



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الجبلاي بونعاما خميس مليانة
Université Djilali Bounaama de khemis Miliana

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre

Département de d'Agronomie

Mémoire de fin d'études

*En Vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Agronomie
Spécialité : Phytotechnie*

Thème

Evaluation de l'état d'infestation de quelques parcelles par les nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre-Enquête sur ces parasites dans la région d'Ain Defla.

Soutenue le 02/06/2015

Présenté par:

DJEBBOUR Fatma Zohra

Soutenue devant le Jury:

Président:	M ^f . MOKABLI A.	Pr.	UDBKM
Promoteur:	M ^{lle} . TIRCHI N.	MCB	UDBKM
Examineurs:	M ^{me} ABIDI L.	MAB	UDBKM
	M ^f . KADIR A.	MAA	UDBKM

Année Universitaire: 2014-2015

Remerciements

Avant tout

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

À l'heure où j'apporte la touche finale à ce mémoire, je tiens à remercier tout d'abord les personnes qui m'ont permis de réaliser ce mémoire : mes chaleureux remerciements à ma promotrice : M^{elle} TIRCHI N., pour son aide, son soutien moral et pour ses précieux conseils et orientations qu'elle m'a prodigué tout le long de ce travail de recherche.

Je tiens aussi à remercier les membres de jury : Mr. MOKABLI A., pour avoir accepté de présider le jury et Mr. KADIR A., pour avoir bien voulu me faire honneur d'examiner mon mémoire. De même, je remercie Mme ABIDI L. Qui m'a honorée en acceptant d'être l'examinatrice de mon travail.

Ma reconnaissance et gratitude envers tous les enseignants, les responsables et les agents de la Faculté des Science de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre, Département d'Agronomie de l'Université Djillali Bounaama de Khemis Miliana sans exception.

Je remercie tous les techniciens de laboratoire de recherches

En fin je tiens à exprimer, mes remerciements à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci à tous et à

Toutes.

Dédicace

JE dédie ce modeste travail à:

Ma très chère et douce mère et mon père qui m'ont toujours encouragées de poursuivre mes études malgré les difficultés que j'ai rencontrées, que Dieu les gardes en bonne santé.

*A mes très chères frères: Mohamed, Abd Erahmen, Nabil,
Abd Elhad, Abd Elrazak.*

A mes très chères sœurs: Meriem, la fleur de mon cœur Zieneb.

A les petites : Basma, Asil.

A ma grand-mère.

*A mes très chères amis : Assia, Nawel, Naima, khaira, Amel,
Hizia.*

A tous les amis qui de près ou de loin ont rendu plus facile la réalisation de ce travail.

A toutes les familles Djebbour.

FATIMA ZOHRA.

Résumé

Ce travail consiste à l'étude de l'état d'infestation de quelques parcelles cultivées en pomme de terre par le nématode *Globodera* et à la réalisation d'une enquête sur ce parasite dans la région d'Ain Defla.

Les résultats relatifs à l'état d'infestation ont révélé l'existence de parcelles infestées dans trois communes sur les cinq prospectées à savoir Ain Defla, Djellida and El Amra. Le seuil de nuisibilité est dépassé dans deux parcelles. Le degré d'infestation le plus élevé est noté dans la parcelle P1 de la commune d'Ain Defla avec 18,2 d'œufs+juvéniles/g du sol

L'enquête réalisée dans cette wilaya auprès des agriculteurs a montré un manque de formation chez les agriculteurs, l'inefficacité de vulgarisation et le mode de conduite inadéquat de la culture ont un rôle important et principale dans la multiplication et la dissémination ces parasites.

Mot clés : *Globodera*, enquête, degré d'infestation, pomme de terre

Abstract

This work consists to the survey of the state of infestation of some parcels cultivated in potato by the *Globodera* nematode and to the realization of an investigation on this parasite in the region of Ain Defla.

The relative results to the state of infestation revealed the existence of parcels infested in three townships on the five prospected: Ain Defla, Djellida and El Amra. The doorstep of damage is passed in two parcels. The most elevated infestation degree is noted in the parcel P1 of the township of Ain Defla with 18,2 eggs and juveniles/g of soil

The investigation achieved in this wilaya showed a lack of formation among the agriculturists, the inefficiency of vulgarization and the mode inadequate of conduct of the culture have an important and main role in the multiplication and the dissemination these parasites.

Mot clés : *Globodera*, enquête, infestation degree, potato.

ملخص

يشمل هذا العمل دراسة حالة الإصابة بالديدان الخيطية في البطاطا على مستوى بعض مناطق ولاية عين الدفلى.

كما بين ان هذه الديدان متواجدة في بعض المناطق المدروسة وتظهر هذه الدراسة ان اعلى درجة من الإصابة هي بركة الغرام اما البحث الذي اجريناه مع الفلاحين ان انعدام وجود المعلومات الفلاحين وعدم فعالية التوعية و الارشاد لها , في دور رئيسي في انتشار هذه الديدان الخيطية.

كلمات البحث درجة الإصابة.

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
1	Evolution de la production de pomme de terre (saison et arrière-saison) du 2001-2014 (superficie-production-rendement)	4
2	Les différentes variétés de Pomme de Terre plantées au niveau de la Wilaya d'Ain Defla	5
3	Les principales maladies de pomme de terre	14
4	les principaux ravageurs de pomme de terre	20
5	Texture du sol dans les différentes communes de la wilaya d'Ain Defla	40
6	Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% des kystes vide fonction des parcelles et des régions	53
7	Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% des kystes pleins fonction des parcelles et des régions	54
8	Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% de nombre total des kystes fonction des parcelles et des régions	54
9	Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% des nombres des œufs+juvéniles en fonction des parcelles et des régions	55
10	Situation et superficies des exploitations enquêtées	58
11	Type de rotation appliquée dans les parcelles étudiées	61

Liste des figures

Numéro	Titre	Page
1	Production mondiale de la pomme de terre en 2012 (OAA, 2013).	3
2	Production de la pomme de terre au niveau national (DSA, 2011).	4
3	Evolution de la production de la pomme de terre en Algérie (1998 /2013)(Ministère de l'Agriculture, 2013).	4
4	Plant de la pomme de terre (FAO, 2008).	10
5	Cycle de développement de la pomme de terre (Soltner, 2005).	13
6	Répartition géographique des <i>Globodera</i> dans le monde (O.E.P.P., 2006).	27
7	Distribution géographique des nématodes à kyste « <i>Globodera</i> » en Algérie. (Daniel Dalet/d-maps.com).	28
8	Adulte mâle d'un nématode à kyste de la pomme de terre (Anonyme, 2006)	29
9	Femelles matures de <i>Globodera rostochiensis</i> (A) et <i>Globodera pallida</i> (B) (USDA ARS 2008 ; SAE, 2006).	30
10	Kystes de <i>Globodera</i> sp. (Bélair et Laplante, 2007).	30
11	Larve du deuxième stade (Hodda et Lawrence, 2009)	31
12	Cycle biologique de <i>Globodera</i> sp. (I.N.P.V, 2009).	32
13	Parcelle infestée par <i>Globodera</i> sp. Dans la wilaya d'Ain Defla (I.N.P.V., 2009)	33
14	Localisation des stations d'étude.	39
15	Répartition mensuelle de la pluviométrie de l'année 2013.	39
16	Echantillonnage du sol (original).	42
17	Conditionnement des échantillons (Original).	43
18	Séchage du sol au laboratoire (Original).	43
19	Extraction des kystes (original).	44
20	Récupération des l'extrait (original).	45
21	Récupération des kystes sous une loupe binoculaire (Original).	46
22	Boite de pétri contenant les kystes (original).	46
23	Kyste de <i>Globodera</i> plein d'œufs (Original).	47

[Tapez le titre du document]

24	Ecrasement des kystes de <i>Globodera</i> .	48
25	Nombres moyens de kystes (vides, pleins et totaux) de <i>Globodera</i> dans les parcelles prospectées.	52
26	Degré d'infestation dans les parcelles étudiées.	53
27	Dendrogramme de classification hiérarchique des régions étudiées en fonction de leur état d'infestation.	55
28	Statut des exploitations agricoles enquêtées.	56
29	Type de culture de pomme de terre dans les exploitations enquêtées	57
30	Destination de pomme de terre dans les exploitations enquêtées.	57
31	Niveau de formation des agriculteurs enquêtés.	59
32	variétés cultivées dans les parcelles enquêtées.	60
33	système de culture utilisé dans les exploitations enquêtées.	60
34	Environnement des parcelles enquêtées.	62
35	Présence ou absence d'une bordure autour des parcelles.	63
36	Type d'irrigation utilisé dans les parcelles enquêtées.	63
37	Plantes associées à la pomme de terre dans les Parcelles enquêtées.	64
38	Pratique de la jachère dans les parcelles enquêtées.	65
39	Type de jachère pratiquée dans les parcelles enquêtées.	65
40	Pratique labour dans les parcelles enquêtées.	65
41	Connaissances des nématodes à kystes de pomme de terre par les agriculteurs enquêtés.	66
43	Désinfection du sol avant culture.	68
44	Traitement du sol en cours de culture	69
45	La fertilisation utilisée selon les agriculteurs enquêtés.	70

Liste des abréviations

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

DSA: Direction des Services Agricoles.

INPV : Institut National de la Protection des Végétaux.

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

ITCMI: Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles.

µm : micromètre.

g : Gramme.

ha : Hectare.

% : Pour cent.

°C : degré Celsius.

Fig. : Figure

Qx : quintaux

G. : *Globodera*

R : répétition

Kp ; Kyste plain

Kv : Kyste vide

Introduction générale

Introduction générale

La pomme de terre est la quatrième culture la plus importante dans le monde après le riz, le maïs et le blé. Elle est largement ré pondue dans le monde. la production mondiale est de 360.886.519 tonnes métriques répartis entre 152 pays producteurs de la pomme de terre dans une surface de 20 millions d'hectares (F.A.O., 2013).

Elle est cultivée principalement dans l'hémisphère nord, en latitude de 45 °S à 65 °N, qui inclut les zones tempérées et les zones subtropicale.

Elle joue un rôle important dans l'économie de nombreux pays, considérée comme l'une des principales ressources alimentaires et financières des populations.

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

Les nématodes à kystes du genre *Globodera* sont des endoparasites sédentaires qui parasitent les racines des plantes essentiellement de la famille des Solanacées, ces organismes sont des endoparasites obligatoires qui établissent une relation très étroites avec leur plante hôte (Blanchard, 2007 ; Chouinard, 2006).

Les nématodes à kystes *Globodera* sont détectés dans plusieurs wilayas productrices de la pomme de terre en Algérie Tipaza, Chlef, Mascara et Ain Defla (INPV, 2009). Afin de contribuer à la lutte contre ces parasites, nous avons effectué une étude dans la wilaya d'Ain Defla dont l'objectif est de :

- Evaluer l'état d'infestation de quelques parcelles cultivées en pomme de terre par ces nématodes.
- Mener une enquête sur le terrain auprès des agriculteurs pour mettre en évidence les facteurs qui contribuent à l'infestation et proposer un état des lieux des mesures prises par les services agricoles de cette région pour le contrôle de ces parasites.

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

I.1. Présentation et origine de la pomme de terre

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

Bien que les céréales majeures forment la base de l'alimentation humaine, la pomme de terre est aussi importante comme source alimentaire dans la plupart des régions du monde.

Il n'y a pas de document sur la date précise d'arrivée de cette plante sur l'Europe, il est probable qu'à l'époque, personne n'imaginait l'importance que pourrait prendre cette production agricole. On pense cependant que la pomme de terre arriva quelque années avant la fin du XVI^{ème} siècle et ceci par deux entrées; la première l'Espagne vers 1570 et la seconde des îles Britanniques (1588-1593) (Rousselle et al., 1996).

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

I.2. Importance économique de la culture

I.2.1. Dans le monde

La pomme de terre est la culture vivrière du monde, par ordre d'importance après le blé, le riz, le maïs et l'orge. La production de la pomme de terre représente à elle seule près de la moitié de la production annuelle mondiale de racines et tubercules. Elle joue un rôle important dans l'économie de nombreux pays, et peut présenter une solution aux problèmes de déficit alimentaire mondial (Rajnachel, 1987).

Durant ces dix dernières années, la production a augmenté annuellement de 4,5% en moyenne, alors que celle de la superficie de plantation a 20 millions d'hectares

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

(F.A.O., 2013) Aujourd'hui, dans de nombreux pays en développement, les ménages agricoles les plus pauvres et sous-alimentés dépendent de la pomme de terre comme source principale ou secondaire d'alimentation et de nutrition.

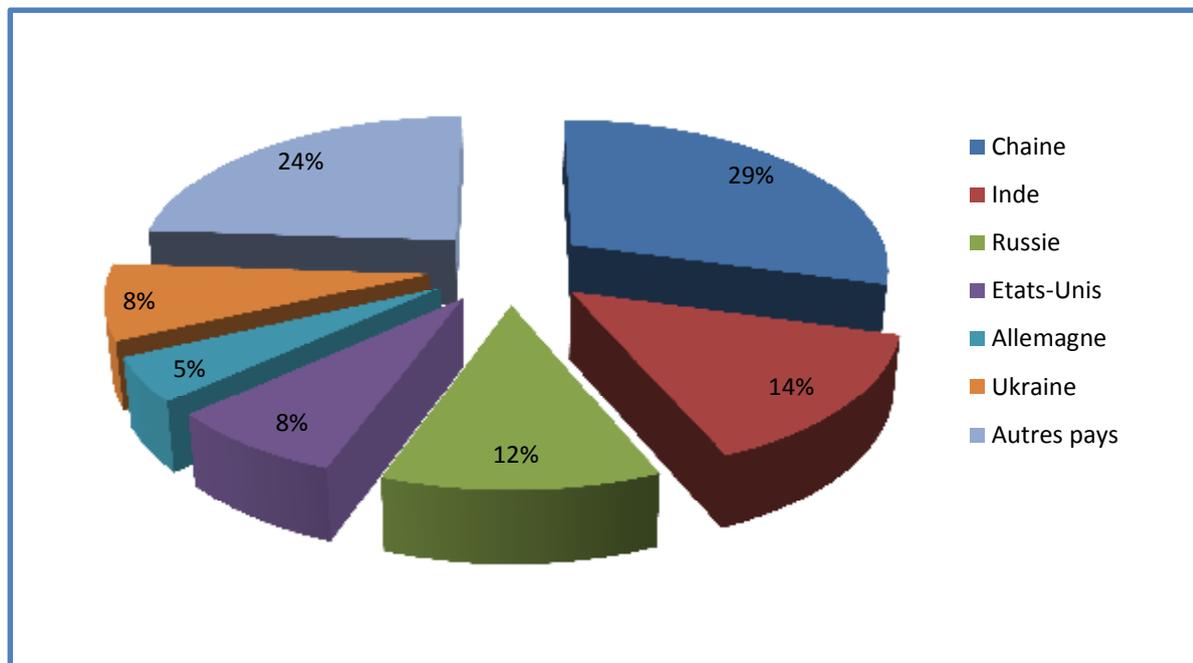


Fig.01: Production mondiale de la pomme de terre en 2012 (FAO, 2013).

I.2.2. En Algérie

La pomme de terre est l'un des produits les plus importants pour l'alimentation de la population algérienne : elle occupe la deuxième place après le blé. Après que *Solanum tuberosum* L. fut introduite en Algérie au milieu XVI^{ème} siècle, l'essentiel de la production était expédié en France. En 1962, lorsque le pays acquit son indépendance, il produisait 250 000 tonnes par an et en exportait environ le tiers. Depuis, la pomme de terre est devenue une des principales cultures destinées à la consommation domestique et en 2006, la production a atteint le chiffre record de 2,18 millions de tonnes. La superficie cultivée est de 100 000 ha, et la pomme de terre peut être plantée et récoltée dans n'importe quelle région, en fonction des saisons. La pomme de terre est surtout cultivée sur la côte méditerranéenne, qui jouit d'un climat tempéré propice à sa culture tout au long de l'année.

En Algérie, la production en 2012/2013 toute catégorie de pommes de terre confondues se situe autour de 4,5 millions de tonnes dont 0,45 millions de tonnes de semences pour une superficie de l'ordre de 125.000 hectares.

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

Le rendement moyen en Algérie, toutes tranches de culture confondues, se situe autour de 28 tonnes par hectares, avec des record pouvant atteindre 60 tonnes par hectare.

Les principales zones de production de pomme de terre en Algérie sont les suivantes : El-oued, Ain-Defla, Mascara et la wilaya de Mostaganem....(Fig. 2).

La figure 3 présente l'évolution de la production de la pomme de terre en Algérie au cours de la période 1998 à 2013.

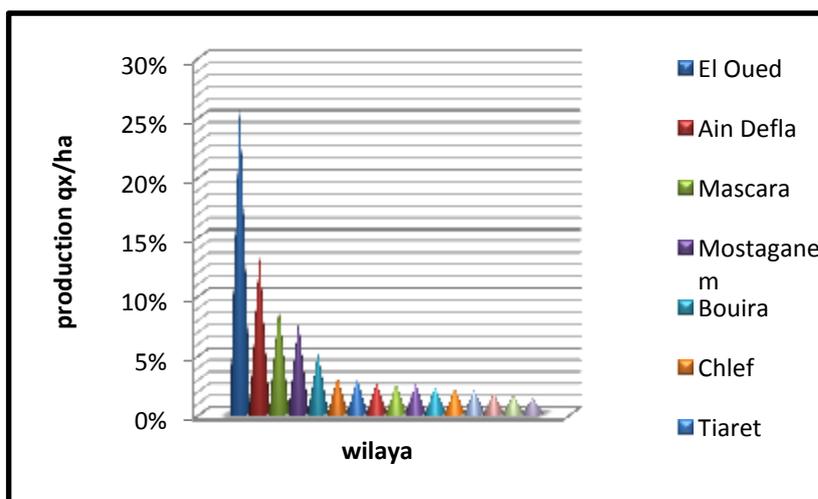


Fig. 02 : Production de la pomme de terre au niveau national (DSA, 2011).

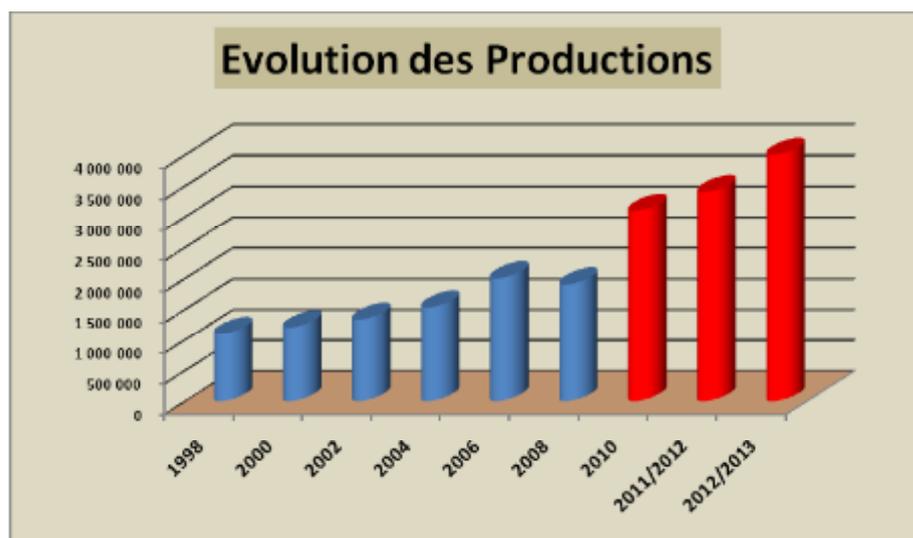


Fig. 03 : Evolution de la production de la pomme de terre en Algérie (1998 /2013) (Ministère de l'Agriculture, 2013).

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

I.2.3. Dans la wilaya d'Ain Defla

I.2.3.1. Production

La wilaya de Ain Defla est connue par sa production abondante de pomme de terre, selon les données statistiques des services agricoles de la wilaya, elle couvre plus de 25% des besoins du marché national, c'est la première zone productrice au niveau nationale. La pomme de terre est cultivée selon deux type ; la saison et l'arrière saison. Les rendements les plus élevés sont ceux de la saison, ils oscillent entre 25 à 35 qx/ha (45 qx/ha en 2008-2009) (DSA Ain Defla, 2010).

Tableau 01 : Evolution de la production de pomme de terre (saison et arrière-saison) du 2001-2014 (superficie-production-rendement).

Campagne	Saison			Arrière-saison		
	Rendement (Qx/Ha)	Production (Qx)	Superficie (Ha)	Rendement (Qx/Ha)	Production (Qx)	Superficie (Ha)
2001-2002	278	1754000	6300	200	1335800	6679
2002-2003	363	2553840	7044	300	2003700	6679
2003-2004	256	1948160	7610	175	1399840	7979
2004-2005	232	1878680	8114	209	1934605	9263
2005-2006	246	1900000	7730	173	1300000	7500
2006-2007	210	1375600	6550	160	1300000	8100
2007-2008	329	3125000	9500	190	2101710	11050
2008-2009	378	3137330	8299	194	1610000	8300
2009-2010	312	2805500	9000	256	2400000	9360
2010-2011	35123	4140000	11787	271	2625000	9700
2011-2012	395	3544865	9865	241	2056816	8520
2012-2013	336	4479254	13313	265	2837055	10700
2013-2014	327	4217951	12900	264	3072310	11625

DSA d'Ain Defla, 2014)

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

I.2.3.2. Variétés cultivées

En Algérie les variétés inscrites au catalogue sont de l'ordre de 120 variétés dont les plus cultivées sont Spunta, Fabula, Nicola Diamant, Timate, Atlas (qui sont à peau blanche) et Bartina, Désirée et Kondor à peau rouge (DSA d'Ain Defla, 2014).

De point de vue production se sont les variétés rouge qui sont demandées par le producteur parce qu'elles présentent une grande facilité de stockage, des rendements plus élevés et une plus grande résistance à la sécheresse et au verdissement (ITCMI, 1989).

Tableau 02 : Les différentes variétés de Pomme de Terre plantées au niveau de la Wilaya d'Ain Defla

N°	Variétés	Couleur de la peau	Superficie occupée (%)	Rdt (qx/ha)	Conservation
1	Spunta	Jaune	85	550	Assez court
2	CKondor	Rouge	9	500	Assez court
3	Bratina	Rouge	2.5	500	Bonne
4	Désirée	Rouge	1.8	420	Bonne
5	Kuroda	Rouge	0.8	350	<u>Très bonne</u>
6	Amorosa	Rouge lisse.	0.4	450	Bonne
7	Atlas	Jaune	0.3	450	Moyenne
8	Daifla	Jaune lisse.	0.2	430	Bonne
9	Fabula	Jaune	0.1	450	Bonne
10	Florice	Jaune	0.1	450	Assez bonne
11	Sarpomira	Rouge	0.1	400	<u>Très bonne</u>
12	Ultra*	Jaune Claire	0.1	Très élevée	Bonne
13	Timat	Jaune	0.1	bon	Assez court
14	Rodeo	Rouge	0.03	Elevée à Très élevée	Assez bonne
15	Burren	Jaune	0.01	450	Bonne
16	Manitou*	Rouge	0.01	élevée	Bonne
17	Zafira *	Jaune	0.01	élevée	Bonne
18	Pekaro *	Rouge	0.01	élevée	Assez court

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

I.3. Morphologie et cycle végétatif de pomme de terre

I.3.1. Taxonomie

Selon BOUMIHK (1995), la position systématique de la pomme de terre est la suivante :

Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Gamopétales

Ordre: Polmoniales

Famille : Solanacées

Genre : *Solanum*

Espèce : *Solanum tuberosum* L.

I.3.2. Morphologie de la plante

La pomme de terre est une plante vivace qui se propage par multiplication végétative et qui est cultivée comme une espèce annuelle (Rousselle et *al.*, 1992).

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

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

I.3.3. partie aérienne

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

1.4.1.1 Tiges

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

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

1.4.1.2 Feuilles

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

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

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

1.4.1.3 Fleurs

Les fleurs de la pomme de terre sont disposées sur une inflorescence en cyme bipare, portée par un pédoncule plus ou moins long, fixé généralement au sommet de la tige. Elle est construite par 5 sépales, 5 pétales, 5 étamines, les fleurs ont des couleurs différentes blanches, bleutées, violacées et rouge-violacées la coloration des fleurs est en fonction des variétés (Grison, 1983).

1.4.1.4 Fruits

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

1.4.2 Système souterrain

Le système souterrain représente la partie la plus intéressante de la plante puisqu'on y trouve les tubercules qui confèrent à la pomme de terre sa valeur alimentaire. L'appareil souterrain comprend le tubercule mère desséché et des tiges souterraines ou stolons (Rousselle et Robert, 1996).

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

1.4.2.1. Racines

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

1.4.2.2 Stolons

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

1.4.2.3 Tubercule

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

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

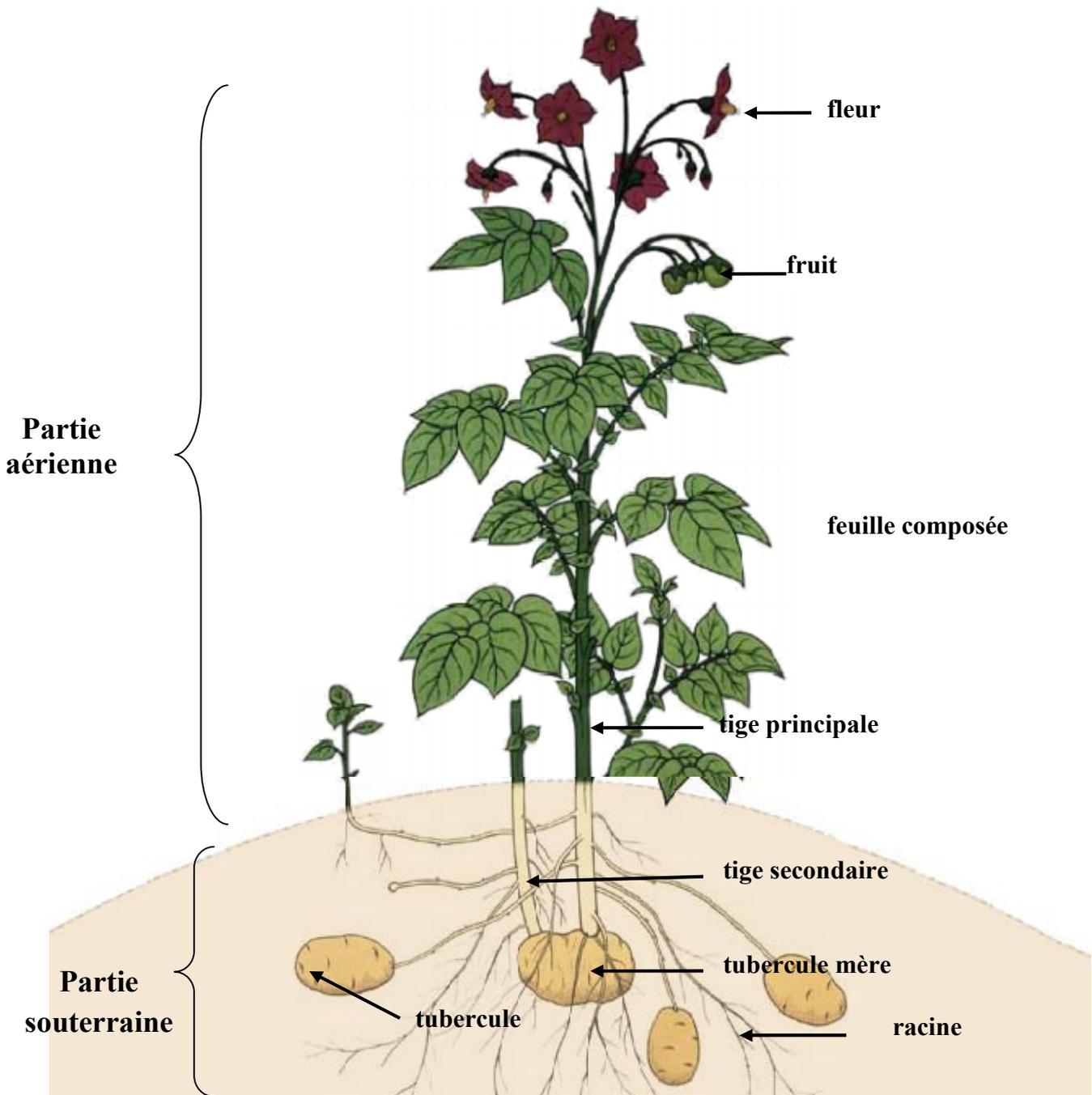


Fig. 04 : Plant de la pomme de terre (FAO, 2008).

I.5. Cycle végétatif de la pomme de terre

Selon (Soltner, 1988), la durée de cycle végétatif de la pomme de terre est très variable. A titre indicatif, elle est de 90-150 jours, elle dépend de l'état physiologique des tubercules qui sont plantés, de l'ensemble des facteurs agro climatiques et des variétés utilisées. Le cycle végétatif de la pomme de terre comprend plusieurs phases :

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

1.5.1 Germination

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

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

1.5.2 Levée

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

I.5.3. La tubérisation et la croissance des tubercules

Le tubercule est la justification économique de la culture de pomme de terre puisqu'il constitue la partie alimentaire de la plante et en même temps, son organe de propagation le plus fréquent. Ce phénomène de tubérisation commence d'abord par un arrêt d'élongation des stolons après une période de croissance. La tubérisation est réalisée dès que le diamètre des ébauches est le double de celui des stolons qui les portent. Outre les processus de multiplication cellulaire, le grossissement des ébauches de tubercules s'effectue par accumulation dans les tissus des substances de réserve synthétisées par le feuillage. Ce grossissement ralentit puis s'arrête au cours de la sénescence du feuillage (Bernhards ,1998).

I.5.4. Sénescence

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

3I.6. Exigences de la culture de la pomme de terre

I.6.1. Exigences climatiques

La pomme de terre est une plante rustique qui est susceptible de se développer dans des régions variées et dans des milieux forts différents mais sa préférence est aux conditions

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

écologiques assez précises, c'est sous le climat tempéré humide qu'elle réussit le mieux et assure les meilleures récoltes (Laumonier, 1979).

a. La température

La température optimale se situe entre 15.5° et 20°C. Le zéro de végétation de la pomme de terre est assez élevé 6 à 18 °C (Laumonier, 1979 ; Clement, 1989).

Au dessous de 10° C, la croissance est réduite et la partie aérienne de la plante gèle à 1° C. Au delà de 29°C, la tubérisation est inhibée (Laumonier, 1979).

b. L'humidité

La pomme de terre est une culture de la zone tempérée. Elle exige une humidité abondante et régulière. La plante a besoin de grandes quantités de pluies, parce que 95% de l'eau absorbée par les racines passent dans l'air par transpiration (Vanderzaag, 1980 in Nedjar, 2000).

Dans des meilleures conditions, la pomme de terre utilise 300 grammes d'eau pour former un gramme de matière sèche en période de forte tubérisation. C'est jusqu'a 80 m³ d'eau par hectare et par jour qui peuvent lui être nécessaires (Vanderzaag, 1980 in Nedjar, 2000)

c. La lumière

Une luminosité suffisante est nécessaire pour une bonne formation de la fécule, la migration et l'accumulation de celle-ci dans les tubercules seront favorisées par des écarts suffisants entre les températures de jour et de nuit (Darpoux et Dubelley, 1967).

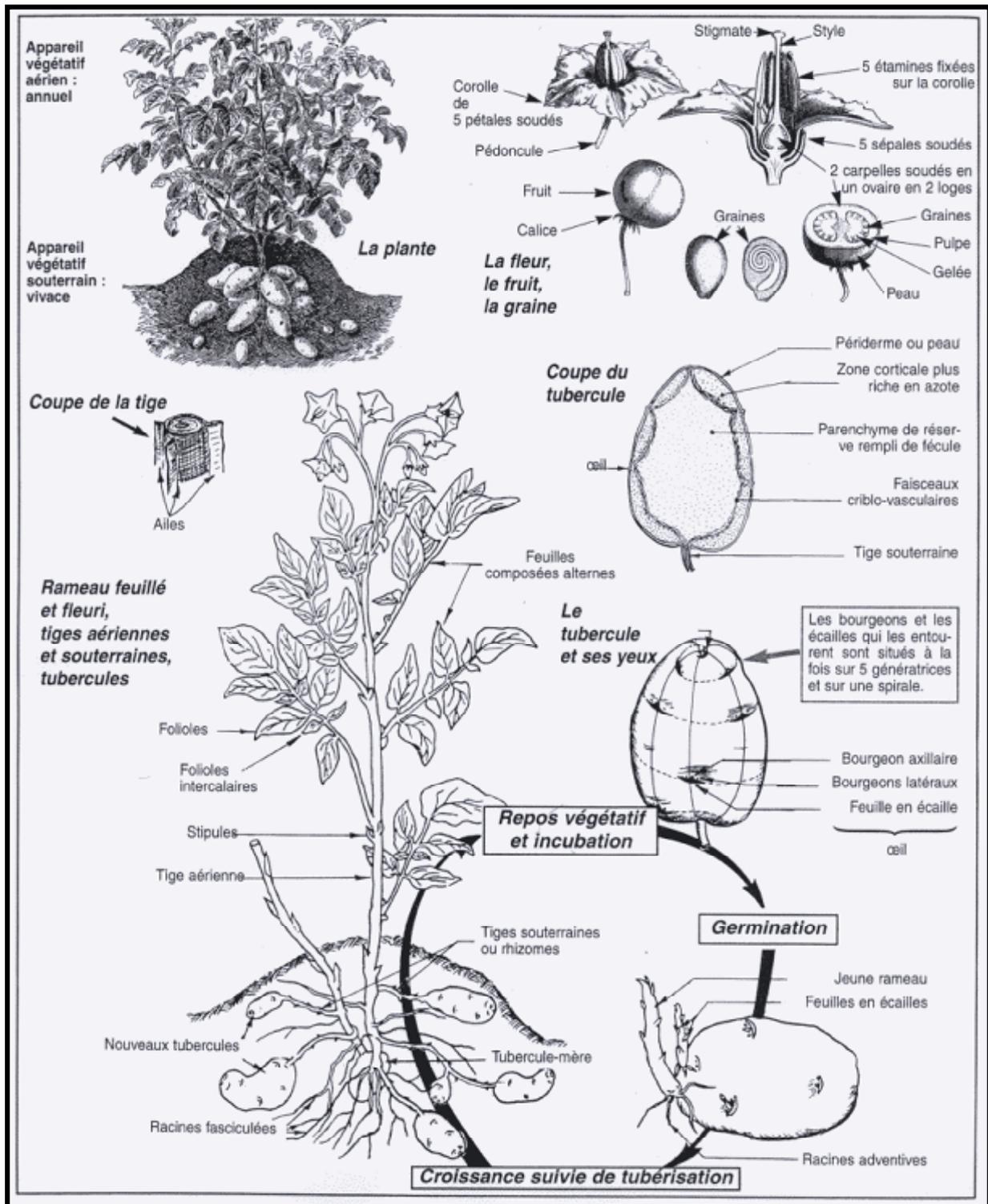


Fig. 05 : Cycle de développement de la pomme de terre (Soltner, 2005).

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

I.6. 2. Exigences pédologiques

a. Le sol

La pomme de terre préfère des terres meubles aérées mais fraîches. Les terres semi-légères silice-argileuses ou humifères et même les sols sableux lui conviennent parfaitement à condition que le climat soit assez humide (Soltner, 1988).

b. Le pH

Contrairement à d'autres cultures, la pomme de terre ne craint pas les sols acides. Elle préfère même les pH compris entre 5.5 et 6.5 légèrement acides (Darpoux et Dubelley, 1967). La nature du sol influe beaucoup sur la qualité des tubercules et sur les rendements.

c. La salinité

D'après Haverkorte et Moussaoui (1994), la pomme de terre est relativement sensible à la présence des sels dans les sols ou dans l'eau d'irrigation. La présence de 4 g de NaCl par litre d'eau peut engendrer une réduction de la production allant jusqu'à 50%. On peut réduire la salinité d'un sol en lessivant avant de cultiver la pomme de terre avec une eau d'irrigation ne contenant pas du sel (drainage).

I.7. Exigences hydriques

Après la levée, la pomme de terre est particulièrement sensible aux déficits et à l'irrégularité d'alimentation en eau. Les principales causes tiennent à la faiblesse naturelle de son système racinaire (Van Lon et Bouma, 1978 in Rousselle et *al.*, 1996).

-la profondeur correctement explorée par les racines dépasse très rarement 80 cm et n'est en moyenne que de 40 à 50 cm.

-des variations de pH dans le profil du sol diminuent la pénétration des racines.

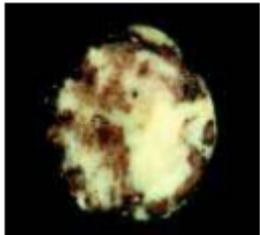
-le pouvoir de succion des racines est relativement bas et diminue lorsque les racines sont affectées par les maladies et les insectes (Rousselle et *al.*, 1996).

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

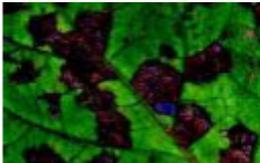
I. 8. Les ennemies de la culture de pomme de terre

I.8.1. Principales maladies

Tableau 03 : les principales maladies de pomme de terre (Soltner, 1979)

Nom du parasite	Organes touchés	Conditions favorables	Description des dégâts	Moyens de lutte
Mildiou <i>Phytophthora infestans</i>	Feuilles  Tiges, tubercules 	<ul style="list-style-type: none"> - Température entre 12 et 25°C. -Une forte humidité. -Une végétation dense. -Les sources d'inoculum. 	<ul style="list-style-type: none"> -Les symptômes sur feuilles sont des taches décolorées qui brunissent vite et s'entourent d'un halo jaune sur la face supérieure de la feuille (symptômes en œil de chat). Sur la face inférieure le pourtour nécrosé laisse apparaître des taches au feutrage blanc caractéristique. -Les symptômes sur tiges sont d'une nécrose brune violacée s'étend sur quelques centimètres. -Les symptômes sur tubercules sont des taches violacées brunâtres à l'extérieur. A l'intérieur taches de couleur rouille, de 	<u>Méthodes culturales :</u> <ul style="list-style-type: none"> -L'utilisation d'une semence saine est indispensable. -Eliminer les plantes malades. -Eviter l'excès d'azote. -lutter contre les mauvaises herbes. Butler soigneusement. -Détruire les fanes en cours d'attaque tardive brutale. <u>Méthodes chimiques :</u> traitement préventif uniquement. Pulvérisation de : <ul style="list-style-type: none"> -produits cupriques (sulfate de cuivre, oxyde de cuivre...)

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

			<p>forme diffuse.</p> <p>Il est très rare de voir des cavités se creuser car les parties atteintes restent fermes</p>	<p>produits organiques de synthèse (cuprede, manabe, phaltane, zinebe...) ou associations.</p> <p>- L'emploi d'un «adhésif» et la pulvérisation de la face inférieure des feuilles sont d'une grande importance.</p> <p>-Exemple d'un fongicide : Bravo.....2 litres par hectare</p>
<p>Alternarioses <i>Alternaria solani</i>, <i>Alternaria alternata</i></p>	<p>Feuilles Tubercules</p>  	<p>-Température 20 à 30°C et rosée pendant la nuit pour la contamination.</p> <p>-Alternance de périodes humides et ensoleillées.</p>	<p>-Les symptômes sur feuilles sont des taches marron, isolées, de taille variable, situées plutôt sur les feuilles du bas de la plante.</p> <p>Présence d'anneaux concentriques sur les grosses taches.</p> <p>-Les symptômes sur tubercules sont des pourritures brunes à noires, sèches, assez typiques en forme de dépression.</p> <p>-Contrairement au mildiou, L'alternarioses se manifeste en période peu humide et demande plus de chaleur.</p>	<p>-Les traitements préventifs contre le mildiou suffisent à éliminer l'alternarioses.</p> <p>-Eviter tous stress qui participent à l'accélération de la sénescence.</p> <p>- On peut combattre la maladie en assurant à la plante une croissance vigoureuse. Spécialement par irrigation et une fertilisation adéquates.</p>

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

<p>Rhizoctone brun <i>Rhizoctonia solani</i></p>	<p>Tiges Tubercules</p> 	<p>-Température optimale 18 à 25°C.</p>	<p>-Les symptômes sur racines et tiges souterraines on que les stolons et radicelles présentent des taches brunes profondes qui entraînent leur mort ou retardent leur croissance.</p> <p>Ils provoquent une difficulté d'alimentation hydrique des tiges et des tubercules, ce qui provoque le flétrissement de la tige.</p> <p>-Les symptômes sur tubercules sont des petites croutes noires.</p>	<p>-Comme les sclérotés subsistent longtemps dans le sol, on recommande de longues rotations avec des céréales et des graminées.</p> <p>-Apport de matière organique (fumier, engrais verts...).</p> <p>-L'utilisation de semence saine est indispensable et le traitement de la semence avec un fongicide homologué.</p>
<p>Verticilliose <i>Verticillium alboatrum,</i> <i>V. dahliae</i></p>	<p>Feuilles Tubercules</p>	<p>-Température chaud et sec prolongé.</p>	<p>Plaques de dimension variable, plantes ou rugueuses, noir mat, dures, fortement adhérentes à la peau.</p> <p>Mais aussi parfois des nécroses lenticulaires ou des petits bouchons liégeux.</p>	<p>Détruire les pieds malades en cours de végétation.</p> <p>-Eviter la succession de plantes sensibles : betteraves, tomates, tabac.</p> <p>-Conserver les plants par ventilation d'air froid qui stoppe l'évolution de la maladie dans le tubercule</p>

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

			<p>-Les symptômes sur feuilles se caractérise par un jaunissement, qui débute a la base de la plante et peut s'étendre asymétriquement, se limitant a un coté de la feuille ou de la plante qui cause le flétrissement de folioles.</p> <p>- Tubercules petits, flasques et ridés.</p>	
<p>Fusariose ou pourriture sèche <i>Fusarium coeruleum</i> et <i>roseum</i></p>	<p>Tubercules</p> 	<p>-Température optimale 15 à 25°C mais possible dès 5°C.</p>	<p>-Les symptômes sur tubercules ne sont visibles qu'au cours de la conservation ou après.</p> <p>Les tissus brunissent et se déshydratent. Les symptômes peuvent présenter des stries concentriques, parfois ornées de coussinets mycéliens blanchâtres. Lorsque l'on coupe le tubercule on peut voir une pourriture marron avec un mycélium blanc avec parfois une cavité interne.</p>	<p>-La fusariose est un parasite de blessures aussi il faut limiter au maximum les blessures lors de la récolte et de la manipulation des tubercules.</p> <p>-Il faut faciliter la cicatrisation par ventilation et en évitant les phases de condensation, éviter les chutes brutales de températures et éliminer les tubercules infectés.</p> <p>-Le traitement des semences avec un fongicide homologué est recommandé.</p>

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

<p>Gangrène <i>Phoma exigua var foveata</i></p>	<p>Tubercules</p>	<p>-Température optimale 5 à 20°C.</p>	<p><u>-Les symptômes sur tubercules :</u> Les tissus brunissent et se déshydratent. Les tubercules peuvent présenter des taches en « coups de pouces ». Lorsque l'on coupe le tubercule on peut voir une pourriture marron ou cavité interne. Le tubercule peut se dessécher et se « momifier ».</p>	<p>-Il faut limiter au maximum les blessures lors de la récolte et de la manipulation des tubercules. -Un défanage précoce. -Désinfecter les plants par trempage. -Il faut faciliter la cicatrisation par ventilation, éviter les phases de condensation et les chutes brutales de températures et éliminer les tubercules infectés.</p>
<p>GALE COMMUNE <i>Streptomyces scabies</i></p>	<p>Tubercules</p>	<p>-Température fraîche de 13 à 17°C et souvent une humidité excessive du sol.</p>	<p><u>-les symptômes sur tubercules :</u> Des lésions peuvent être superficielles et réticulaires, profondes ou en cratère ou encore protubérantes.</p>	<p>-Utiliser des variétés peu sensibles. -Une forte humidité du sol diminue la gravité de la maladie. - Éviter les engrais alcalinisants et les amendements calciques, juste avant la culture.</p>

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

<p>JAMBE NOIRE <i>Erwinia carotovora</i> <i>atroseptica</i></p>	<p>Feuilles Tiges Tubercules</p>	<p>- Une fort taux d'humidité.</p>	<p>- Les plantes malades présentent des lésions noires et humides qui progressent le long des tiges à partir d'un tubercule-mère atteint de pourriture molle. Les jeunes plantes sont généralement rabougries et possèdent un port érigé. Un jaunissement et un enroulement des feuilles vers le haut peuvent se déclarer, entraînant le flétrissement et la mort de la plante</p>	<p>- Eviter de planter dans des sols humides et limiter l'irrigation - Récolter a maturité - Les tubercules doivent être convenablement secs avant la conservation ou l'expédition.</p>
<p>POURRITURE ANNULAIRE <i>Clavibacter michiganensis ssp. sepedonicus</i></p>	<p>Feuilles Tubercules</p>	<p>Sous des climats plus frais avec des températures optimum entre 20 et 25°C.</p>	<p><u>Symptômes sur végétation</u> : Les attaques ne sont pas toujours visibles. L'apparition a plutôt lieu vers le fin du cycle et se traduit par un flétrissement des feuilles du bas et par une décoloration entre les nervures. - <u>Symptômes sur tubercules</u> : Coloration jaune brun des tissus vasculaires visible que lors de coupe de tubercules. Un exsudat bactérien crème</p>	<p>L'utilisation de plants certifiés est fortement recommandée. - Une hygiène rigoureuse de l'exploitation et de l'irrigation est nécessaire pour éviter toute propagation.</p>

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

			<p>peut apparaître au niveau de l'anneau vasculaire. En phase extrême, les tubercules se craquellent en surface et une cavité se forme à l'intérieur.</p>
--	--	--	---

I.8.2. Principaux ravageurs

Tableau 04 : les principaux ravageurs de pomme de terre

Nom du parasite	Organes touchés	Description des dégâts	Moyens de lutte
<p>Nématodes à galle <i>Meloidogyne</i> spp.</p>	<p>Feuilles Racines Tubercules</p>	<p><u>- Symptômes sur végétation :</u> Foyer à végétation plus faible (ronds dans la parcelle). Nanisme des plantes. Feuillage de la base se fane et prend le long de la tige. Les folioles du haut de la plante s'enroulent.</p> <p><u>- Symptômes sur tubercules :</u> Nécrose internes sur les tubercules, galles sur les racines. Déformation de tubercule.</p>	<p>-Traitement du sol avec des nématicides ou des fumigants, la rotation des cultures et la jachère.</p> <p>-Les cultures particulièrement sensibles comme le coton, les haricots, la tomate, le manioc et les Cucurbitacées seront évitées.</p>

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

<p>Nématodes à kystes <i>Globodera</i> sp</p>	<p>Feuilles Racines Tubercules</p>	<p><u>-Symptômes sur végétation :</u> Foyers à végétation plus faible (ronds dans la parcelle). Nanisme des plantes. Feuillage de la base se fane et prend le long de la tige. Les folioles du haut de la plante s'enroulent. Mort prématurément des plantes. Chevelu racinaire hérissé. Présence de kystes blancs à marron sur les racines pendant la tubérisation.</p>	<p>- De longues rotations de 7 ou 8 ans peuvent être nécessaires pour réduire les populations. -La fumigation est en partie efficace. Certains nématicides augmentent le rendement de la récolte en protégeant la jeune plante, mais, au fur et à mesure que les plantes vieillissent, elles peuvent héberger de grandes populations de nématodes (Gay, 2007).</p>
<p>Pucerons (Environ 70 espèces responsables de symptômes) <i>Myzus persicae</i> et autres Aphidae</p>	<p>Feuilles Tubercules</p>	<p><u>-Symptômes sur végétation :</u> Provoque des piqûres sur la face inférieure des folioles. On observe des déformations diverses des feuilles (mosaïques, nécroses enroulement etc.) et écoulement de miellat. <u>-Symptômes sur tubercules :</u> Certains pucerons transmettent le virus (YNTN), responsable de nécroses en formes de taches annulaires liégeuses pouvant atteindre les 5 mm de profondeur.</p>	<p>- Il faut établir les traitements aux insecticides d'après les observations faites sur les populations de pucerons. On pulvérise les feuillages avec des insecticides organophosphorés systémiques ou bien on applique des carbamates systémiques en liquides ou granulés au moment de la plantation (Bruyer, 2008).</p>

Chapitre I : Généralités sur la culture de pomme de terre

<p>Taupins <i>Agriotes</i> sp.</p>	<p>Feuilles Tubercules</p>	<p>- <u>Symptômes sur végétation</u> :</p> <p>Les dégâts sur les feuilles et les pétioles se présentent sous forme de perforations. Les insectes ont peu d'action sur le développement végétatif de la pomme de terre.</p> <p><u>Symptômes sur tubercules</u> :</p> <p>Ils se nourrissent de la chair des tubercules en y perçant des galeries, préjudiciables à la présentation de la pomme de terre.</p> <p>Les dégâts s'observent en particulier après des précédents favorables et avec la simplification des techniques culturales.</p>	<p>-Rotations longues. -Récolte précoce. -Traitements insecticides par un traitement de sol en plein ou localisé dans la raie de plantation. -Les travaux des sols peuvent être efficaces surtout sur la période des pontes.</p>
<p>Teigne <i>Phthorimea operculella</i></p>	<p>Feuilles Tubercules</p>	<p>-<u>Symptômes sur végétation</u> :</p> <p>Les dégâts sur les feuilles et les pétioles par perforations et forage de mines pouvant affaiblir les plantes.</p> <p>On observe un feutrage gris à la surface des lésions.</p> <p>-<u>Symptômes sur tubercules</u> :</p> <p>Les chenilles creusent des galeries dans les tubercules tapissés de fil de soie et les excréments noirâtres sont rejetés vers l'extérieur.</p> <p>D'autres pathogènes peuvent s'installer dans ces galeries et entraîner des pourritures de tubercules.</p>	<p>- De bonnes méthodes de lutte sont les suivantes : rotation des cultures, utilisation de semences non-infectées, plantation profonde, un bon buttage, une bonne irrigation, une lutte contre les mauvaises herbes et toujours garder propres le champ et l'entrepôt (Bruyer, 2008)</p>

(Anonyme, 1979; Soltner, 1979; Gay, 2007 ; Bruyer, 2008)

Chapitre II: Généralités sur les nématodes à kystes Globodera de la pomme de terre

II. Quelques données sur les nématodes à kyste *Globodera* la pomme de terre

Les nématodes à kystes de pomme de terre, *Globoderarostochiensis* et *Globoderapallida*, sont les nématodes les plus menaçants pour la production de la pomme de terre dans le monde entier. S'ils restent incontrôlés, ces nématodes sont capables de causer de lourdes pertes aux rendements de la pomme de terre. Ils ont une remarquable capacité à survivre à des mauvaises conditions. Ainsi, ils font l'objet d'une réglementation stricte de quarantaine dans de nombreux pays (Ritter, 1971 ; Chauvin et *al.*, 2008) .

II.1.la systématique du nématode

D'après Poignat (1951) in Belhadj Benyahia (2007), les nématodes à kystes de la pomme de terre se classent comme suit :

Embranchement :Némathelminthes

Classe :Nematoda

Sous classe :Secsrnentea

Ordre :Tylenchidea

Super famille :Tylenchoidea

Famille :Heteroderea

Sous famille :Heteroderinae

Genre : *Globodera*

Espèce : *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*

II.2.Principales espèces de *Globodera*

❖ Notes sur la taxonomie et la nomenclature:

En 1973, une nouvelle espèce de nématode doré de la pomme de terre (*Heterodera pallida*) a été décrite (Stone, 1973a). Précédemment, la plus grande partie des signalements et des informations techniques concernait *H. rostochiensis sensu lato*, qui comprenait les deux espèces; c'est pourquoi il n'est pas toujours possible de déterminer à quelle espèce il est fait référence dans des publications anciennes. Pour les nématodes dorés de la pomme de terre et les espèces apparentées ayant des kystes globulaires, Skarbilovich (1959) a créé un sous-genre *Globodera* qui a ensuite été élevé en genre par Behrens (1975).

Chapitre II: Généralités sur les nématodes à kystes Globodera de la pomme de terre

❖ *Globoderarostochiensis*

Nom: *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens

Synonyme: *Heterodera rostochiensis* Wollenweber

Noms communs: Kartoffel nematode (allemand)

yellow potato cyst nematode, golden potato cyst nematode, golden nematode (anglais)

nemátodo dorado (espagnol)

nématode doré de la pomme de terre (français) (OEPP, S.D.)

❖ *Globoderapallida*

Nom: *Globoderapallida*(Stone) Behrens

Synonymes: *Heterodera pallida* Stone

Heterodera rostochiensis Wollenweber *inpartim*

Noms communs: white potato cyst nematode, pale potato cyst nematode (anglais) nématode

blanc de lapomme de terre (français) (OEPP, S.D.)

II. 3. Origine

Le centre d'origine de ces deux espèces se trouve dans la chaîne des Andes en Amérique du Sud. Elles furent introduites en Europe sur des pommes de terre au milieu du 19^{ème} siècle probablement. A partir de l'Europe, ces nématodes furent disséminés avec des pommes de terre de semence vers d'autres régions (O.E.P.P., S.D).

II.4.Répartition géographique des nématodes à kyste

II.4.1. Dans le monde

Le nématode a kyste « *Globodera* sp. », est présent dans plusieurs pays du monde comme l'Algérie, Egypte, L'Afrique du sud et les pays d'Europe (Autriche, Belarus, Espagne et France ...), sauf la Turquie. Et autres pays comme (Japon, Brésil, Etats-Unis, Australie...).La répartition actuelle comprend les zones tempérées jusqu'au niveau de la mer et les zones tropicales à des altitudes supérieures (O.E.P.P., S.D).

D'après Chauvin et *al.* (2008), la dissémination des nématodes *Globodera* à travers le monde a suivi la diffusion de la culture de la pomme de terre et leur présence est signalée actuellement sur tous les continents. La figure 6 présente la répartition géographique de *Globodera* dans le monde

Chapitre II: Généralités sur les nématodes à kystes Globodera de la pomme de terre

D'après Chauvin et *al.* (2008), la dissémination des nématodes *Globodera* à travers le monde a suivi la diffusion de la culture de la pomme de terre et leur présence est signalée actuellement sur tous les continents. La figure 6 présente la répartition géographique de *Globodera* dans le monde.

Chapitre II: Généralités sur les nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre

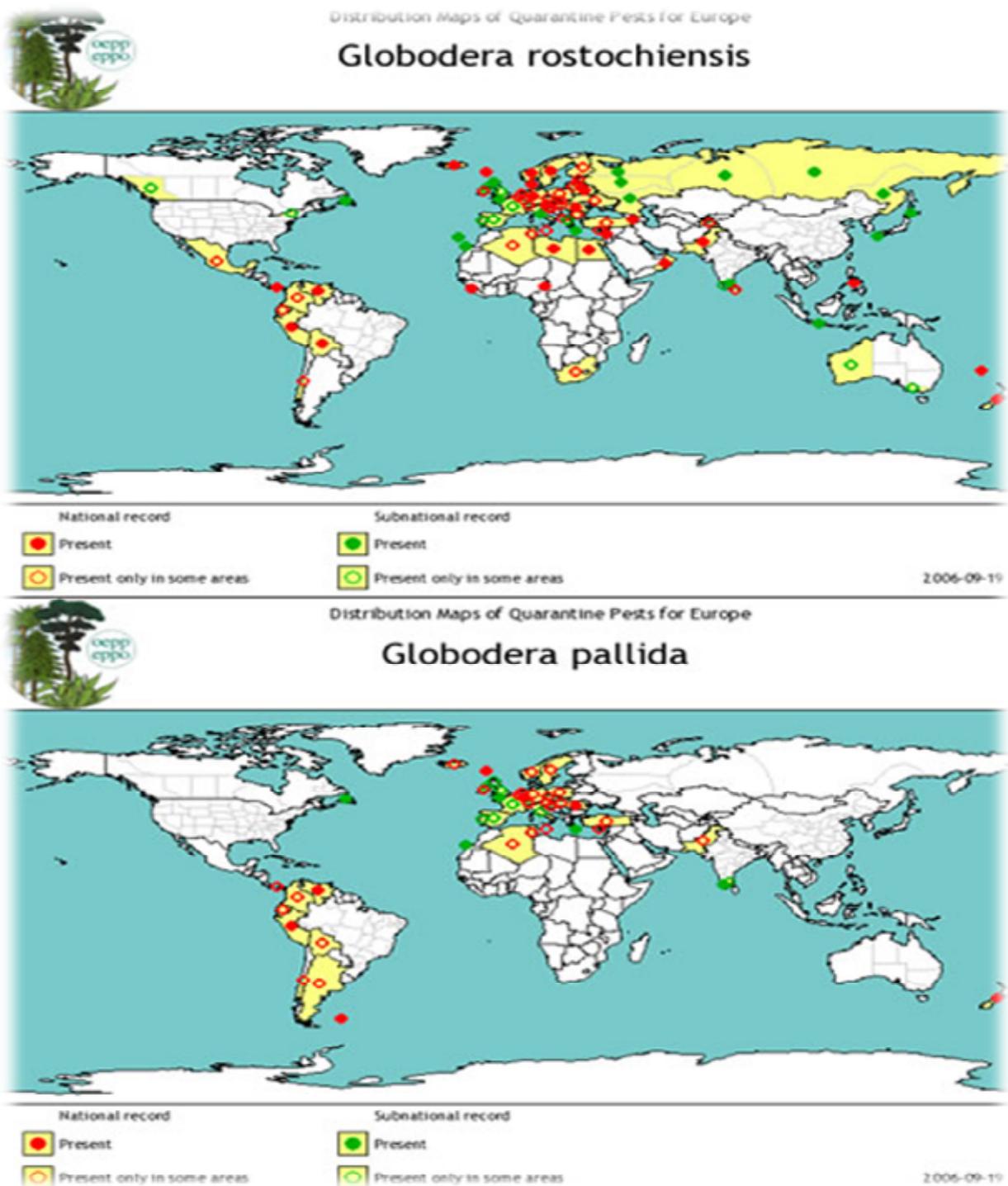


Fig. 6: Répartition géographique des *Globodera* dans le monde (O.E.P.P., 2006).

Chapitre II: Généralités sur les nématodes à kystes Globodera de la pomme de terre

II.4.2. En Algérie

Ce nématode a été découvert pour la première fois en 1953 suite à l'introduction des semences de pomme de terre d'origine britannique à la fin de la Deuxième Guerre mondiale. Une année après, il a été signalé dans le littoral algérois. En 1961, les surfaces contaminées se sont étendues très rapidement touchant 33 communes aux environs d'Alger. Après, il a été disséminé dans plusieurs wilayas du pays dont les plus importantes sont Ain Defla, Tipaza, Chlef, Mascara et Sétif (I.N.P.V., 2011) (fig. 7).

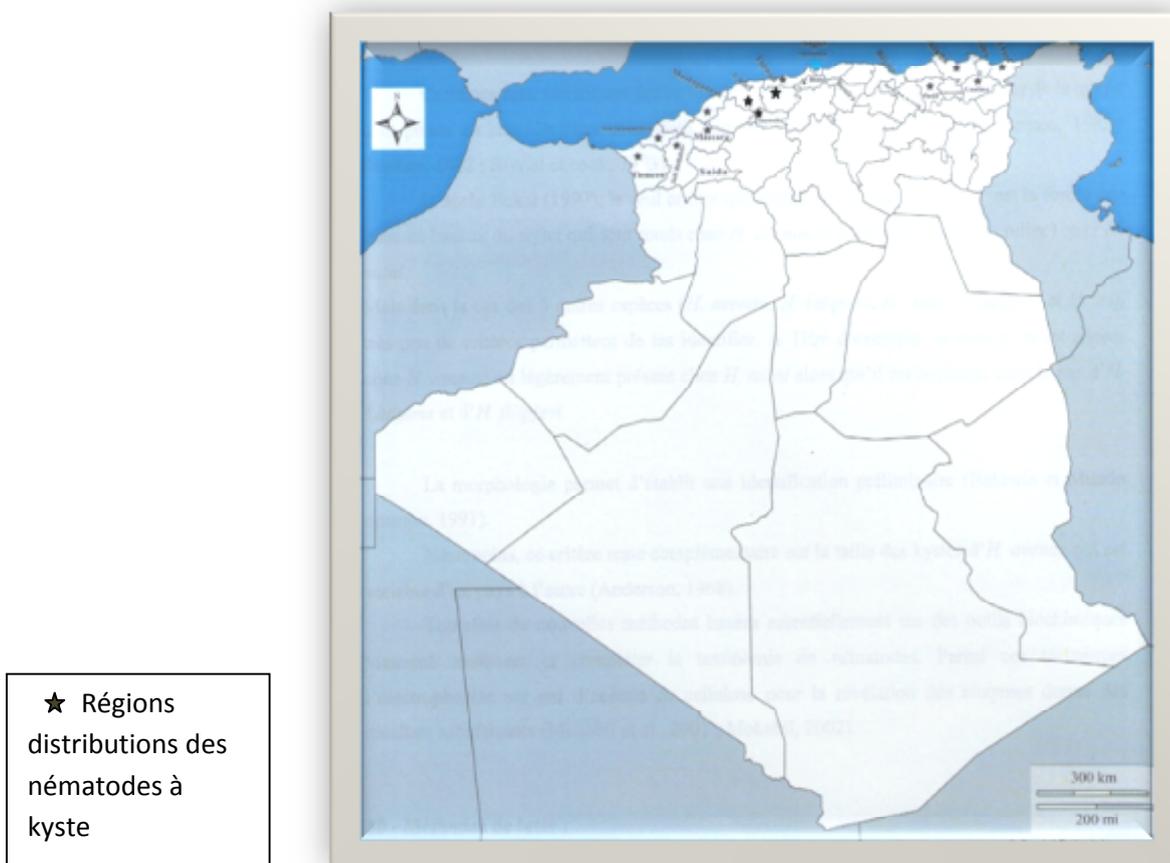


Fig. 7 : Distribution géographique des nématodes à kyste « *Globodera* » en Algérie. (Daniel Dalet/d-maps.com).

Chapitre II: Généralités sur les nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre

II.5. Morphologie des nématodes à kystes *Globodera*

Les nématodes *Globodera rostochiensis* et *Globoderapallida* sont des endoparasites sédentaires des racines, caractérisés par un dimorphisme sexuel des adultes (Schneider et Megniery, 1971).

II.5.1. Les mâles

Les mâles sont de forme allongée atteignant 1mm de longueur (Bonnemaison, 1962) (Fig.8).

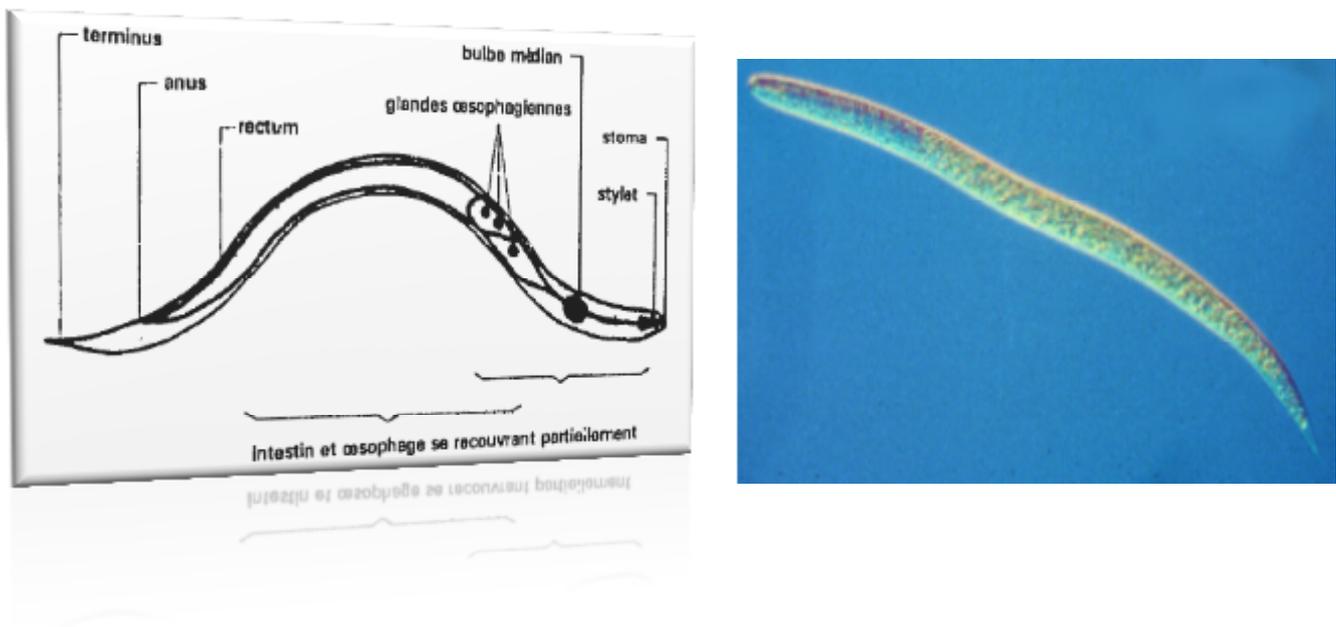


Fig.08: Adulte mâle d'un nématode à kyste de la pomme de terre (ITCMI, 2006)

II.5.2. Les femelles

Les femelles sont sphériques avec un cou qui contient l'œsophage et les glandes associées ; leur diamètre est de 450µm environ. (Golden et al., 1972 ; Stone, 1973a,b) de couleur jaune puis brune pour *Globoderarostochiensis* et blanche puis brune pour *Globoderapallida* (Pickup et Hockland, 2002) (Fig.09).

Chapitre II: Généralités sur les nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre

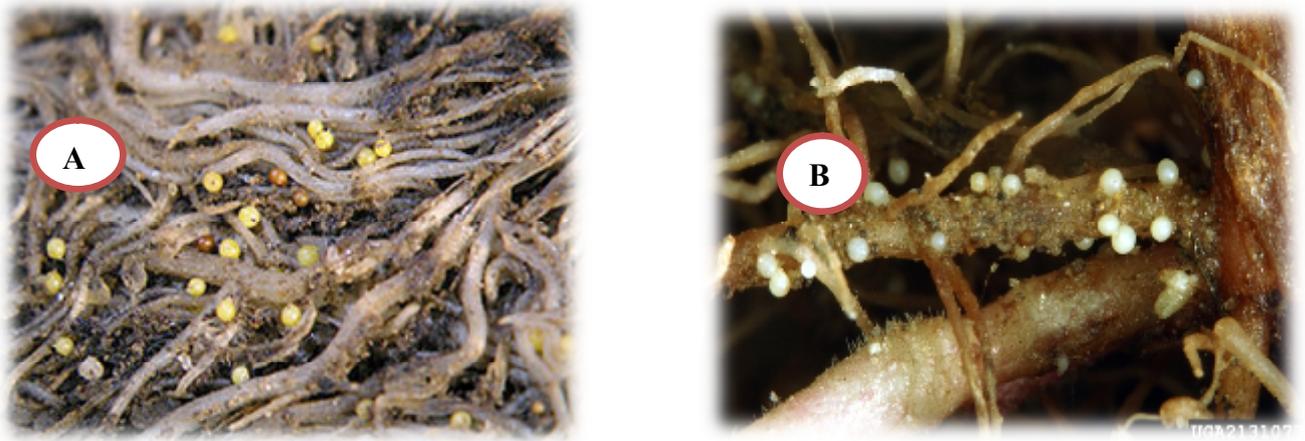


Fig. 09 :A : Femelles matures de *Globodera rostochiensis* (A) et *Globodera pallida* (B)(USDA ARS 2008 ; SAE,2006).

II.5.3. Le kyste

A maturité, le corps de la femelle se gonfle et se transforme, après fécondation en sacs sphériques, résistants, de couleur brune rouge appelés kystes de 0,3 à 0,9 mm de diamètre. Une protubérance en forme d'épingle correspond à la tête qui était attachée à la racine de la pomme de terre (Richardet Sawyer, 1972)(Fig.10).



Fig. 10 : Kystes de *Globoderasp.* (Bélaïr et Laplante, 2007).

Chapitre II: Généralités sur les nématodes à kystes Globodera de la pomme de terre

II.5.4. La larve

Le deuxième stade larvaire du nématode à kyste de la pomme de terre a une morphologie caractéristique. Ce stade, qui ne peut être étudié qu'à l'aide d'un microscope, ressemble typiquement à un ver rond allongé filiforme avec deux extrémités effilées et annulaires. La longueur du corps est comprise entre 440 à 470 μm (Schneider et Mugniery, 1971) (Fig. 11).



Fig. 11 : Larve du deuxième stade (Hodda et Lawrence, 2009)

II.6. Cycle biologique de nématode à kyste *Globodera*

La biologie de *Globoderarostochiensis* et de *G. pallida* est pratiquement identique. Parasites obligatoires, ils vivent au dépend des tissus qu'ils colonisent. La pomme de terre est leur principale plante hôte (Chauvin et *al.*, 2008).

Les exsudats des racines de Solanacées provoquent une éclosion des larves situées dans les kystes. Les larves de 2^{ème} stade pénètrent dans les racines puis se développent pour donner des adultes après la mue du quatrième stade. Les mâles filiformes fécondent les femelles qui deviennent très grosses et font éclater l'épiderme, apparaissant alors sur les racines sous forme de petites boules. Ces femelles renflées contiennent plusieurs centaines d'œufs. Le cycle est de l'ordre de 4 semaines à la température favorable de 20°C. Les femelles meurent leurs parois brunissent et durcissent pour donner des kystes qui se détachent alors des racines. Le kyste est un organe de résistance car il contient les œufs pouvant rester viables pendant plusieurs années.

Chapitre II: Généralités sur les nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre

Ily 'a 500 œufs en moyenne par kyste. A ce moment les kystes se détachent de la surface de la racine et se retrouvent dans la terre, où soit éclosent immédiatement pour attaquer la culture, soit demeurent dormants pour jouer le rôle de source d'inoculum pour les cultures futures (Stelter, 1971 ; Stone, 1973 ; Jones et Jones, 1974). La figure 12 présente le cycle biologique des nématodes à kystes *Globodera*.

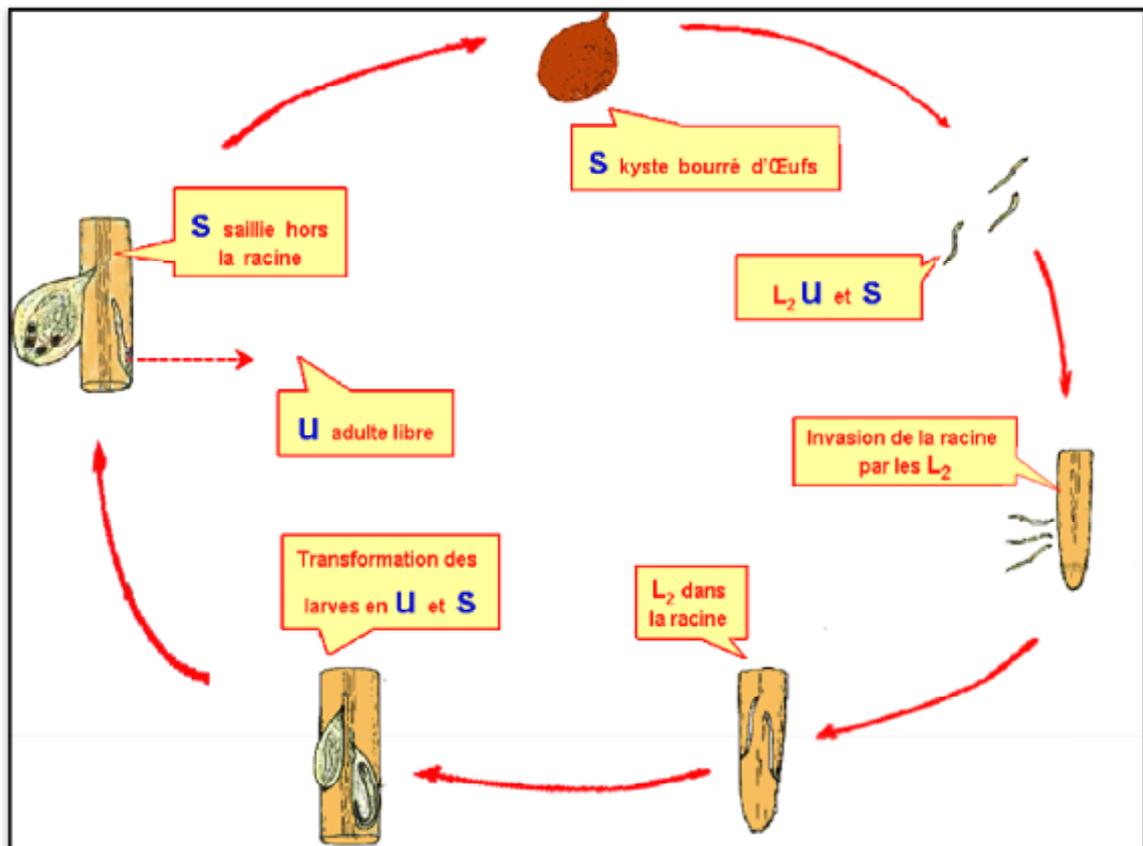


Fig. 12 : Cycle biologique de *Globodera* sp. (I.N.P.V, 2009).

II.7. Les plantes hôtes

La pomme de terre est très nettement la plante-hôte la plus importante. La tomate et l'aubergine sont également attaquées. D'autres *Solanum* sp. et leurs hybrides peuvent aussi être des hôtes de ces *Globodera* sp.

Certains se reconnaissent par leur incapacité pratiquement totale à se multiplier sur des cultivars de pommes de terre spécifiques (résistance monogénique); par exemple, les cultivars résistants de pomme de terre les plus couramment utilisés (résistance basée sur le gène *H1* issu de clones de *S. tuberosum* sub sp. *andigena*) sont résistants au Ro1 de *G. rostochiensis* uniquement.

Chapitre II: Généralités sur les nématodes à kystes Globodera de la pomme de terre

D'autres pathotypes présentent différents niveaux de capacité à se multiplier sur différents cultivars (Mugniery *et al.*, 1989).

II.8. Les dégâts causés par les nématodes *Globodera*

Les nématodes dorés de la pomme de terre sont les principaux ravageurs de la pomme de terre dans les régions tempérées ou froides. Aujourd'hui, cette situation est plus grave dans le cas de *G. pallida* car il y'a un manque de cultivars de pomme de terre disponibles dans le commerce résistant à cette espèce.

Les effets du nématode sont de plusieurs ordres :

Effets purement mécaniques d'abord ; du seul fait de leur pénétration et de leur progression dans les racines, les larves détruisent certaines cellules.

La visibilité des dommages causés par *Globodera* dépend de la population présente dans le sol. La diminution en taille et poids des tubercules au fil des ans constitue le symptôme le plus fiable de sa présence. On peut aussi apercevoir un flétrissement, jaunissement et même la mort des feuilles selon la concentration de nématodes dorés dans le sol.

Une perte économique due à la réduction du rendement de la culture. Cette perte sera plus importante s'il s'agit d'une variété qui ne présente aucune tolérance envers les pathotypes présents. L'importance de la perte de rendement est fortement liée au nombre de nématodes présents. Lorsque des foyers virulents sont présents (populations importantes suite à une monoculture de la pomme de terre), ces pertes peuvent atteindre les 80%.

La figure 13 montre une parcelle infestée par les nématodes dans la wilaya d'Ain Defla.



Fig. 13 : Parcelle infestée par *Globodera* sp. Dans la wilaya d'Ain Defla (I.N.P.V., 2009)

Chapitre II: Généralités sur les nématodes à kystes Globodera de la pomme de terre

II.9. La lutte contre les nématodes à kyste de la pomme de terre

Les nématodes à kyste, *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida* sont présents dans de nombreux bassins de production de pomme de terre où les dégâts sont parfois considérables. La lutte contre ces ravageurs est préventive dans les zones de culture indemnes, condition indispensable à la production de plants de pomme de terre (Anonyme, 1984).

En raison de l'importance de leurs dégâts commis dans certains pays, les nématodes dorés demeurent un sujet de préoccupation afin de sauvegarder les cultivars résistants. La combinaison des différents moyens de lutte présentés en fonction des situations devrait aboutir à la mise en pratique d'une véritable lutte intégrée en culture de pomme de terre de consommation (Chauvin et al., 2008).

II.9.1. Méthodes préventives

Il est important avant tout d'empêcher ou de limiter la multiplication du nématode et d'éviter la contamination des zones indemnes. Cela est rendu possible par la connaissance des exigences biologiques de l'espèce qui ont permis de pratiquer certaines techniques culturales pour la combattre, ces dernières consistent à :

- Contrôler les importations de plants de pomme de terre et en tant que ravageur de quarantaines, l'interdiction de la plantation de la pomme de terre est obligatoire sur les terrains infestés durant 5 ans, cette dernière est renouvelable ensuite de 3 ans (Mugniery, 1984).
- Utiliser des plantes et des semences saines en détruisant les débris des plantes atteintes et l'élimination des adventices (Dalmaso et Missonier, 1986).
- L'application d'une rotation judicieuse de cultures en se basant sur les relations hôte-parasite (Berge et al., 1971) ainsi, l'utilisation des plantes non hôtes diminue la population de 40% annuellement. Cependant, les variétés résistantes à la race A de *Globodera rostochiensis* ont une efficacité de 85%, aussi l'utilisation des variétés précoces de la pomme de terre peut assainir le sol en récoltant tôt (Mugniery et al., 1978) d'où l'utilisation des plantes telles que la moutarde blanche et les plantes hôtes comme plantes pièges à ce propos, Cayrol et Mahon (1939) estiment à trois, quatre ou cinq semaines selon la date de plantation et selon les conditions climatiques, la durée à ne pas dépasser pour telles plantes (Dalmaso et Missonier, 1986; Mugniery, 1978).

Chapitre II: Généralités sur les nématodes à kystes Globodera de la pomme de terre

- L'utilisation des cultivars résistants dans les rotations des cultures peuvent réduire le nombre des œufs au-dessous de 0,2 œuf/g de sol pour une densité initiale de 1 œuf /g du sol pendant deux ans successifs d'utilisation de cultivar résistant pendant trois ans de rotation, le même résultat peut être obtenu par l'utilisation de cultivar résistant pendant deux ans successifs et la troisième années avec l'avoine pour une densité initiale de 4 œufs /g de sol (Brodie , 1996).

II.9.2. Méthode curatives

Ces méthodes peuvent avoir pour but l'éradication du ravageur, ou bien la diminution des populations à un seuil économiquement tolérable.

II.9.2.1. La lutte physique

On sait actuellement que les agents physiques de lutte contre les nématodes sont nombreux. La chaleur, le froid, l'eau, l'irradiation, l'électricité, les ultra-sons et la pression osmotique ont été étudiés par divers auteurs et se sont parfois révélés intéressants dans des conditions particulières. En fait, pour beaucoup d'entre eux, les indications sont encore très limitées et il n'est pas pensable d'envisager leur emploi dans l'immédiat. La désinfection des sols et des plantes par la chaleur est par contre une pratique bien établie (Guany et Mirnaud, 1971).

○ La lutte par le froid

L'étude de la résistance des nématodes au froid a été entreprise sur quelques espèces de nématodes il y'a déjà longtemps mais nous n'avons en fait que peu d'informations sur l'utilisation possible de ce procédé (Guany et Mimaud, 1971).

Les mêmes auteurs rapportent que des expériences réalisées par Miller (1968) montrent que les endoparasites sont plus sensibles aux températures que les ectoparasites et pensent qu'un traitement rapide à très faible température ou une alternance de froid et de chaud seraient les meilleures solutions.

○ La lutte par la chaleur

Les nématodes comme toute la majorité des ennemis des cultures sont très sensibles à la chaleur et rares sont ceux qui survivent à des températures supérieures à 60°C. Aux environs de 65°C, le cytoplasme se coagule, mais la mort est effective à des températures plus faibles, sans qu'on en

Chapitre II: Généralités sur les nématodes à kystes Globodera de la pomme de terre

connaisse précisément la cause. La désinfection des sols par la chaleur utilise principalement la vapeur d'eau sous pression. La désinfection des plantes ou organes de multiplication contaminés s'effectue par trempage dans l'eau chaude (Guany et Mimaud, 1971).

o La lutte par irradiation

D'après Guany et Mimaud (1971), Les conséquences de divers rayonnement (rayons ultraviolets, X et gamma) sur la reproduction, la mobilité et la morphologie des nématodes ont été étudiées. Ces auteurs rapportent que Myers et Dropkin (1959), utilisant le cobalt 60 comme source d'irradiation sur onze espèces différentes, remarquent que la reproduction est stoppée dans un seul cas : la dose d'irradiation étant de 40000 röntgens. Une dose de 160000 röntgens fut nécessaire pour arrêter la multiplication de six autre espèces de nématodes.

II.9.2.2. La lutte chimique

La lutte chimique s'inscrit comme un moyen parmi d'autre destiné à réduire la population en place. Cela est assuré essentiellement par deux traitements.

A /Traitement des semences

Cette méthodes consiste à immerger les plantes dans un nématicides non fumigant pendant une seconde à une heure, cependant le niveau de contamination serait de 25% inferieur à celui des populations développées sur plants non traités (l'oxamyl à une concentration de 8 à 16 g de matière active par litre) (Hpstra et Harchagen, 1978 in Mugniery, 1983).

B/Désinfection du sol

Ce traitement est basé sur l'utilisation des fumigants, des produits organophosphorés et des carbamates très proches des insecticides. Ces dernier (Aldicarbs,Carbofurant, Oxamyl ...etc.) sont moins couteux et plus faciles à employer, agissent en inhibant la pénétration des nématodes dans les plantes hôtes donc ils sont surtout efficaces en la présence de ces dernières (Mugniery, 1983 et Dalmasso et Missonier, 1986).

II.9.2.3. La lutte biologique

La lutte biologique contre les maladies des plantes peut être conçue dans son sens large, de façon à utiliser toutes les possibilités de lutte en se basant sur :

Chapitre II: Généralités sur les nématodes à kystes Globodera de la pomme de terre

- La maîtrise des populations du ravageur.
- L'exclusion des ravageurs et l'autodéfense.
- L'écologie des micro-organismes vivants en association avec les plantes.

Ce qui donne aux chercheurs un vaste cadre conceptuel sur le contrôle biologique (Cook et Gabriel, 1990)

L'utilisation des agents biologiques ont prouvé leur efficacité contre *Globodera* sp. comme *Pseudomonas fluorescens* qui a pu réduire le nombre des juvénile (Conin, 1997) et *Pochonia hlamydosporea* qui a provoqué une diminution de multiplication de 48 à 51 % de population de *Globodera* spp. (Tobin et al., 2008). En 1980, un autre champignon ovicide qui pouvait parasiter les œufs de *Globodera pallida* a été mis en évidence, il s'agit de *Paecilomyces lilacinus* (Cayrol, 1983).

III.1. Présentation de la région d'étude

III.1.1. Situation géographique

Issue du découpage administratif de 1984, la wilaya d'Ain Defla se présente comme étant une zone relais entre l'Est et l'Ouest, le Nord et le Sud. Le territoire de la wilaya reste inséré entre les massifs montagneux du DAHRA ZACCAR au Nord et l'OUARSNIS au sud avec une plaine au centre sous forme de cuvette, traversée d'Est en Ouest par oued Chélif, cours d'eau d'une grande importance économique.

Elle est située à 145 km au Sud Ouest de la capitale. Elle s'étend sur une superficie de 4260 km² avec une population estimée au 31/12/2014 à **907832** habitants, soit une densité de 182 H/km². L'agriculture constitue la principale activité de ses habitants. La wilaya prend la première place dans la production de la pomme de terre dans le pays (DSA, 2014).

- **Limites géographiques de la wilaya**

La Wilaya d'Ain Defla est limitée géographiquement comme suit :

- **Au Nord** : Tipaza
- **Au Nord-est** : Blida
- **Au Sud** : Tissemsilt
- **A l'Est** : Médéa
- **A l'Ouest** : Chlef

La wilaya d'Ain Defla comprend 14 Daïra, qui regroupent 36 communes.

Notre travail est effectué dans les communes : Ain Defla, Djelida, El Amra, Bir Ould Khelifa, Sidi Lakhdar (Fig.14).

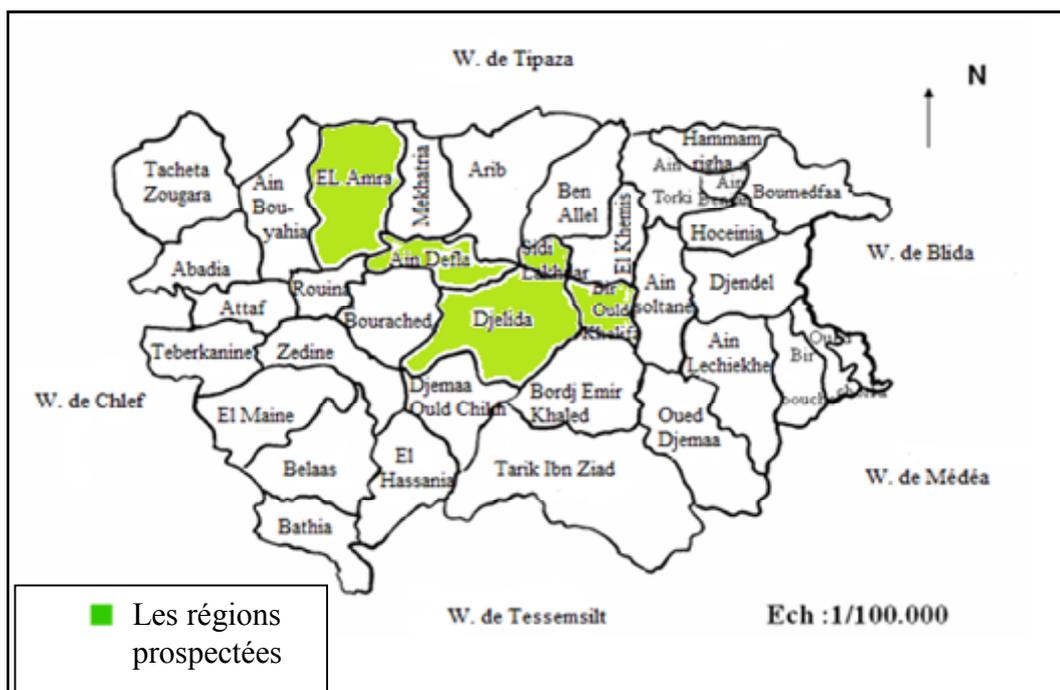


Fig. 14 : Localisation des stations d'étude.

III.1.2. Climat

La wilaya d'Ain Defla présente un climat méditerranéen semi-aride avec un caractère de continentalité très marqué et un écart de température de 20°C entre les températures du mois de Janvier et celle d'Aout. L'été s'étend sur 5 à 6 mois environ avec des masses d'air chaudes à partir du mois de Mai.

La pluviométrie reste variable et atteint 500 à 600 mm/an. Une série d'étages climatiques qui va du subaride au fond de la vallée au subhumide sur les reliefs. Ce type de climat perturbe sérieusement les campagnes agricoles. La figure 15 présente la répartition mensuelle de la pluviométrie durant l'année 2013.

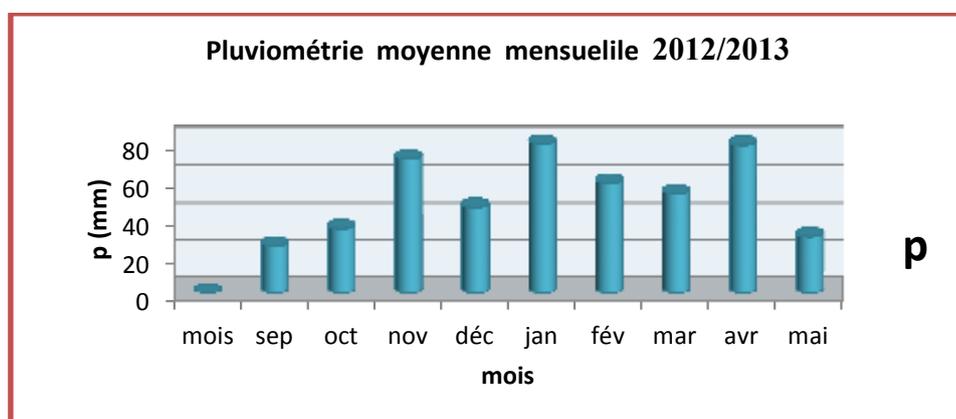


Fig.15 : Répartition mensuelle de la pluviométrie de l'année 2013.

III.1.3. Caractéristique du sol

Selon des études géologiques spécialisées, les sols de la wilaya sont, en général, lourds, meubles et fertiles. La perméabilité est faible et on note une battance importante d'où une mauvaise stabilité structurale. Les meilleurs sols sont répartis de part et d'autre de l'oued Chélif sur toute la vallée du Chélif avec une superficie globale d'environ 65 000 ha (D.S.A d'Ain-Defla, 2011).

On distingue une mosaïque de textures (tableau 6) à savoir:

- Sols limono-argileux.
- Sols argilo-limoneux.
- Sols calci-magnésiques.
- Sols fer-sialitiques.
- Sols sablo-limoneux.

Tableau 5 : Texture du sol dans les différentes communes de la wilaya d'Ain Defla.

Types de sols	Communes	Cultures	Elevages
Sols limono-argileux	El Attaf et Tiberkanine (avec un taux de sel élevé)-	Vigne, céréales, fourrages, Agrumes, pomme de terre	Bovins, ovins
Sols Limono-argileux	AinBeniane – Hoceinia – Boumedfâa – Techta – AinBouyahia – HamamRigha – Bourached – AinTorki	Rosacées, vigne, légumes secs, maraîchage, fourrage, céréales, pomme de terre Oléiculture.	Aviculture
Sols argilo-limoneux	Aribs- Sidi Lakhdar – Djelida- Ain Defla – Khemis – El Amra*- Djendel (en partie)	Agrumes, Pomme de terre, Rosacées, céréales, fourrages en irrigué.	Bovins, ovins, apiculture, pisciculture*
Sols calci-magnésique	AinChiakh- OuedDjemâa – TarikIbnZiad – DjemâaOuledChikh – Belâs – EL Maine – Bethia.	Rosacées, Figuier, céréales pastèques, melon	Apiculture
Sols fer-sialitiques	Zeddine** et Rouina** (** taux élevé) - EL Amra, EL Abadia (en partie)- Mekhatria (avec un	Artichauts, pomme de terre, céréales, Rosacées,	Bovins, ovins, aviculture,

	taux élevé en sable) - El Hassania – Miliana – Ben Allel.	Agrumes Cultures industrielles (betteraves)	Apiculture
Sols sablo-limoneux	BirOuldKhelifa – Bordj Emir Khaled – AinSoltane -	Maraîchers, Céréales, cultures industrielles, Figuier, Rosacées, oléiculture	Bovins, ovins, aviculture, Apiculture

(D.S.A. d'Ain Defla, 2011)

III.2. Etat d'infestation de quelques parcelles cultivées en pomme de terre par les nématodes à kystes du genre *Globodera* à la wilaya d'Ain Defla.

III.2.1. Objectif de l'étude

L'évaluation de l'état d'infestation de quelques parcelles par les nématodes à kyste du genre *Globodera* dans la région d'Ain Defla.

III.2.2. Choix des parcelles

Notre étude est effectuée au niveau douze parcelles, cultivées en pomme de terre, situées dans cinq communes qui sont parmi les plus productrices de la pomme terre dans la wilaya d'Ain Defla: Ain Defla, Djelida, El Amra, Bir Ould Khelifa et Sidi Lakhdar.

III.2.3. Analyse nématologique

L'analyse nématologique est nécessaire, elle permet une estimation quantitative des populations de nématodes présents dans le sol, ainsi que leur identification (Person-Derdy ver et Vacher, 1994 in haddadi, 1996). L'analyse nématologique comprend trois étapes :

- l'échantillonnage du sol.
- L'extraction.
- La récupération et le comptage des kystes.

III.2.3.1. Echantillonnage du sol

- **Matériel**
 - ❖ Tarière
 - ❖ Des sacs plastiques
 - ❖ Une pelle

❖ des étiquettes



Fig. 16: Echantillonnage du sol (original).

Méthode

L'échantillonnage est effectué au cours de la culture d'arrière saison (Compagne 2014-2015). La technique utilisée est celle de l'échantillon global (Merny et Luc, 1969) qui consiste à prendre dans différents points de la parcelle considérée (d'une superficie d'un hectare environ) des échantillons élémentaires qui vont être mélangés en un échantillon global pesant 2kg à partir duquel trois sous échantillons de 200g (répétitions) sont prélevés et analysés.. Cette technique permet de pallier à l'hétérogénéité de la répartition des nématodes dans une parcelle donnée. Trois parcelles sont prospectées dans chacune des communes étudiées.

L'échantillonnage est effectué à environ 20 cm de profondeur à l'aide d'une binette sur des parcelles portant la culture de pomme de terre.

L'échantillonnage est effectué à l'approche ou juste après la récolte. Il est recommandé de faire les prélèvements au niveau des zones qui sont immédiatement en contact avec le système racinaire

III.2.3.2. Conditionnement des échantillons et séchage du sol au laboratoire

Les échantillons sont mis dans des sachets en plastique portant des étiquettes où sont mentionnées les informations nécessaires (date de prélèvement de l'échantillon, la commune étudiée...) (Fig. 17). Après, le sol est étalé sur un journal dans une salle bien aérée pour se sécher (Fig.18).



Fig. 17: Conditionnement des échantillons (Original).



Fig.18 : Séchage du sol au laboratoire (Original).

III.2.3.3. Extraction des kystes

Nous avons procédé à l'extraction des kystes par la méthode classique décrite par FENWIK en 1949 sur l'appareil modifié par OOSTENBRICK en 1960 (Nachachin, 1971), qui consiste à faire sécher assez fortement l'échantillon de sol de sorte à ce que les kystes ayant perdu une partie de leur eau, leur densité diminue, deviennent capables de flotter sur l'eau et ainsi, on peut les extraire de l'échantillon du sol. Trois sous échantillons de 200g sont retenus pour l'analyse pour chaque parcelle.

- **L'appareil de Fenwick**

L'appareil de Fenwick (Fig. 19) est très utilisé dans l'extraction des kystes. Sa capacité d'extraction est de 72% pour le sable, 62% pour le sol sableux, 42% pour le sol argileux et 35% pour le sol limoneux avec un grand pourcentage de matière organique (Bellvert, 2008)

- **. Matériel**

- Appareil de Fenwick.
- Tamis de 250 μm de mailles.
- Tamis de 1 μm de mailles.
- Entonnoirs.
- Papier filtre.
- Erlenmeyer.
- Boîtes de Pétri.



1. Jet d'eau
2. Passoire
3. Entonnoir
4. Gouttière
5. Tamis de 250 μm

Fig.19 : Extraction des kystes (original).

III.2.3.4. Récupération de l'extrait et récolte des kystes

A-Récupération de l'extrait

- **Méthode**

La fraction retenue sur tamis de 250 μ m est nettoyée sous pression d'eau à l'aide d'un jet fin pour éliminer les particules de diamètre inférieur. Elle est ensuite récupérée sur papier filtre par un jet de pissette. Le filtre et son contenu sont alors mis à sécher naturellement à température ambiante (Fig.20).

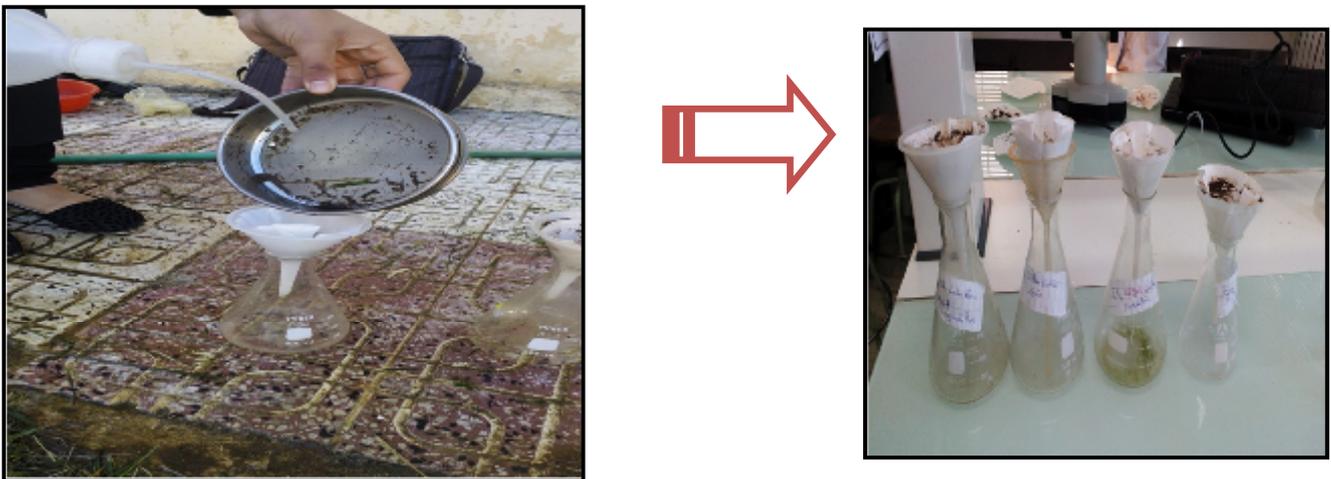


Fig. 20: Récupération de l'extrait (original).

B. Récolte des kystes

- **Matériel**

- une loupe binoculaire
- un pinceau
- des boîtes Pétri
- des étiquettes

- **Méthode**

La récolte des kystes s'effectue sous une loupe binoculaire au grossissement (G :X 2) à l'aide d'un pinceau (Fig. 21). Une fois récupérés, les kystes sont déposés dans une boîte de Pétri tapissée d'un papier filtre et portant des étiquettes où sont mentionnées les informations nécessaires concernant l'échantillon (zone de prélèvement, répétition, profondeur, date d'échantillonnage et date d'extraction des kystes) (Fig.22).



Fig. 21 : Récupération des kystes sous une loupe binoculaire (Original).



Fig. 22 : Boite de pétri contenant les kystes (original).

III.2.3.5. Dénombrement des kystes

Le dénombrement des kystes pleins et vides de *Globodera* se fait sous une loupe binoculaire. .

Quant on n'arrive pas à distinguer les kystes vides des kystes pleins sous la loupe. Les kystes sont placés individuellement entre lame et lamelle avec une goutte d'eau puis sont observés au microscope optique au grossissement (G : 10x10). Ainsi, les différents critères des kystes peuvent être observés à savoir la couleur, la forme et surtout la présence et l'absence des œufs à l'intérieur du corps de la femelle morte (Fig. 23).

Alors Les kystes pleins sont reconnus grâce à leur couleur foncée ou parfois claire, alors que les kystes vides sont identifiés par leur couleur claire qui par transparence, au contact d'une goutte d'eau apparaissent dépourvus des œufs ou des larves.

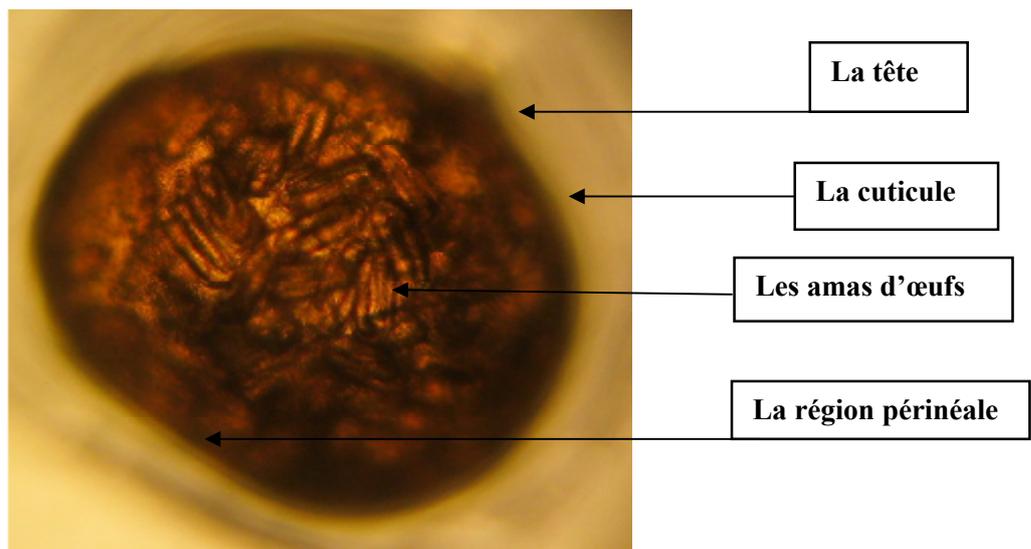


Fig. 23 : Kyste de *Globodera* plein d'œufs (Original).

III.2.3.6. Dénombrement des œufs et juvéniles contenus dans les kystes

Après avoir dénombré les kystes pleins et vides *Globodera*, on procède à l'écrasement des kystes pleins afin de dénombrer les œufs et les juvéniles qu'ils contiennent. L'écrasement de kyste se fait sous la loupe binoculaire à l'aide d'un scalpel puis on le vide de son contenu et on dénombre tous les œufs +les juvéniles libérés (Fig. 24).

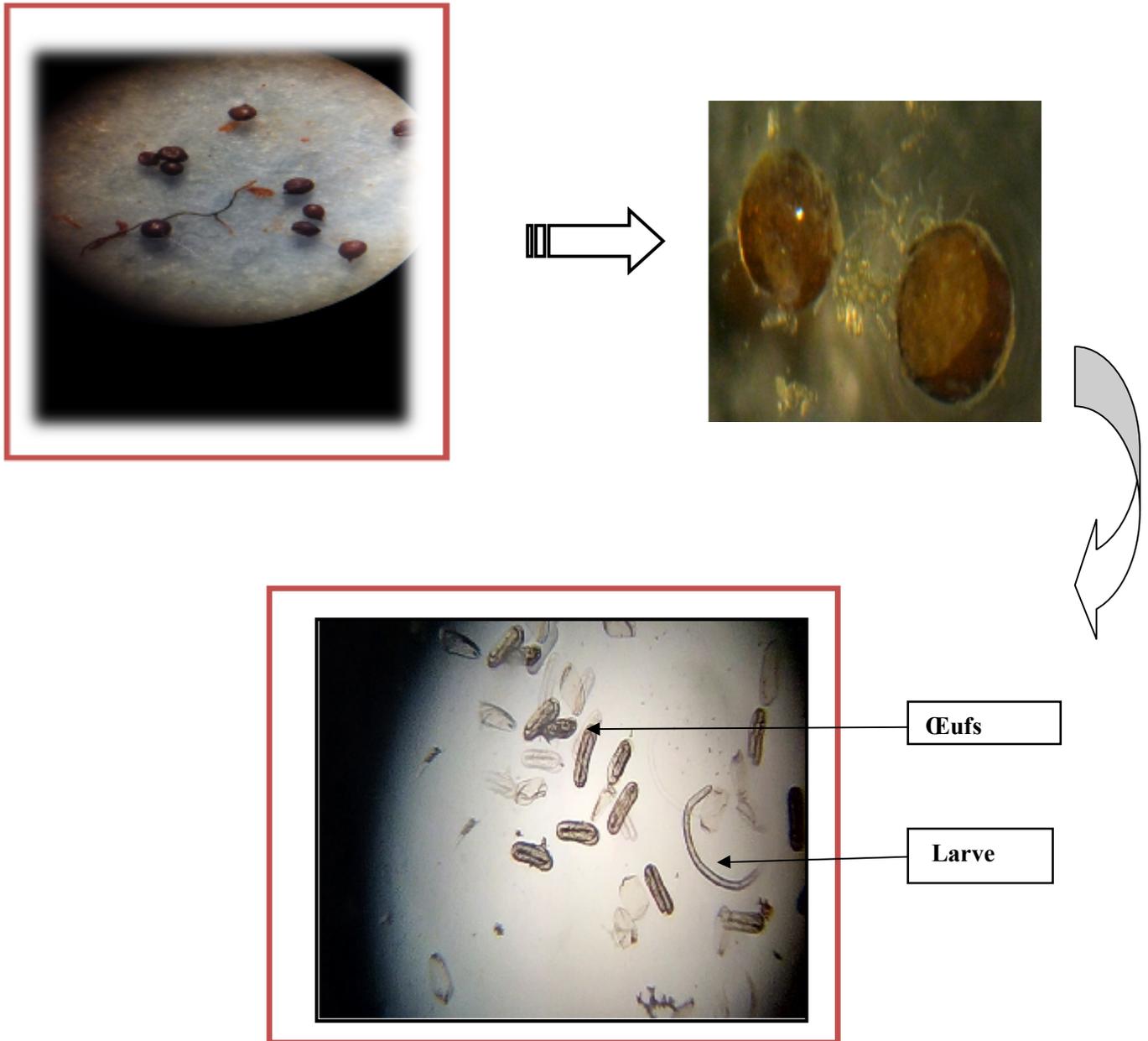


Fig. 24 : Ecrasement des kystes de *Globodera*.

III.2.3.7. Analyse statistique des résultats

Nous avons procédé à l'analyse de la variance avec un intervalle de confiance de 95% en utilisant le Logiciel Statistica version 6.2. Les variables étudiées sont : Nombre de kystes (pleins, vides et totaux) ainsi que le nombre d'œufs+juvéniles/g du sol

Nous avons aussi réalisé une classification hiérarchique ascendante des régions étudiées en se basant sur toutes les variables étudiées.

III.3. Enquête sur les nématodes à kystes du genre *Globodera* dans la région d'Ain Defla

III.3.1. Problématique

Les nématodes à kystes *Globodera* sont détectés dans plusieurs régions de la wilaya d'Ain Defla (Belhadj Ben Yahia, 2007 ; Mokhtari,2007 ; Bougar, 2010 ; Djebroune, 2011 ; 2013 ; Baloul,2012 ; Tirchi, 2015). Nous nous sommes posé des interrogations sur la connaissance de ces parasites et leur importance économique par les agriculteurs ensuite sur les mesures de contrôle par les services agricoles (Direction des services agricoles DSA).

Afin de connaître la réalité sur le terrain, nous avons jugé utile de réaliser une enquête qui vise à répondre à notre problématique qui se résume sur les points suivants :

- Etat d'infestation des parcelles cultivées en pomme de terre dans la wilaya.
- Impact de mode de conduite la pomme de terre par les agriculteurs sur les développements de ces nématodes.
- Connaissances des agriculteurs sur ces nématodes et leurs importance économique (vulgarisation agricole de ces parasites).
- Mesures de contrôle prises par les services spécialisés dans la protection de végétaux et les agriculteurs pour gérer ces nématodes.

III.3.2. Objectifs de l'étude

Le but de cette enquête est de contacter directement les agriculteurs et rencontrer des responsables des services spécialisés dans la lutte contre les ennemis des cultures et des afin de nous répondre aux différentes interrogations et tenter de résoudre notre problématique en analysant les données fournies par les agriculteurs enquêtés.

III.3.3. La méthodologie

Pour atteindre notre objectif, on doit prendre en considération la spécificité de la région, la vie socio économique et culturelle des agriculteurs. Les difficultés liées à l'agriculteur vis-à-vis de l'enquêteur, doutes envers certaines données et déclarations erronées, ...etc. L'autre difficulté rencontrée lors de la réalisation de cette enquête est l'inaccessibilité à certaines exploitations, ce qui rend la tâche de l'enquêteur dans certaines conditions.

III.3.3.1. Phase pré enquête

Les recherches bibliographiques et les entretiens auprès des agriculteurs, techniciens travaillant dans la région nous ont permis d'avoir une idée générale des exploitation de la région.

III.3.3.2. Enquête auprès des agriculteurs (responsables d'exploitation agricoles)

III.3.3.2.1. Choix de l'échantillon

Nous avons enquêté sur 25 exploitations agricoles. On utilise un certain nombre de critère pour assurer la représentativité de l'échantillon et en fonction de l'accessibilité aux exploitations agricoles :

- les exploitations sont situées dans différentes communes de la wilaya.
- les exploitations enquêtées sont réparties en différentes catégories (EAI, EAC, fermes pilotes, privés).
- les agriculteurs sont choisis.

III.3.3.2.2. Elaboration des questionnaires et collecte des données

Pour mener notre enquête, nous avons élaboré un questionnaire qui s'oriente aux agriculteurs et responsables des différentes exploitations agricoles. Ce dernier comporte quatre sections essentielles :

1. Présentation de l'exploitation : localisation, type d'exploitation, superficie de l'exploitation ainsi que la superficie totale de pomme de terre et niveau de technicité du gérant.
2. Caractéristique du site et mode de conduite de la culture : cette partie prend culture en place et les précédant cultural et toutes les techniques culturales (système de culture, variété, type d'irrigation...) qui peuvent influence sur le développement des ces parasites.
3. Connaissance des nématodes à kystes *Globodera* : la connaissance de nématodes par les agriculteurs et les responsables des exploitations agricoles ou ils ignorent leur existence. Les questions posé concernant l'appellation de ce nématodes (couleur, forme, symptôme). Et sur la réalisation d'analyse nématologique
4. Traitement utilisés contre les nématodes : la dernière partie concerne les déférentes méthodes de lutte de protéger ce type de culture (rotation, désinfection du sol, utilisation des nématicide, pesticides, amendement...)

III.3.4. Déroulement de l'enquête

La majorité des agriculteurs ont bien reçu le questionnaire. Cependant, quelques difficultés sont rencontrées avec certains agriculteurs qui refusaient de répondre à certaines questions.

III.3.5. Analyse des données recueillies

Sur la base des données recueillies sur le terrain, nous avons établi des histogrammes qui ont facilité l'analyse des résultats et ainsi nous avons pu avoir une idée générale sur ces parasites dans la région d'Ain Defla.

IV.1. Résultats

IV.1.1. Etat d’infestation de quelques parcelles par les nématodes à kystes *Globodera*

IV.1.1.1. Dénombrement des kystes de *Globodera*

Le nombre moyen des kystes pleins varie d’une parcelle à l’autre. Le plus élevé est observé dans la parcelle P1 d’Ain Defla (19,67 kystes pleins/200g du sol) suivi de la parcelle P1 de Djellida (7 kystes pleins/200g du sol). Dans les parcelles P2 et P3 d’Ain Defla, P3 d’El Amra et toutes les parcelles prospectées à Sidi Lakhdar et Bir Ould Khelifa, aucun kyste plein n’est collecté. Le nombre de kystes vides le plus élevé est enregistré dans la parcelle P1 de Djellida avec 36,67 kystes/200g du sol. Le nombre total de kystes le plus élevé est noté dans la parcelle P1 d’Ain Defla alors que dans la parcelle P3 d’El Amra, aucun kyste n’est collecté (ni vide ni plein) (Fig. 25).

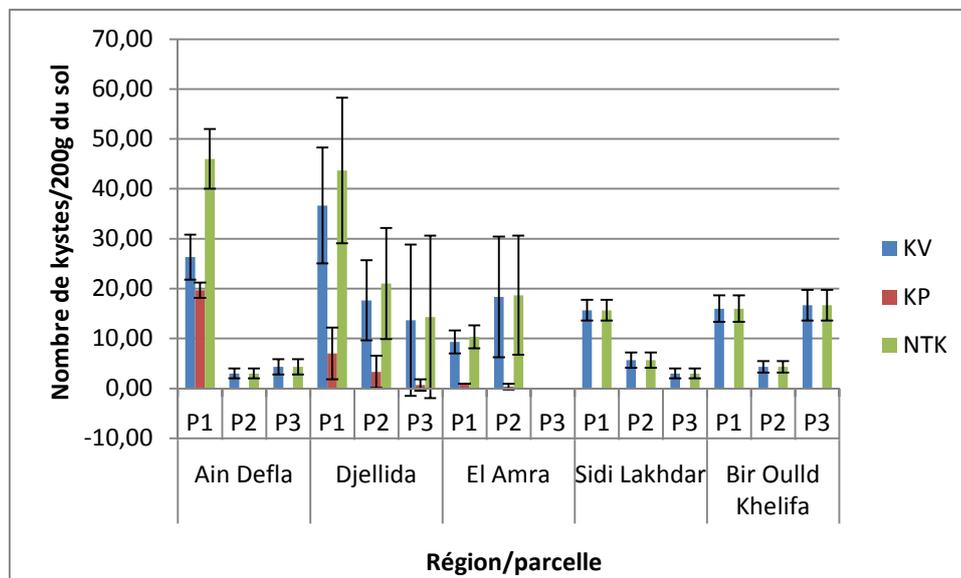


Fig. 25 : Nombres moyens de kystes (vides, pleins et totaux) de *Globodera* dans les parcelles prospectées.

IV.1.1.2. Degré d’infestation

Le degré d’infestation (estimé par le dénombrement des œufs+ juvéniles par gramme du sol) a dépassé le seuil de nuisibilité dans deux des quinze parcelles prospectées (P1 d’Ain Defla et P1 de Djellida). Le nombre d’œufs+juvéniles le plus élevé est noté dans la parcelle P1 d’Ain Defla (18,2 œufs+juvéniles/g du sol) suivi de celui de la parcelle P1 de Djellida (11,32 œufs+juvéniles/g du sol). Un degré d’infestation moins important est noté dans la parcelle P2 de Djellida (2,82 œufs+juvéniles/g du sol) et des degrés plus faibles sont obtenus dans la P3 de Djellida (0,29 œufs+juvéniles/g du sol) et dans P1 et P2 d’El Amra (0,60 et 0,07 œufs+

juvéniles/g du sol respectivement). Toutes les autres parcelles sont indemnes puisque tous les kystes qui y sont récoltés sont vides (ne contiennent aucun œuf ou larve) (Fig.26).

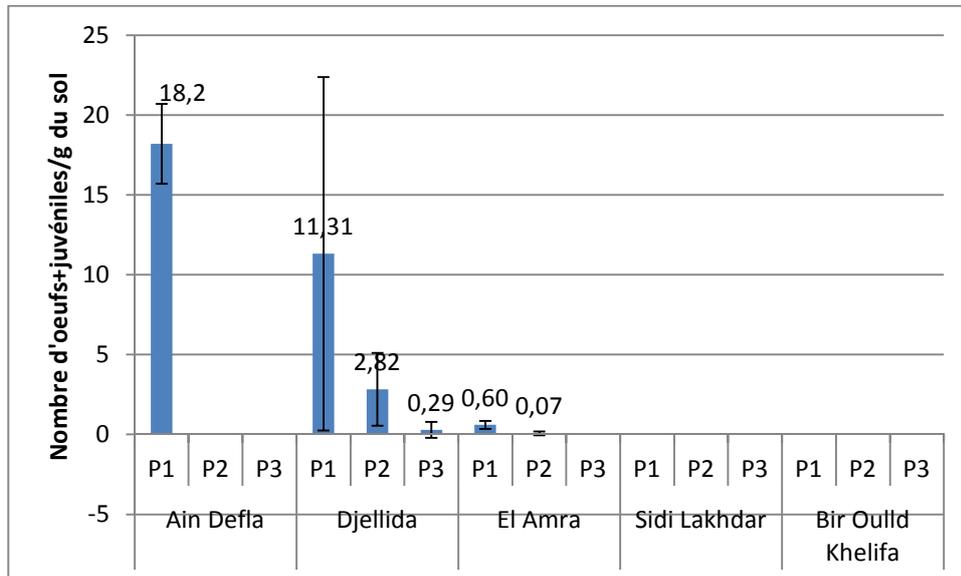


Fig. 26 : Degré d'infestation dans les parcelles étudiées.

IV.1.1.3. Analyse de la variance

- Variabilité des kystes vides

Les résultats de l'analyse de la variance ont révélé des variations très hautement significatives des nombres de kystes vides en fonction de la région ($p=0,000000$) et en fonction des parcelles. De même, l'interaction des deux facteurs a un effet hautement significatif sur la variable « kystes vides » (Tableau 6)

Tableau 6: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% des kystes vide fonction des parcelles et des régions

	SC	Degré de	MC	F	p
Ord.Orig.	7270,756	1	7270,756	173,2049	0,000000
Région	1213,244	4	303,311	7,2255	0,000337
Parcelle	1510,711	2	755,356	17,9942	0,000007
Région*Parcelle	1485,956	8	185,744	4,4248	0,001275
Erreur	1259,333	30	41,978		

- **Variabilité des kystes pleins**

Les résultats de l'analyse de la variance ont révélé des variations très hautement significatives des nombres de kystes pleins en fonction des régions ($p=0,000000$) et des parcelles ($p=0,000000$). L'interaction des deux facteurs a aussi un effet très hautement significatif sur la variable « kystes pleins » (Tableau 7).

Tableau 7: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% des kystes pleins fonction des parcelles et des régions

	SC	Degré de	MC	F	p
Ord.Orig.	204,8000	1	204,8000	74,32258	0,000000
Région	304,7556	4	76,1889	27,64919	0,000000
Parcelle	262,8000	2	131,4000	47,68548	0,000000
Région*Parcelle	572,9778	8	71,6222	25,99194	0,000000
Erreur	82,6667	30	2,7556		

- **Variabilité de nombre total de kystes**

Les résultats de l'analyse de la variance ont révélé un effet très hautement significatif des facteurs région ($0,000062$) et parcelle ($p=0,000000$) et l'interaction des deux facteurs ($p=0,000000$) sur la variable nombre total de kystes (Tableau 8).

Tableau 8: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% de nombre total des kystes fonction des parcelles et des régions

	SC	Degré de	MC	F	p
Ord.Orig.	9916,089	1	9916,089	182,9537	0,000000
Région	1971,467	4	492,867	9,0935	0,000062
Parcelle	3031,511	2	1515,756	27,9660	0,000000
Région*Parcelle	3054,933	8	381,867	7,0455	0,000032
Erreur	1626,000	30	54,200		

- **Variabilité des œufs et juvéniles**

Les résultats de l'analyse de la variance ont révélé un effet très hautement significatif des facteurs région ($p=0,000085$), parcelle ($p=0,000007$) et l'interaction des deux facteurs ($p=0,000022$) sur la variable nombre total de kystes (Tableau 9).

Tableau 9: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% des nombres des œufs+juvéniles en fonction des parcelles et des régions

	SC	Degré de	MC	F	p
Ord.Orig.	221,6226	1	221,6226	24,33674	0,000028
Région	318,0463	4	79,5116	8,73129	0,000085
Parcelle	327,4110	2	163,7055	17,97676	0,000007
Région*Parcelle	535,7497	8	66,9687	7,35394	0,000022
Erreur	273,1952	30	9,1065		

IV.1.1.4. Classification hiérarchique des régions étudiées

Nous avons effectué une classification hiérarchique (méthode de saut minimum) en se basant sur toutes les variables étudiées (nombres moyens des kystes pleins et vides, nombre total moyen des kystes et nombre moyen d'œufs+juvéniles). Cette classification a montré l'existence de trois groupes le premier est formé par les régions d'Ain Defla et Djellida où on a détecté des parcelles qui sont fortement infestées et le seuil de nuisibilité est dépassé (P1 d'Ain Defla et P1 de Djellida). Le second est formé par la commune d'El Amra où les trois parcelles prospectées sont faiblement infestées. Quant au troisième groupe, il est formé des régions de Sidi Lakhdar et Bir Ould Khelifa où toutes les parcelles prospectées sont indemnes des parasites *Globodera* (Fig. 27).

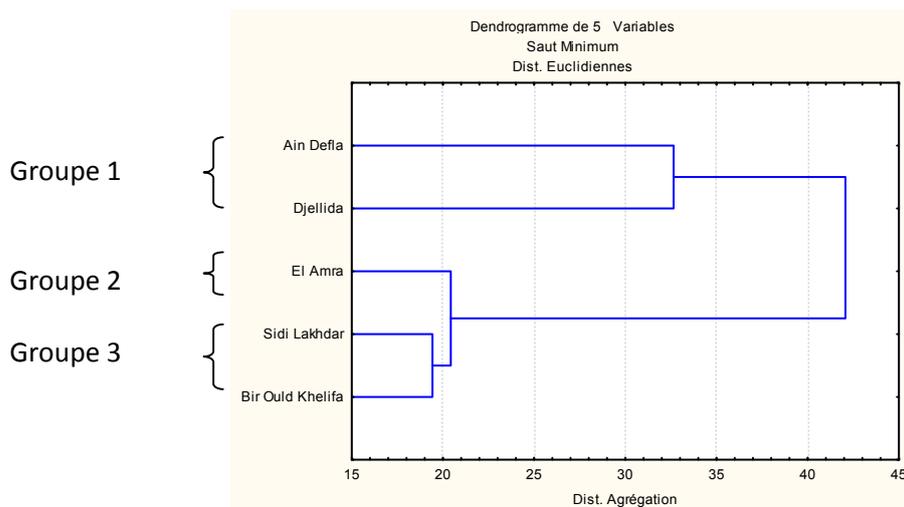


Fig. 27 : Dendrogramme de classification hiérarchique des régions étudiées en fonction de leur état d'infestation.

IV.1.2. Analyse les enquêtes auprès des agriculteurs

IV.3.2.1. Présentation des exploitations enquêtées

IV.3.2.1.1. Statut

Nous avons enquêté dans 25 exploitations. Elles sont classées en quatre catégories selon leur statut : les agriculteurs privés (75%), les exploitations agricoles collectives (13 %), les exploitations agricoles individuelles (4%,) et enfin, les fermes pilotes qui représentent 8% (Fig. 28).

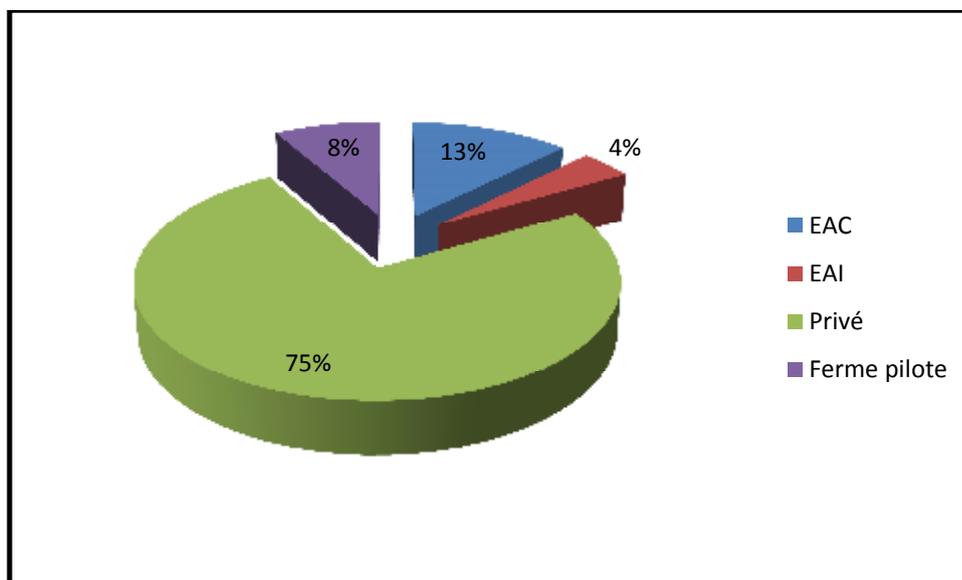


Fig. 28: Statut des exploitations agricoles enquêtées.

IV.3.2.1.2. Type de culture

La majorité des parcelles (72%) on enquêtées pendant la culture de saison. Les autres parcelles (28%) sont enquêtées pendant la culture d'arrière saison (Fig. 29).

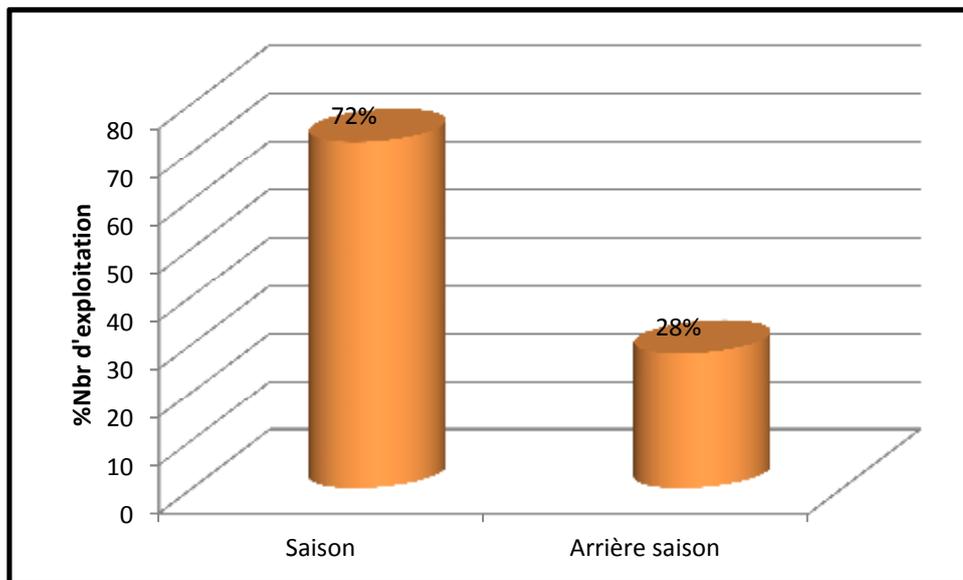


Fig.29 : Type de culture de pomme de terre dans les exploitations enquêtées

Les résultats de l'enquête indiquent que 64% des agriculteurs produisent la pomme de terre de consommation et parallèlement, ont des parcelles qu'ils consacrent à la multiplication de semences. 20% sont des multiplicateurs de semences et 16% des agriculteurs produisent de la pomme de terre de consommation (Fig. 30).

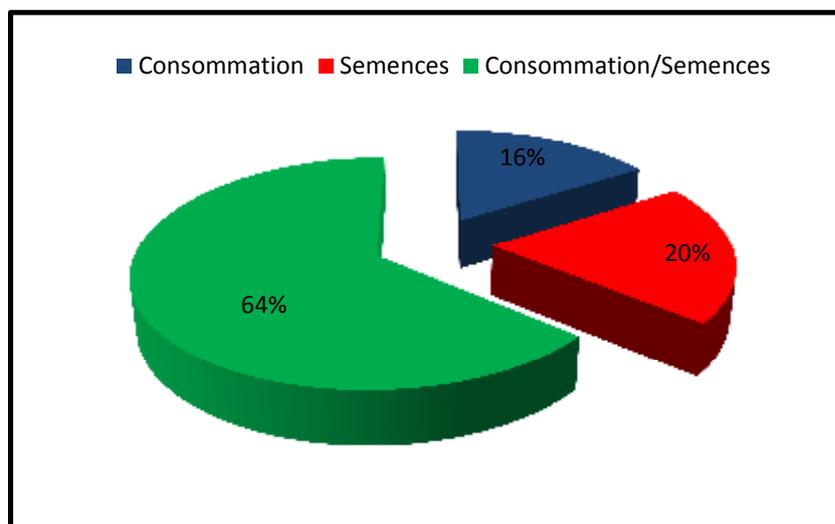


Fig. 30 : Destination de pomme de terre dans les exploitations enquêtées.

IV.3.2.1.3. La superficie des exploitations enquêtées

Le tableau 10 : présente la situation et la superficie des exploitations étudiées. On note l'importance accordée à la culture de pomme de terre dans les exploitations enquêtées. En effet, elle occupe 48% de la superficie totale des exploitations.

Tableau 10: situation et superficies des exploitations enquêtées

Localisation	N° d'exploitations enquêtées	Superficie étudiée (ha)	Superficie totale de pomme de terre (ha)	Superficie de pomme de terre para port à la superficie de l'exploitation (%)	Superficie totale de l'exploitation (ha)
Bourached	2	42	200	75,18	266
Ain defla	2	12	16	28,57	42
Djelida	4	66	80	59,25	135
Arib	3	38	58	72,50	80
Attaf	2	36	89	79,46	112
BirOueldkh lifa	5	120	105	40,85	257
El Amra	2	19	60	46,15	130
Rouina	1	40	40	22,22	180
Khemis miliana	1	6	15	10,71	140
El Mkhatria	1	5	24	53,33	45
Sidi Lakhdar	2	15	-	-	23,5
Total	25	403	683	48,42%	1410,5

IV.3.2.1.4. Niveau de formation des exploitations enquêtées

Les résultats indiquent que 60% des agriculteurs enquêtés sont qualifiés, 8% sont des ingénieurs agronomes et 4% sont des techniciens. Cependant, 28% des agriculteurs n'ont acquit aucune formation agricole (fig. 31).

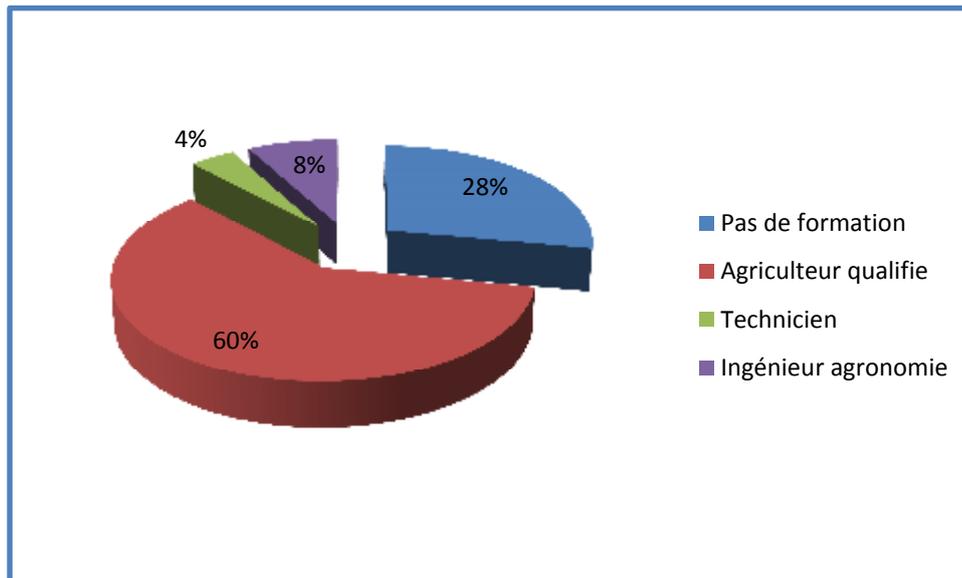


Fig. 31 : Niveau de formation des agriculteurs enquêtés.

IV.3.2.2. Caractéristiques du site et mode de conduite de la culture

IV.3.2.2.1. Variétés cultivées, système de culture et type de rotation

- Variétés cultivées

La variété la plus cultivée dans les exploitations étudiées est spunta (cultivée dans 50% des parcelles), elle est suivie de la variété kondor (dans 4% des parcelles) Dans d'autres parcelles, la variété spunta est cultivée en association avec une autre variété ou deux autres variétés. Elle est cultivée avec kondor dans 25% des parcelles et avec Desirée dans 13% des parcelles. Dans 4% des parcelles, elle est cultivée en association avec (desirée et Atlas). Elle est aussi cultivée avec desirée et kondor (4% des parcelles) (Fig. 32).

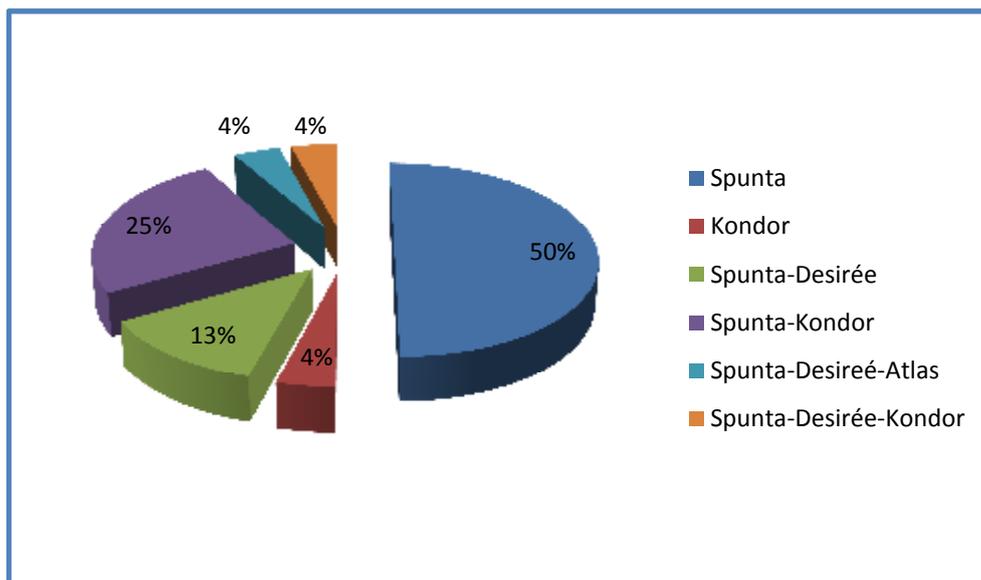


Fig.32 : variétés cultivées dans les parcelles enquêtées.

- **Système de culture**

Dans la majorité des parcelles enquêtées, le système intensif est le plus utilisé dans la culture de pomme de terre (88%) (Produits phytosanitaires et matériel utilisé intensivement). Peu d'agriculteurs pratiquent le système extensif (12%) (Fig.33).

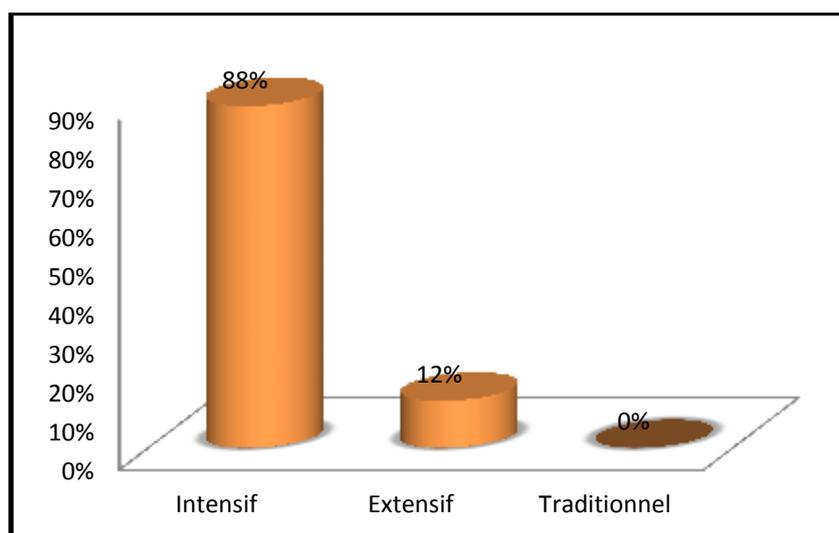


Fig.33 : système de culture utilisé dans les exploitations enquêtées.

- **Type de rotation**

Des questions ont été posées aux agriculteurs sur les cinq précédents culturaux, les réponses étaient parfois complètes mais parfois seulement des réponses sur deux ou trois précédents sont données surtout quand l'agriculteur a loué la parcelle (tableau 11). Les aspects qui ressortent de l'analyse de ces résultats sont :

La rotation dominante est la rotation pomme de terre-céréale. Parfois, d'autres cultures sont introduites tel que les cultures maraîchères (laitue, pastèque et courgette). La pomme de terre revient, généralement, chaque deux ans dans la même parcelle et parfois elle cultivé deux fois ou trois fois successivement sur la même parcelle. Ce type de rotation ne convient au contrôle des nématodes puisque. Cependant, l'aspect intéressant est que dans certaines parcelles, la jachère, qui est l'une des méthodes culturales les plus efficaces dans la lutte contre les nématodes à kystes de la pomme de terre, est introduite dans la rotation.

Tableau 11 : Type de rotation appliquée dans les parcelles étudiées

N	Type de rotation
1	PT/Céréales/PT/Jachère
2	PT/Jachère/Céréales/PT
3	PT/Jachère/Céréales (BD)/Laitue
4	PT/Jachère/Céréales/Céréales
5	PT/Céréales/Jachère
6	PT/Céréales/Laitue/PT/Jachère
7	PT/Jachère /PT/PT
8	PT/Blé dur/PT/PT/PT
9	PT/Céréale/PT/Céréales/Jachère
10	PT/jachère/Céréales/Pastèque/PT/Céréales
11	PT/PT/Pastèque/Courgette
12	PT/PT/PT/jachère/PT/PT
13	PT/Céréales/Céréales/Maraîchage/Céréales/Céréales
14	PT/Jachère/blé tendre/PT
15	PT/jachère/PT/céréales/PT/céréales
16	PT/Céréales/Céréales/jachère
17	PT/Jachère/céréales
18	PT/Agrume/PT/PT/PT
19	PT / jachère / Céréales (blé dur)//PT/ Jachère/ PT
20	PT/Agrumes
21	PT/Céréales/Jachère
22	PT/Céréale (BD) /PT/Jachère/PT
23	PT/Céréales/PT/Tomate/Blé dur/PT
24	PT/Céréales/PT/Jachère
25	PT/ céréales/ PT

- **IV.3.2.2.2. Environnement des parcelles**

L'environnement de la parcelle agricole joue un rôle essentiel dans la dissémination *Globodera* d'une parcelle à l'autre. 40% des parcelles enquêtées sont entourées par des parcelles cultivées de pomme de terre (même culture). Les parcelles qui restent sont entourées soit par des autres cultures comme les maraichages comme la laitue et le chou (30%) soit elles ne sont pas entourées de parcelles cultivées, elles se trouvent à proximité des habitations ou de routes (Fig. 34)

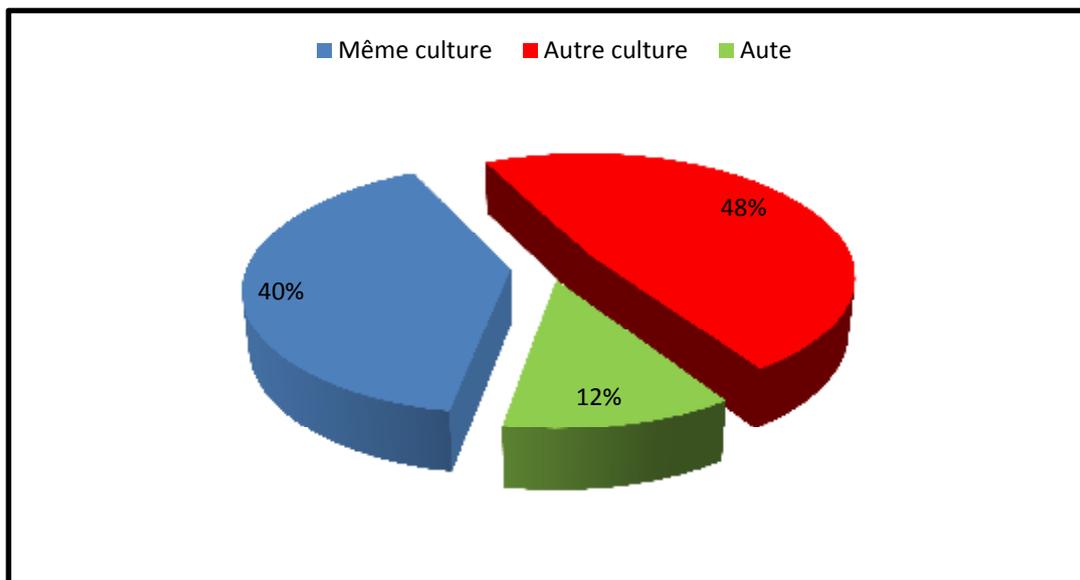


Fig. 34 : Environnement des parcelles enquêtées.

- **Présence de bordure**

On remarque que 56% des exploitations enquêtées ne sont pas entourées de bordures. Cependant, 44% des parcelles ont des bordures (Fig.35).

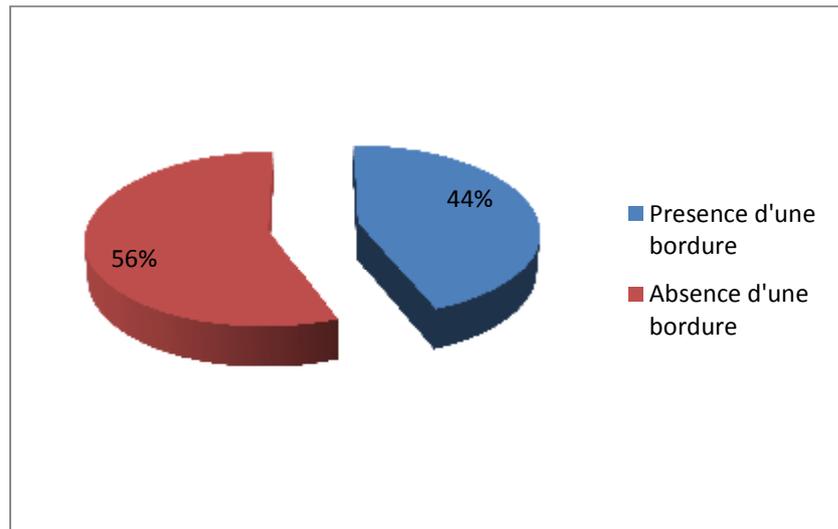


Fig. 35 :Présence ou absence d'une bordure autour des parcelles.

- **Texture du sol**

Un grand nombre d'agriculteurs ne connaissent pas la texture de leur sol. Cependant, Ils décrivaient, généralement, leurs sols comme des sols rouges et légers qu'ils appelaient " *Hemri* ". Quelques agriculteurs ont des sols soit argileux- limoneux soit limoneux- argileux.

IV.3.2.2.3. Mécanisation

Toutes les exploitations utilisent la mécanisation, il y'a présence de machines (tracteurs, les camions, pulvérisateurs...). Ces machines sont rarement nettoyées.

IV.3.2.2.4. Pratique culturales (irrigation, plantes associées, jachère, labour d'été)

- **Irrigation**

Dans les parcelles enquêtées, l'aspersion est le moyen le plus utilisé pour irriguer les parcelles cultivées en pomme de terre (fig.36)

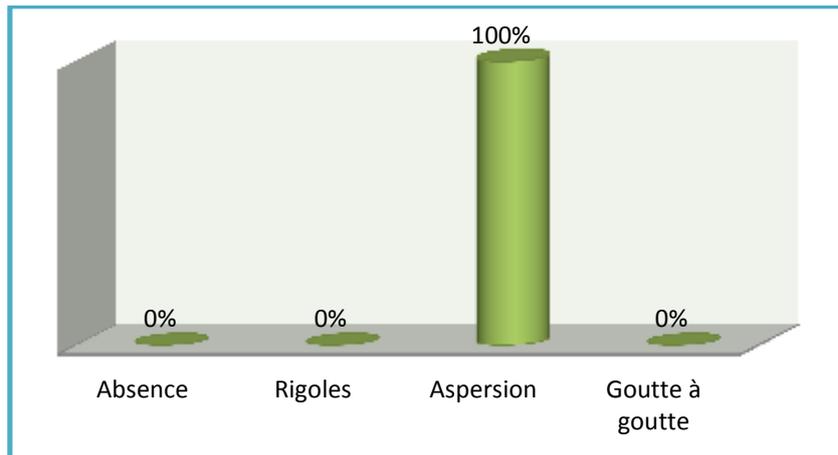


Fig. 36 : Type d'irrigation utilisé dans les parcelles enquêtées.

- **Plantes associées**

Dans 27% des parcelles enquêtées, aucune plante n'est associée à la pomme de terre. Dans les autres parcelles la pomme de terre est associée avec des cultures maraîchères (laitue et choux) (20%), avec les adventices (20%) ou avec des arbres fruitiers (agrumes ou olivier) (33%) (fig. 37).

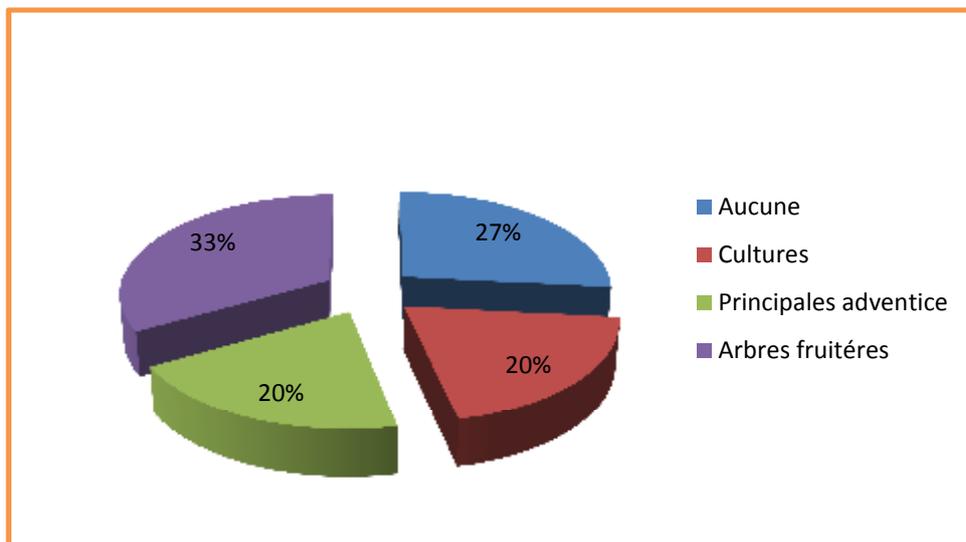


Fig. 37 : Plantes associées à la pomme de terre dans les Parcelles enquêtées.

- jachère

Les pratiques culturales telles la jachère et labour profond ont un rôle important dans la lutte contre les nématodes à Kystes *Globodera*. On remarque que 68%des parcelles enquêtées, les agriculteurs pratiquent la jachère et 44% ne pratiquent pas la jachère (fig. 38). Parmi les agriculteurs qui font recours à la jachère 52,94% pratique la jachère travailléeet 46,06% pratiquent la jachère non travaillée (Fig.39).

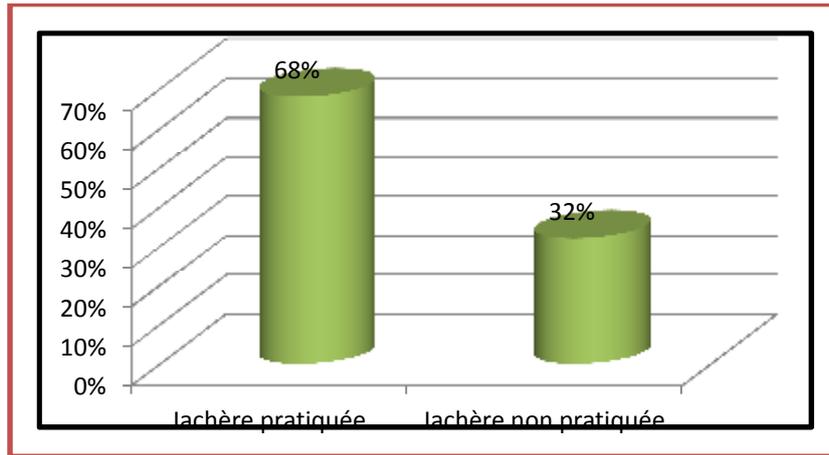


Fig.38 : Pratique de la jachère dans les parcelles enquêtées

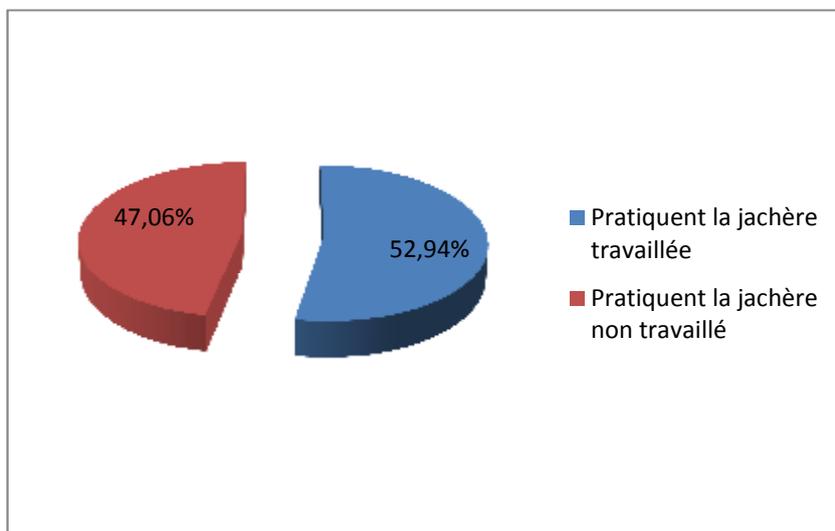


Fig.39 : Type de jachère pratiquée dans les parcelles enquêtées.

• Labour

Dans 72% des parcelles enquêtées, les agriculteurs pratiquent le labour profond. 8% pratiquent le labour d'été. Dans 20% des parcelles les deux types de labour sont pratiqués (Fig. 40).

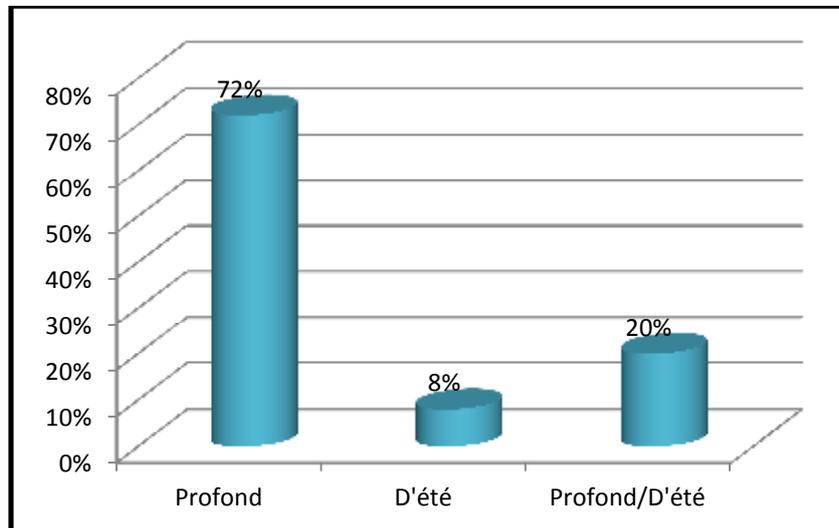


Fig.40 : Pratique labour dans les parcelles enquêtées.

IV.3.2.3. Connaissance des nématodes à kystes *Globodera* par les agriculteurs

D'après les résultats obtenus par l'enquête (Fig. 41), on remarque que les agriculteurs répartissent en 3 catégories :

- Les agriculteurs ne connaissent pas les nématodes (48%).
- Les agriculteurs qui savent que les nématodes existent dans leur parcelle, mais ils les confondent avec d'autres ravageurs comme les pucerons ou certaines larves d'insectes, ils représentent 28%.
- Les agriculteurs qui connaissent les nématodes *Globodera*, leurs symptômes et leur morphologie, la plupart sont des ingénieurs ou des techniciens, ils représentent 24% .

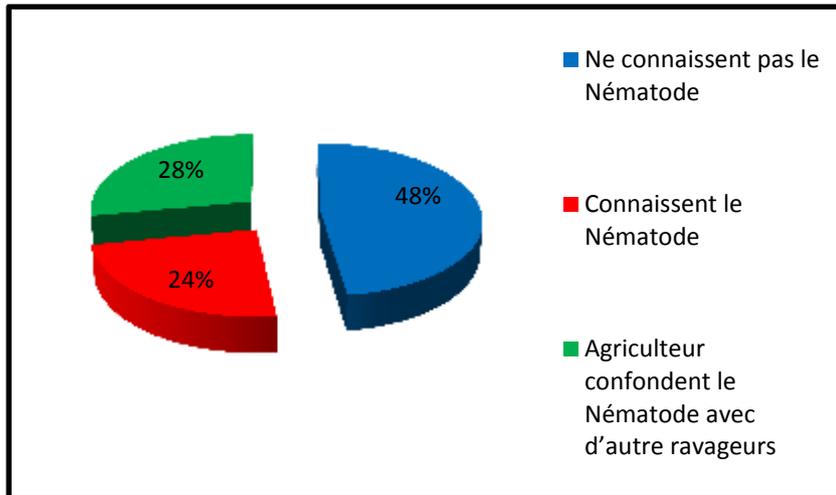


Fig.41 : Connaissances des nématodes à kystes de pomme de terre par les agriculteurs enquêtés.

IV.3.2.4. Réalisation des analyses hématologiques dans les exploitations enquêtées

Les analyses nématologiques régulières sont nécessaires pour détecter le parasite précocement. La majorité des agriculteurs enquêtés (92%) ne réalisent pas des analyses nématologiques et seulement 8% des agriculteurs font recours à ces analyses. Les organismes qui font ces analyses sont la (DSA) qui prélève les échantillons de sol dans les parcelles destinées à la multiplication de semences et l'INPV de Chlef qui analyse ces échantillons (Fig.42).

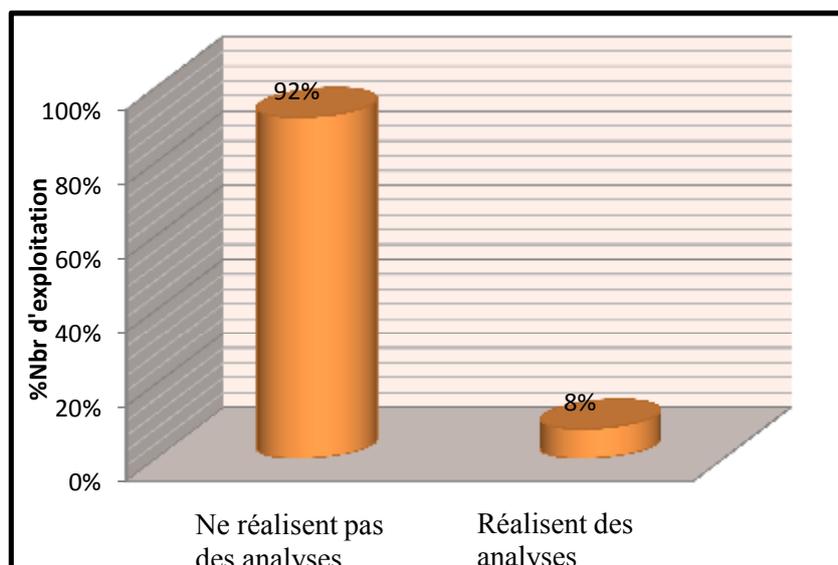


Fig.42 : Les analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées.

IV.3.2.4. Méthodes de lutte utilisées contre les nématodes**IV.3.2.4. 1. Pratiques culturales (rotation, jachère et labour d'été)**

Les pratiques culturales telle que la rotation, pratique de la jachère et de labour d'été ont un rôle important dans la lutte contre les nématodes à Kystes *Globodera*.

Les résultats de l'enquête relatifs au pratiques culturales utilisées dans les exploitations et qui sont présentés dans la partie mode de conduite de la culture : tableau 11 (type de rotation), Figure 38 et 39 (pratique de la jachère) et figure 40 (pratique du labour profond et labour d'été). L'analyse de ces données montre que :

- Un grand nombre des agriculteurs enquêtés pratiquent la rotation. mais le temps de la rotation est insuffisant pour prévenir l'apparition des nématodes à Kystes *Globodera*
- La jachère et le labour profond sont souvent pratiqués. Cependant, le labour d'été est peu pratiqué.

IV.3.2.4. 2. Désinfection du sol avant culture et en cours de culture par des nématicides ou des produits à effet nématicide**• Avant la mise en place de la culture**

Les résultats obtenus par l'enquête ont relevé que 28% des agriculteurs désinfectent le sol avant la mise en place de la culture de pomme de terre, 24% des parcelles sont désinfectées au cours de la culture (fig. 43). Les réponses des agriculteurs sur le produit utilisé ont relevé que la majorité des agriculteurs (64%) des agriculteurs ne connaissent pas le nom de produit utilisé pour la désinfection du sol avant ou en cours de la culture. Le peu des agriculteurs qui connaissent le nom commercial de produit ont un niveau de formation (ingénieur ou agriculteur qualifié). Ils utilisent : Diazinon, Force, Dursban 5%.

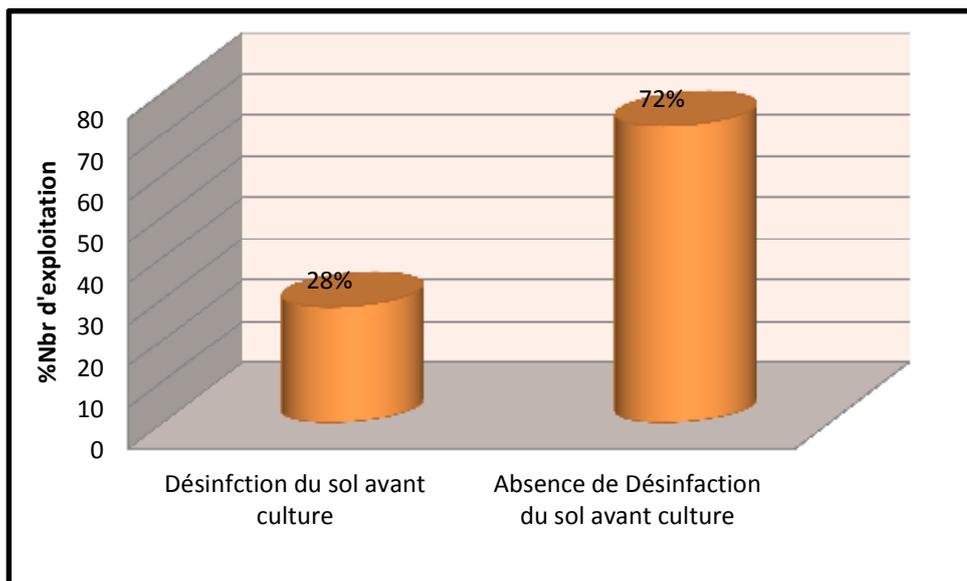


Fig. 43 : Désinfection du sol avant culture.

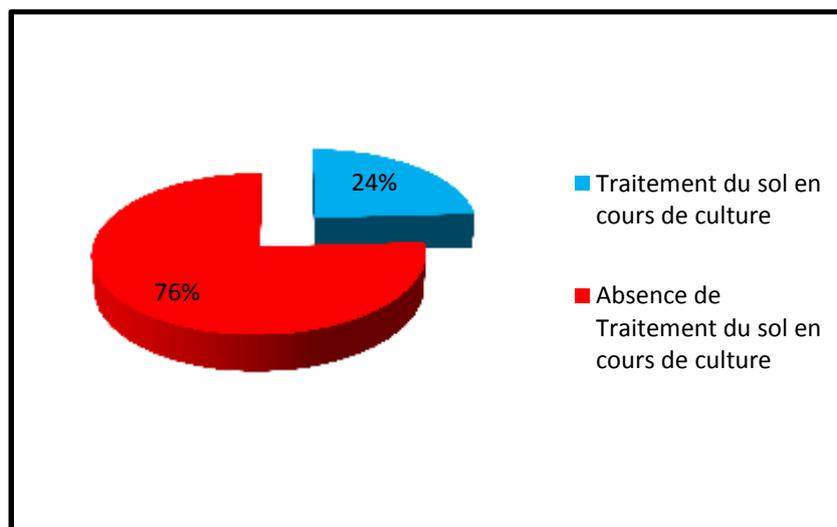


Fig. 44 : Traitement du sol en cours de culture.

IV.3.2.4. 3. La fertilisation

On remarque que la majorité des agriculteurs enquêtés (92%) pratiquent la fertilisation minérale N.P.K. Peu d'agriculteurs (8%) utilisent la fertilisation organique (Fig. 45).

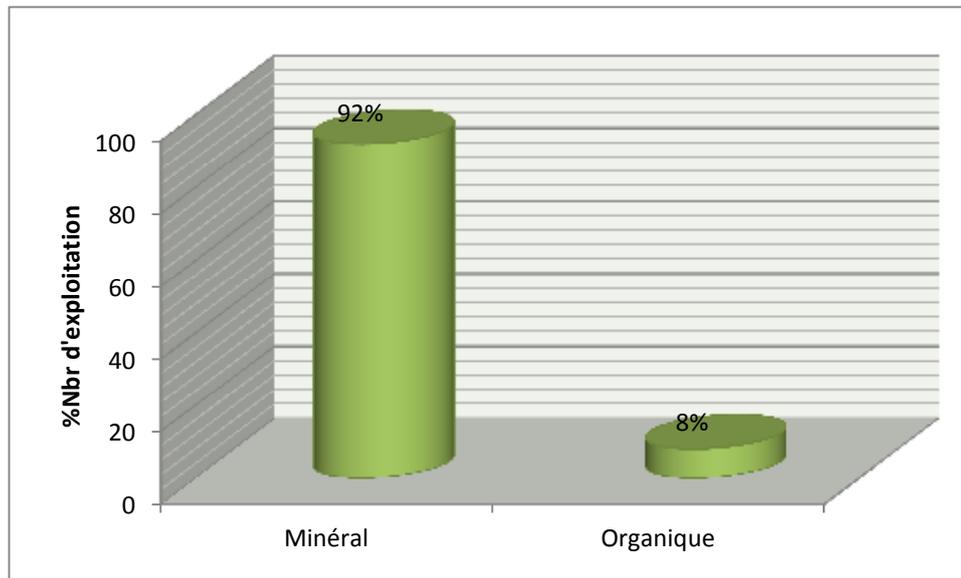


Fig.45 : La fertilisation utilisée selon les agriculteurs enquêtés.

IV.2. Discussion

Les résultats obtenus lors de notre étude montrent que 6 sur les quinze parcelles prospectées (40%) sont infestées par les nématodes du genre *Globodera* sp. En effet, dans ces parcelles, ces parasites sont détectés sous forme de kystes pleins qui contiennent des œufs et des larves.

Dans deux parcelles P1 d'Ain Defla et P1 de Djellida, le seuil de nuisibilité qui est estimée à 10 L2 par g de sol par Mugniery(1975) cité par Djebroune(2013) est dépassé. L'importance de l'infestation dans ces parcelles serait le résultat de l'interaction de plusieurs facteurs particulièrement le type de rotation inadéquat : Elle est binaire basée sur céréale-pomme de terre. Plusieurs auteurs ont signalé que le type de rotation appliquée au sein de la parcelle est un facteur qui influence la densité de ces parasites. En effet, la monoculture permet aux nématodes de se maintenir dans le temps et dans l'espace alors que la rotation des cultures qui est considérée comme une méthode de lutte efficace contre les nématodes réduit nettement la densité de ces parasites (Ritter, 1971 ; Schneider et Mugniery, 1971). Dans le cas des nématodes

à kystes qui se conservent longtemps dans le sol, de longues rotations sont préconisées (Belair et Laplante ; 2007). La rotation doit faire appel à des plantes qui n'abrient pas les nématodes tel que les céréales et les légumineuses (INPV, 2009). La variété cultivée Spunta est sensible à l'attaque des *Globodera*(Greco et *al.*, 2007). Le type d'irrigation par aspersion favorise aussi le développement des nématodes (Reddy 1983 in BelhajBenYahya, 2007). De même, la nature du sol serait l'un des facteurs qui ont contribué à cette forte infestation puisque le sol de ces parcelles est léger. Les sols légers poreux conviennent à la multiplication des nématodes du genre *Globodera* (Schneider et Mugniery, 1971).

Les autres parcelles sont considérées indemnes puisqu'aucun kyste plein de *Globodera* n'y est détecté mais un nombre important de kystes vides sont récoltés. Il pourrait s'agir de populations anciennes déjà écloses ou de femelles non fécondées voir même stériles.

L'enquête menée dans la wilaya d'Ain Defla auprès les exploitations agricoles a montré que les causes principales de l'infestation par les nématodes *Globodera* sont :

Le faible niveau de formation et de technicité des agriculteurs

D'après les résultats de l'enquête, le majeur problème qui pourrait diminuer le développement de la culture de pomme de terre dans la wilaya est le faible niveau des agricultures qui influe négativement sur le mode de conduite de la culture (choix des variétés, traitement phytosanitaires...).

- **L'environnement de parcelle cultivé en pomme de terre**

La pomme de terre est cultivée en grandes surfaces et les parcelles sont situées l'une à côté de l'autre, ce qui facilite la dissémination des kystes de ces nématodes d'une parcelle à l'autre dans le cas d'infestation de l'une de ces parcelles. Le moyen de dissémination peut être naturel par le vent, la pluie ou le déplacement des animaux (Lehman, 1994; EFSA, 2012) ou par les activités humaines (Plantard et *al.*,2008) .

- **Type du sol :**

Le sol dans la majorité des exploitations enquêtées est léger, ceci pourrait favoriser le développement des ces parasites.

- **Le mode de conduite de la culture des céréales**

Les agriculteurs ont un rôle important dans les disséminations de ces parasites par les pratiques culturales appliquées dans les parcelles cultivées en pomme de terre (type de rotation, variétés cultivées, type d'irrigation).

- Les rotations courtes répétées pendant plusieurs années successives dans les parcelles cultivées en pomme de terre permettent le développement de ces parasites.
- Le choix des variétés de pomme de terre n'est pas judicieux. En effet la variété la plus cultivée dans les parcelles enquêtées est Spunta, elle est sensible vis à vis les *Globodera*. (Greco et al., 2007).
- L'irrigation par aspersion appliquée dans l'ensemble des exploitations favorise le développement des nématodes à kystes (Hlaoua et al., 2010).
- Les pratiques culturales qui limitent le développement de ces nématodes comme la jachère et le labour d'été sont pratiquées dans quelques exploitations seulement. Dans la majorité des exploitations, les agriculteurs ne connaissent pas comment maîtriser ces ravageurs.
- La fertilisation organique n'est pas utilisée dans la majorité des exploitations enquêtées. La fertilisation minérale est la plus utilisée. Les amendements organiques ont des effets répressifs sur le développement des nématodes phytoparasites y compris les nématodes à kystes (Renčo et al., 2007)
- La mécanisation est l'un des facteurs de dissémination des nématodes d'une parcelle infestée à l'autre par l'utilisation des machines agricoles contaminées sans nettoyage.
- Concernant l'utilisation des produits phytosanitaires dans les exploitations enquêtées, on remarque que 28% des agriculteurs seulement désinfectent le sol avant la mise en place de la culture de pomme de terre, et la majorité ne connaissent pas le nom de produit utilisé. L'utilisation des nématicides pourrait limiter la densité de ces parasites mais vu les problèmes environnementaux (pollution l'eau et le sol...) et toxicologiques qu'ils puissent engendrer, leur emploi doit être minimisé et remplacé par des méthodes alternatives.

- **L'absence ou l'inefficacité de la vulgarisation agricole sur ces parasites dans cette région**

La majorité des agriculteurs enquêtés ne connaissent pas ces nématodes, leurs symptômes et leur forme ou parfois ils les confondent avec d'autres ravageurs. Cela peut s'expliquer par l'inefficacité et le manque de performance des services de vulgarisation et de conseil agricole.

Malgré le travail des services de protection des végétaux de wilaya Ain Defla DSA pour contrôler les nématodes, il reste beaucoup à faire quant à la collaboration entre ces services, les agriculteurs et les chercheurs dans toutes les démarches entreprises pour prévenir l'introduction de ces parasites et pour limiter leur développement s'ils sont déjà installés. Ainsi pour faire face à la propagation de ces ravageurs, il serait judicieux d'intervenir à trois niveaux : agriculteurs, services agricoles et chercheurs :

- Organisations de formations périodiques des agriculteurs pour leur fournir les connaissances techniques et les informations pouvant améliorer leurs conditions de travail et leur production. On doit aussi les sensibiliser de l'importance de combattre les dommages de ces nématodes sur la culture de la pomme de terre. ils doivent respecter toutes les mesures d'hygiène au sein de leurs exploitations et adopter un mode de conduite de culture adéquat qui limite le développement de ces parasites en accordant plus d'intérêt aux méthodes alternatives aux pesticides.
- Les services agricoles doivent accorder plus d'importance à ces parasites et améliorer la performance des services de vulgarisation et du conseil en assurant aux vulgarisateurs des cours permanents en méthodologie de communication et des recyclages afin qu'ils puissent communiquer aisément avec les agriculteurs et accomplir leur mission bonnes conditions.
- Enfin, les chercheurs doivent contribuer en diffusant les résultats de leur recherche (en termes sélection de variétés résistantes et de modèles de rotation adéquats ou toute autre méthode alternative ...) et partager leur savoir-faire avec les agriculteurs.

Conclusion générale

L'étude de l'état d'infestation, par les nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre, dans cinq communes d'Ain Defla a montré que ces nématodes sont présents dans 6 parcelles des quinze étudiées avec des degrés d'infestation différents. Les parcelles P1 d'Ain Defla et P1 de Djellida présentent des degrés d'infestation les plus élevés (18,2 et 11,31 œufs+ juvéniles/g du sol respectivement). Un faible degré d'infestation est marqué dans la commune d'El Amra. Dans les communes de Sidi Lakhdar et Bir Oueld Khelifa, toutes les parcelles prospectées sont indemnes. L'interaction de différents facteurs (humains, édaphique et climatiques) entraîne une différence significative du degré d'infestation entre les différentes communes prospectées.

L'enquête menée auprès des agriculteurs, nous a permis de proposer un état des lieux sur les nématodes *Globodera* dans la wilaya d'Ain Defla et déterminer les causes majeures qui contribuent à leur développement et leur propagation à savoir le manque de formation chez les agriculteurs, l'absence ou l'inefficacité de la vulgarisation agricole et le mode de conduite de la culture qui est souvent inadéquat (type d'irrigation, type de rotation, choix des variétés).

Donc, les différents instituts agricoles de production et de protection doivent s'intéresser à ce genre de problèmes en organisant des journées de vulgarisation au profit des agriculteurs afin de les aider à diminuer le risque de propagation de ce nématode et minimiser les pertes dues à ses attaques.

Il est indispensable multiplier les prospections dans les différentes communes de cette wilaya afin de compléter l'information sur l'état l'infestation par ces parasites et leur distribution géographique.

Il est aussi recommandé d'envisager une étude sur l'évolution de ces nématodes dans l'espace et dans le temps pour évaluer l'impact des différents types de rotation et proposer un modèle efficace pour leur gestion.

De même, Le test des variétés de pomme de terre utilisées dans cette région à l'égard de ce parasite est indispensable pour savoir plus sur leur sensibilité, leur tolérance ou leur résistance.

Références bibliographiques

- 1- **ITCMI, 1984** - *les cultures maraichères en Algérie*. Minist. De l'agric. IDCMI .Vol. III, 365 p.
- 2- **ITCMI, 1989**- Fiche technique des variétés de pomme de terre cultivées en Algérie. TCMi.
- 3- **ITCMI, 2006**- Idaho potato cyst nematode cooperative program. *Ed. APHIS and Idaho State, Department of Agriculture*. 2p.
- 4- **ITCMI, 1984** -Colloque OEPP sur les nématodes a kyste (Munster, de 26 au 28 juin, 1984). *Bull. OEPP , VOL .14 , n° HS, Paris PP.7-8*.
- 5- **Baloul D., 2012** - *Contribution à l'étude de la bioécologie des nématodes à kystes, (Globodera sp.) inféodés à la culture de la pomme de terre*. Thèse de magister en Science Agronomique, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach, Alger, 116 p.
- 6- **Bélaïr G. et Laplante G., 2007**- Le nématodes à kyste de la pomme de terre, *Globodera rostochiensis* : Mise au point sur la situation au Québec. *CRDH, St-Jean-sur-Richelieu; ACIA, Québec*.
- 7- **Belhadj Ben Yahia F., 2007** - *Variation de l'infestation de quelques parcelles de pomme de terre par le nématode doré du genre Globodera. Test de sensibilité de deux variétés (Désirée et Spunta) au laboratoire*. Mémoire d'ingénieur en Agronomie, Institut National Agronomique El-Harrach, Alger, 57 p.
- 8- **Bellvert J., Crombie K. and Horgan F.G., 2008**- Comparative efficiency of the Fenwick can and Sculling centrifuge in extracting nematode cysts from different soil types. *Journal of Nematology* , n° 40, 30-34.
- 9- **Bernhards U., 1998** - La pomme de terre *Solanum tuberosum* L. Monographie. Institut National Agronomique Paris – Grignon.
- 10- **Blanchard A., 2007**- *Identification, polymorphisme et évolution moléculaire de gènes du pouvoir pathogène chez le nématode à kyste de la pomme de terre Globodera pallida*. Thèse Doctorat, Université de Rennes. 264 p.
- 11- **Bonnemaison L., 1962**- Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts .Ed. Sep., Paris, Pp.11-52.
- 12- **Bougar D., 2010** - *Etude des nématodes à kystes du genre Globodera inféodés à la culture de la pomme de terre dans la wilaya d'Ain-Defla*. Mémoire d'ingénieur en Agronomie, Centre Universitaire de Khemis Miliana, 109 p.

Références bibliographiques

- 13- **Boumlik M., 1995-** Systématique des spermaphytes. Edition Office des Publications Universitaires. Ben AKnoun (Alger). 80p.
- 14- **Brodie B., 1996-** Effect of Initial Nematode Density on Managing *Globodera rostochiensis* With Resistant Cultivars and Nonhosts. *Journal of Nematology* 28(4):510 – 519.
- 15- **Bruyer J., 2008-** *Les maladies de la pomme de terre*. Ed. Fredon Nord Pas-de Calais, 67p.
- 16- **Cayrol J.C., 1983 -** Des auxiliaires nouveaux contre les nématodes Ed. *Hortical*, n°237, Paris, pp. 33-36.
- 17- **Chauvin L., Caromel B., Kerlan M. C., Rulliat E. Fournet S., Chauvin J. E., Grenier E., Ellissèche D., Mugniéry D., 2008-** *La lutte contre les nématodes à kyste de la pomme de terre Globodera rostochiensis et Globodera pallida. Cahiers Agriculture, volume 17, numéro 4,368-74, Juillet- Août, 2008, Synthèse.*
- 18- **Clement J. M., 1989-** Larousse agricole. Librairie, Paris, 874879 p.
- 19- **Cutter E.G., 1978-** Structure and development of potato plant. In: *The Potato Crop*. Hams.
- 20- **P.M.** (eds.). Chapman and Hall, London. p. **70-1 52**
- 21- **Dalmasso A et Missonier J., 1986 -** la lutte intégrée contre les nématodes des cultures : intérêt des variétés résistantes. *Rev. Phytoma, Défense des cultures*, Paris ,13-16.
- 22- **Darpoux R et Dubelley M., 1967.** Les plantes sarclées. Edition. J.B. Baillière et fils France. Collection d'Enseignement Agricole. 307p.
- 23- **Djebroune A., 2011 -** *Etude des nématodes à kystes du genre Globodera inféodés à la culture de la pomme de terre dans la wilaya d'Ain-Defla*. Mémoire d'ingénieur en Agronomie, Centre Universitaire de Khemis Miliana, 116 p.
- 24- **Djebroune A., 2013-** *Contribution à l'étude de la bioécologie des nématodes à kystes (Globodera sp.) inféodé à la culture de pomme de terre*. Thèse Magister en Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El-Harrach, Alger. 195 p.
- 25- **Doré T., le Bail M, Martin P., Ney B., Roger-Estrade J., 2006-**'L'agronomie aujourd'hui.' (Quae : Paris)
- 26- **EFSA (European Food Safety Authority), 2012-** Scientific Opinion on the risks to plant health posed by European versus non-European populations of the potato cyst nematodes *Globodera pallida* and *Globodera rostochiensis*, EFSA Panel on Plant Health (PLH). *EFSA Journal*, 10(4):26- 44.

Références bibliographiques

- 27- **Fenwick, D.W., 1940-** Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera Schachtii* from soil. *J. Helminthology* 18: 155-172.
- 28- **Gay B., 2007-** Projet en cours sur la biologie et la répression du nématode doré. Les Journées Horticoles 2007, Agence Canadienne d'Inspections des Aliments, Pp.5-10.
- 29- **Golden A.M. et Ellington D.M.S., 1972 -** Redescription of *Heterodera rostochiensis* (Nematoda: Heteroderidae) with a key and notes on closely related species. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 39(1): 64-78.
- 30- **Greco N., Di Vito M., Parisi B., Ranalli P., Brandonisio A. et Catalano F., 2007-** Resistance of new Italian potato breeding clones to cyst and root-knot nematodes. *Nematol. medit.*, 35: 227-235
- 31- **Grisson C., 1983-** *La pomme de terre caractéristiques et qualité alimentaire*. Ed. CSTA, Rue de général Fay, 75008. Paris, 88p
- 32- **Guany A. et Mimaud J., 1971-** Les méthodes physiques de lutte, Pp. 595-606 in : *Les nématodes des cultures. Journées d'Etude et d'Information ACTA-APNGPC, Paris, 3.4.5 Novembre 1971. 828 p.*
- 33- **Haverkorte L. et Moussaoui R., 1994-** L'irrigation de la culture de la pomme de terre. Ed. *Centre de Recherche Agrobiologique, Pays Bas*, 18p.
- 34- **Hawkes J.G., 1990.** The potato, Evolution, Biodiversity and genetic resources .London, Belhaven Press, 259p.
- 35- **Hlaoua W., Kallel S. et Horrigue-Raouani N., 2010 -** Effets des composantes de l'environnement et des pratiques culturales sur les communautés des nématodes associées à la culture de pomme de terre en Tunisie. *Nematol. medit.*, 38: 13-26.
- 36- **Hodda M. et Lawrence L., 2009-** Potato cyst nematode in Australia. *Farming Ahead* May 2009, N. 208 (www.farmingahead.com.au)
- 37- **INPV, 2009-** Nématodes à kystes de la pomme de terre : *Globodera rostochiensis* et *pallida*. 4p.
- 38- **INPV, 2011-** Nématodes à kystes de la pomme de terre : *Globodera rostochiensis* et *pallida*. 4p.
- 39- **Jones, F.G.W. et Jones, M.G., 1974-** *Pests of field crops*, 448 pp. Arnold, London, Royaume-Uni.
- 40- **Laumonier R., 1979-** *Les cultures légumières et maraîchères*. Tome 2. Ed. J.B., Paris, Pp. 209-230.
- 41- **Lehman P. S., 1994-** Dissemination of phytoparasitic nematodes. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, *Division of Plant Industry, Gainesville. Circular N° 208*. 4p.

Références bibliographiques

- 42- **Madec P. et Perennec, 1962:** Les relations entre l'induction de la tubérisation et la croissance chez la pomme de terre. *Ann. Physio. Veg.*, pp 05-83.
- 43- **Madec P, 1966 :** Croissance et tubérisation de la pomme de terre. *Bull. soc. Fr. Physio. Physio. Veg.* (12), PP.159- 173.
- 44- **Merny G. et Luc M., 1969-** Les techniques d'échantillonnage des peuplements de nématodes dans le sol. Pp.237-272 in *Problèmes d'écologie : L'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Ed. Masson et Cie, Paris, 360 p.
- 45- **Mokhtari A., 2007 -** *Contribution à l'étude de l'impact d'une rotation sur l'évolution des densités de deux nématodes Heterodera et Globodera (Nématoda-Heteroderidae) à Mekhatria (Ain Defla)*. Mémoire d'ingénieur en Agronomie, Institut National Agronomique El-Harrach, Alger, 84 p.
- 46- **Mugniery D et Ogerm., 1978 -** Lutte cultural contre les nématodes dorés de la pomme de terre *Globodera rostochiensis* (WOL.) et *Globodera pallida* (ST) et perspectives de la lutte intégrée. *Ann.* Vol.10, n°2, Paris, pp.187-203.
- 47- **Mugniery D., 1983 -** Synthèse des résultats d'emploi de nématicides non fumigants dans la lutte contre les nématodes a kystes de la pomme de terre (*Globodera sp*) . *Rev. Phytatrie – phytopharmacie*, n°32, Paris, pp.207-218.
- 48- **Mugniery D., 1984 -**les nématodes de la pomme de terre. *Rev. Agronomie*, Vol. 3, n°2, Paris, pp.45-50.
- 49- **Nackachian M.J., 1971 -** L'analyse nématologique. Pp. 759 – 790. in *Les nématodes de cultures* Ed. ACTA., FNGC., Paris, 3, 4, 5 novembre 1971. 828 p.
- 50- **Nedjar H., 2000-** *Contribution à l'estimation des besoins en eau de la culture de la pomme de terre dans le périmètre de haut Chélif*. Mém. Ing., Centre Universtaire de Khemis Miliana. 83 p.
- 51- **Neggaz N., 1991 -** *l'influence de cinq doses d'azote sur la croissance et le rendement de la pomme de terre variété claustra*. Thèse d'ingénieur de Chélif.
- 52- **OEPP/EPPO., S.D-** Fiche informative sur les organismes de quarantaine *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*. Ed. *CABI et l'OEPP pour l'UE sous le contrat 90/399003*. 6p.
- 53- **OEPP/EPPO, 2006 -** PM 3/68 (1) : Procédures phytosanitaires : test de variétés de pommes de terre pour évaluer leur résistance à *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*, 3 p.
- 54- **Pickup J. et Hockland S., 2002-** Potato cyst nematodes - a technical overview for Scotland. *CSL, Sand Hutton, York*. 12p.

Références bibliographiques

- 55- **Plantard O., Picard D., Valette S., Scurrah M., Grenier E. et Mugniery D., 2008-** Origin and genetic diversity of Western European populations of the potato cyst nematode (*Globodera pallida*) inferred from mitochondrial sequences and microstellite loci. *Mol. Ecol.*, 17: 2208-2218.
- 56- **Quézel P. Santa S., 1963-**Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed .C.N.R.S. Paris, 1
- 57- **Rajnachel M. J., 1987-** *la pomme de terre fait peau neuve*. Biofutur, Pp. 25-33
- 58- **Ritter M. 1971 -** *Les nématodes et l'Agriculture*. Pp 7-65 in : *Les nématodes des cultures. Journées d'Etude et d'Information ACTA-APNGPC, Paris, 3.4.5 Novembre 1971*. 828p.
- 59- **Renčo M., D'Addabbo T., Sasanelli N. et Papajova, I., 2007-** The effect of five composts of different origin on the survival and reproduction of *Globodera rostochiensis*. *Nematology*, 9, 537–543.
- RICHARD L. et SAWYER., 1972-** Nématode à kyste de la pomme de terre, PP : 57-64 in :
- 60- la pomme de terre : bulletins d'information technique 1 à 19.
- 61- **Rousselle P, Robert Y, Grossuer J.C, 1996-** *La pomme de terre production, Amélioration, Ennemis et Maladies*. Utilisation édition R Doun, 278 p.
- 62- **Rousselle P, Rousselle Bourgeois, Ellisseche D., 1992-**La pomme de terre in *Amélioration des espèces végétales cultivées* .Gallais A, Bammerot H., 1992- SAE, 2006.
- 63- **Schneider J. et Mugniery D., 1971** –les nématodes parasites de la pomme de terre PP : 327-343 in : *les nématodes des cultures*. Journées d'étude d'information ACTA-FNGPC Paris, 828 p.
- 64- **Soltner D., 1988**. Les grandes productions végétales. Collection Scientifique des Technologies Agricoles. 16ème édition, 494p.
- 65- Soltner D., 2005- Les grandes productions végétales céréalières, plantes sarclées- prairies. 20^{ème} Ed, collection sciences techniques agricoles.464p
- 66- **Stone AR., 1972-** *Heterodera pallida* n. sp. (Nematode: Heteroderidae), a second species of potato cyst nematode. *Nematologica*. 18:591-606.
- 67- **Stone A.R., 1973-** *Heterodera pallida* and *Heterodera rostochiensis*. *CIH Descriptions of Plant-parasitic Nematodes* No. 16 and 17. CAB International, Wallingford, UK.

Références bibliographiques

- 68- **Stelter, H., 1971-** [Le nematode à kystes de la pomme de terre (*Heterodera rostochiensis* Wollenweber)]. *Wissenschaftliche Abhandlungen der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin* No. 59, 290 pp.
- 69- **Tobin J.D., Haydock P.P.J., Hare M.C., Woods S.R. et Crump D.H., 2008** – Effect of the fungus *Pochonia chlamydosporia* and Fossthiazate on the multiplication rate of potato cyst nematodes (*Globodera pallida* et *Globodera rostochiensis*) in potato crops grown under UK field condition. *Biological Control*, Vol .46, PP: 194-201.
- 70- **Tirchi N., 2015-** *Etude de la bioécologie des nématodes à kystes du genre Globodera inféodés à la culture de pomme de terre dans la plaine du Haut-Chélif*. Thèse Doctorat en Science Agronomique, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach, Alger, p.
- 71- **USDA ARS, 2008-**United States Department of Agriculture Agricultural Research Service
- 72- **Wollenweber HW., 1923-** Krankheiten und beschädigungen der kartoffeln. *Abr Forschungsinst Kartoffelbau Heft. 7*, Berlin, 56 p.

Annexe 1 : Fiche d'enquête sur les nématodes à kystes *Globodera*

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

Date de sortie :

Localisation

Wilaya..... Commune : Ville ou village proche.....

Type d'exploitation

Statut : EAC
 EAI
 Privé
 Ferme pilote

Type de culture

Saison Arrière saison Autres
Destination : Consommation Semences

Superficie étudiée.....ha

Superficie totale pomme de terre.....ha

Superficie totale plantes herbacées.....ha

Superficie totale exploitation.....ha

Niveau de technicité de Gérant

Pas de formation
 Agriculteur qualifié
 Technicien
 Ingénieur agronome

Caractéristiques du site et mode de conduite de la culture

Culture en place..... Variété.....

Précédant cultural (n°1) Variété.....

Précédant cultural (n°2) Variété.....

Sur
feuilles.....

Sur
racines.....

Avez-vous réalisé une analyse nématologique

Qui a fait l'analyse ?.....

Quant ?.....Résultat de l'analyse Pos Nég

Méthodes de lutte utilisées contre les nématodes

Lutte préventive

Rotation culturale Monoculture Polyculture Jachère Labour
d'été

Désinfection du sol avant culture : Oui No

Nématicide utilisé :

Nom commercial.....Matière active

.....

Dose.....

Mode d'action..... Mode
d'application

Plante nématocide Oui N h

Biofumigation Oui N h

Traitement du sol en cours de culture Oui N

Produit utilisé :

Nom commercial.....Matière
active.....

Dose..... Mode
d'action.....

Mode d'applicationNombre de
traitements.....Alternance.....

Amendement

Minéral

.....Dose.....

Organique.....

Dose.....

Fertigation..... Dose.....

Autres traitement

InsecticidesFréquence.....Effet nématocide Oui
Non

Fongicides Fréquences..... Effet nématocide Dui
Non

Herbicides Fréquence.....Effet nématocide ii
Non

Autres Fréquence..... Effet nématocide Oui
Non

Annexe 2 : Importance de l'infestation dans les parcelles étudiées

Ain Defla	P1	Répétition	Kystes vides	Kystes pleins	Nombre total de kystes	Nombre d'œufs/200g du sol	Nombre de juvéniles/200g du sol	œuf +juvéniles/2g du sol
		R1	2	0	2	0	0	0
R2	4	0	4	0	0	0	0	
R3	3	0	3	0	0	0	0	
MOYENNE	3	0	3	0	0	0	0	
ECARTYPE	1	0	1	0	0	0	0	
P2	R1	31	21	52	2900	297	15,985	
	R2	26	20	46	4182	320	20,91	
	R3	22	18	40	3541	184	17,705	
	MOYENNE	26,33333333	19,66666667	46	3541	267	18,2	
	ECARTYPE	4,50924975	1,52752523	6	641	72,7942305	2,499534957	
P3	R1	4	0	4	0	0	0	
	R2	6	0	6	0	0	0	
	R3	3	0	3	0	0	0	
	MOYENNE	4,333333333	0	4,333333333	0	0	0	
	ECARTYPE	1,527525232	0	1,52752523	0	0	0	
Djellida	P1	R1	50	10	1916	110	60	10,13
		R2	29	10	4255	317	39	22,91
		R3	31	1	167	12	32	0,895
		Moyenne	36,6666667	7	2112,66667	146,333333	43,6666667	11,31166667
		Ecart type	11,5902258	5,19615242	2051,0837	155,712342	14,571662	11,05496759

Annexe 2 : Importance de l'infestation dans les parcelles étudiées

	P2	R1	26	7	1006	183	33	5,945
		R2	17	2	363	32	19	1,975
		R3	10	1	100	10	11	0,55
		Moyenne	17,6666667	3,33333333	489,666667	75	21	2,82333333
		Ecart type	8,02080628	3,21455025	466,092623	94,17536833	11,1355287	2,795757202
	P3	R1	0	0	0	0	0	0
		R2	11	0	0	11	0	0
		R3	30	2	166	32	6	0,86
		Moyenne	13,6666667	0,66666667	55,3333333	14,33333333	2	0,286666667
		Ecart type	15,1767366	1,15470054	95,8401447	16,2583312	3,46410162	0,496521232
El Amra	P1	R1	12	1	59	7	13	0,33
		R2	8	1	153	10	9	0,815
		R3	8	1	103	0	9	0,65
		moyenne	9,33333333	1	105	5,66666667	10,3333333	0,598333333
		ecartip	2,30940108	0	47,0319041	5,13160144	2,30940108	0,246593458
	P2	R1	14	1	41	0	15	0,205
		R2	32	0	0	0	32	0
		R3	9	0	0	0	9	0
		moyenne	18,3333333	0,33333333	13,6666667	0	18,6666667	0,068333333
		ecartip	12,0968315	0,57735027	23,671361	0	11,9303534	0,118356805
	P3	R1	0	0	0	0	0	0
		R2	0	0	0	0	0	0
		R3	0	0	0	0	0	0
		Moyenne	0	0	0	0	0	0
		Ecart type	0	0	0	0	0	0
Sidi Lakhdar	P1	R1	18	0	0	0	18	0
		R2	14	0	0	0	14	0
		R3	15	0	0	0	15	0
		moyenne	15,6666667	0	0	0	15,6666667	0
		Ecart type	2,081666	0	0	0	2,081666	0
	P2							

Annexe 2 : Importance de l'infestation dans les parcelles étudiées

Bir Ould Khelifa		R1	7	0	0	0	7	0	
		R2	6	0	0	0	6	0	
		R3	4	0	0	0	4	0	
		moyenne	5,66666667	0	0	0	5,66666667	0	
	P3	ecartip	1,52752523	0	0	0	1,52752523	0	
		R1	4	0	0	0	4	0	
		R2	3	0	0	0	3	0	
		R3	2	0	0	0	2	0	
		R1	17	0	0	0	17	0	
		R2	18	0	0	0	18	0	
		R3	13	0	0	0	13	0	
		Moyenne	16	0	0	0	16	0	
		Ecart type	2,64575131	0	0	0	2,64575131	0	
		R1	5	0	0	0	5	0	
		R2	5	0	0	0	5	0	
		R3	3	0	0	0	3	0	
		moyenne	4,33333333	0	0	0	4,33333333	0	
		Ecart type	1,15470054	0	0	0	1,15470054	0	
		P2	R1	20	0	0	0	20	0
			R2	14	0	0	0	14	0
			R3	16	0	0	0	16	0
			moyenne	16,66666667	0	0	0	16,66666667	0
	Ecart type		3,055050463	0	0	0	3,05505046	0	
	P3	R1	17	0	0	0	17	0	
		R2	18	0	0	0	18	0	
		R3	13	0	0	0	13	0	
moyenne		16	0	0	0	16	0		
3,055050463		0	0	0	3,05505046	0	3,055050463		