cyst nematode *Globodera* spp is a serious constraint on potato in the world especially by its quarantine pest ranking. The surveys in potential areas of this culture were used to determine the percentage of infestation of potato fields; it is 28.5 to 75% for the areas Hmadna (Relizane) and Ain Sidi sharif (Mostaganem) and with varying numbers of cysts 16 to 273 per 500g / soil and the absence of it in the area of Batna and Biskra. The identification of the species in the study sites by the morpho-biometric criteria revealed the presence of two species *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. The results concerning the effect of two nematicides against *G.pallida* has demonstrated the effectiveness of oxamyl. Finally, the association with early variety (Liseta) and nematicide allowed a decrease of effectifs of *G.pallida*. However, this variety has a similar growth of potato plants than the control variety (Spunta).

Keywords: *Globodera*, infestation, potato, morpho - biometric, cyst, chemical control, early variety

: مساهمة لدراسة الديدان الخيطية غلوبوديرا (Skarbilovich 1959) على البطاطا مع توحيد الطرق لمكافحة هذا العامل الممرض
ملخص الدودة الخيطية (مننوب) (*Globodera*) تشكل عائقا خطيرا إلى حد ما على البطاطا في العالم خاصة وأنها من الآفات التي تدخل ضمن آفات الحجز الزراعي الاستطلاعات التي تم القيام بها في المناطق الأكثر زراعة للبطاطا سمحت لنا بتحديد نسبة الإصابة في هذه الأراضي والتي تتراوح ما بين 28,5% إلى 75% بالنسبة لمنطقة الحمادنة بـغليزان ومنطقة عين سيدي الشريف بمستغانم على الترتيب كما تم تحديد عدد الاكياس الذي يتراوح ما بين 16 الي 273كيس في 500غ من التربة تم تحديد كذلك مناطق خالية من المرض في بسكرة وبتانة عند التعرف على الأنواع عن طريق المعايير المورفوبيومترية كشف عن وجود الاثنتين *Globodera* و *Globodera rostochiensis* و *Globodera pallida* النتائج بالنسبة لتأثير المبيدين على *Globodera pallida* في المخبر والحقل بينت ان L'oxamyl يتمتع بفعالية ضد هذا النوع وفي الأخير استعمال L'oxamyl مع نوع مبكر من البطاطا أدى إلى التقليل من عدد الاكياس الجديدة ل *Globodera pallida* و هذا النوع من البطاطا له نفس نمو مع النوع الشاهد (سبونتتا)

كلمات البحث: *Globodera*، الإصابة، البطاطا، مورفوبيومترية، كيس، مكافحة الكيمائية، جني مبكر