

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



**Faculté: Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre**

**Département: Sciences agronomiques**

**MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTER EN**

**Spécialité: Gestion Qualitative des Productions Agricoles**

**Enquête sur les nématodes à kyste *Globodera* de la  
pomme de terre et état d'infestation de quelques parcelles  
par ces parasites dans quatre wilayas d'Algérie.**

**Soutenu le : 02\06\2016.**

Par

M<sup>lle</sup> BRAHIMI Nour El Houda

M<sup>lle</sup> BENKACEM Sonia

Devant le Jury :

**Président : M<sup>r</sup> MOKABLI A.**

**Professeur**

**UDBKM**

**Promotrice: M<sup>lle</sup> TIRCHI N.**

**MCB**

**UDBKM**

**Examineurs :**

**1- M<sup>r</sup> KARA HA ANE T.**

**MCB**

**UDBKM**

**2- M<sup>lle</sup> DJEBROUNE A.**

**MAB**

**UDBKM**

**Année universitaire : (2015\2016).**

# Remerciements

Tout d'abord, « nous remercions Dieu » qui nous a donné foi, volonté de continuer et réaliser ce travail dans de bonnes conditions.

Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus vifs à notre Promotrice M<sup>lle</sup> TIRCHI Nadia, qui a su nous guider et nous aider à réaliser ce travail avec beaucoup de tact et de gentillesse. Qu'elle trouve ici notre estime et notre profond respect.

Nos remerciements les plus cordiaux s'adressent à Monsieur MOKABLI A. Professeur à Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana pour avoir accepté de présider le jury.

A Mr. KARHAÇANE T., Maître de conférences et M<sup>lle</sup> DJEBROUNE A., Maître assistant à l'Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana qui ont bien voulu accepté d'évaluer ce travail.

Nos remerciements s'adressent également à tous les enseignants et les responsables de Département des Sciences Agronomiques à l'Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana.

Nous remercions tous les techniciens de laboratoire de recherches en particulier M<sup>lle</sup> MEKHATI Wahiba.

N'oublions pas de présenter nos vifs remerciements, les plus sincères aux chefs des services de « la production », « la phytosanitaire » et « les statistiques » des directions des services agricoles (DSA), des wilayas de Tipaza, Bouira, Alger et Ain Defla.

Nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé, à titre professionnel ou personnel à la réalisation de ce travail.

## *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire :*

*A mes très chères parentes, pour leur patience, leur amour, leur sacrifice et leur soutien. Que DIEU les garde et protège.*

*A mes frères : Riadh et Ayoub.*

*A mes chères sœurs : Sérine et Takwa qui je souhaite une vie pleine de bonheur et de réussite.*

*A ma confidente et chère sœur Sonia, Je n'oublierai jamais sa patience et compréhension envers moi et son aide, merci beaucoup, je t'aime.*

*A mes très chères amis : Omar et Mahyou pour leurs soutiens, encouragements et leurs aides pendant mes études.*

*A mes amies : Djamila, Khayra, Naïma, Marwa, Khadidja, Sara, Imane et Mouna.*

*Je remercie tous ceux qui m'ont aidée à réaliser ce modeste travail.*

*« Nour El Houda »*

## *Dédicace*

### *Je dédie ce modeste travail à:*

A mes parents, Je n'aurais pu réussir mes études sans eux. Je tiens ici à les remercier. Merci Maman de m'avoir donné tant d'amour et de tendresse, et merci Papa de m'avoir toujours poussée dans mes intérêts. Qu'ils trouvent dans ce travail l'expression de mon grand amour et ma grande gratitude, et que dieu leur préserve bonne santé et longue vie.

A mon grand père que dieu le garde.

Ma chère sœur karima et son mari Fouad.

A Mes chères frères : Hecicine, Aziz, Sofiane.

A mon très chère neveu : M'hammed

A mon cher cousin Madjid.

A ma chère binôme Nour El Houda, ma douce sœur qui a eu la patience de me supporter durant ce mémoire, et qui m'a soutenue et encouragée pendant tous les moments difficiles, je t'aime beaucoup ma chère.

A mon chère ami Adel qui a toujours été à mes côtés et ma soutenue.

Et A toutes mes chères amies qui partager avec moi les moments heureux et mauvais :  
Djamila, Khayra, Naima, Marwa, Khadidja, Sara, Imane et Mouna.

Je dédie ce modeste travail à la mémoire de ma grande mère que dieu Qu'Allah l'accueille en son vaste paradis.

Et à tous ceux qui m'ont aidée de près ou de loin à réaliser ce travail.

« *Sonia* »

## Liste des figures

| Numéro | Titre  | Page |
|--------|--|------|
| 1      | Morphologie d'un plant de la pomme de terre (Julien, 2007).  | 4    |
| 2      | Caractéristiques de la partie aérienne de la pomme de terre (Soltner, 1998).   | 4    |
| 3      | Morphologie d'un tubercule (Vanderhofstadt et al., 2008).  | 6    |
| 4      | Production de pomme de terre dans le monde (FAO Stat., 2013).  | 10   |
| 5      | La production mondiale de pomme de terre (FAO, 2013).  | 11   |
| 6      | Description morphologique de <i>Globodera</i> A) Kyste de <i>Globodera</i> sp., B) Kyste ouvert de <i>Globodera</i> sp. (LNPV, 2013).  | 20   |
| 7      | Racines de pommes de terre portant femelles de <i>G. rostochiensis</i> et <i>Globodera pallida</i> . A) <i>Globodera rostochiensis</i> . B) <i>Globodera pallida</i> (John libbey,2008). | 21   |
| 8      | Cycle de vie des nématodes à kystes <i>Globodera</i> sp. (Sawyer, 1972).   | 22   |
| 9      | Situation géographique de la région de Tipaza (Google earth, 2016).  | 28   |
| 10     | Situation géographique de la région de Bouira (Google earth, 2016).  | 29   |
| 11     | Situation géographique de la région d'Alger (Google earth, 2016).  | 30   |
| 12     | Situation géographique de la région d'Ain Defla (Google earth, 2016).  | 32   |
| 13     | Méthode d'échantillonnage au niveau de chaque parcelle.  | 33   |
| 14     | Echantillonnage du sol (Original).   | 34   |
| 15     | Conditionnement des échantillons (Original).   | 34   |
| 16     | Séchage du sol (Original).   | 35   |
| 17     | Pesage du sol (Original).  | 35   |
| 18     | Appareil de FENWICK (Original).  | 36   |
| 19     | Extraction des kystes (Original).  | 37   |
| 20     | Récupération du l'extrait (Original).  | 38   |
| 21     | Boite de Pétri contenant l'extrait (Original).   | 38   |

## Liste des figures

|    |   |    |
|----|---|----|
| 22 | Récupération des kystes sous une loupe binoculaire (Original).  | 39 |
| 23 | Les kystes pleins de <i>Globodera</i> vus sous microscope optique G : X4 (Original).  | 39 |
| 24 | Les kystes vides de <i>Globodera</i> vus sous une loupe binoculaire (Original).   | 40 |
| 25 | Ecrasement des kystes sous un microscope optique A : (G : X4) et B : (G : X10) (Original).  | 40 |
| 26 | Nombres moyens des kystes vides de <i>Globodera</i> dans les parcelles de la wilaya de Tipaza.  | 43 |
| 27 | Nombres moyens des kystes vides de <i>Globodera</i> dans les parcelles de la wilaya de Bouira.  | 44 |
| 28 | Nombres moyens des kystes vides de <i>Globodera</i> dans les parcelles de la wilaya d'Alger.  | 44 |
| 29 | Nombres moyens des kystes (vides, pleins et totaux) de <i>Globodera</i> dans les parcelles de la wilaya d'Ain Defla.                                    | 45 |
| 30 | Degré d'infestation dans les parcelles étudiées à Ain Defla.  | 46 |
| 31 | Dendrogramme de classifications hiérarchiques des communes d'Ain Defla basée sur leur degré d'infestation par les nématodes à kystes <i>Globodera</i> . | 54 |
| 32 | Statut des exploitations agricoles enquêtées dans les trois wilayas.  | 55 |
| 33 | Destination de la pomme de terre produite dans les exploitations enquêtées dans les trois wilayas.  | 56 |
| 34 | Niveau de formation des agriculteurs enquêtés dans les trois wilayas.   | 58 |
| 35 | Système de culture appliqué dans les exploitations enquêtées dans trois wilayas pour la production de la pomme de terre.                                | 60 |
| 36 | Variétés cultivées dans les parcelles enquêtées dans trois wilayas.   | 61 |
| 37 | Environnement des parcelles cultivées en pomme de terre dans les trois wilayas.   | 62 |
| 38 | Présence ou absence d'une bordure autour des parcelles enquêtées dans trois wilayas.  | 62 |
| 39 | Texture du sol des parcelles enquêtées dans les trois wilayas.  | 63 |

## Liste des figures

---

|    |  |    |
|----|--|----|
| 40 | Pratique de la jachère dans les parcelles enquêtées au niveau de wilaya de Bouira.   | 64 |
| 41 | Type de labour pratiqué dans les exploitations enquêtées dans trois wilayas.   | 65 |
| 42 | Connaissances des agriculteurs sur les nématodes à kystes <i>Globodera</i> sp. Au niveau des exploitations enquêtées dans les trois wilayas. | 66 |
| 43 | Importance des analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées.   | 67 |
| 44 | Type de rotation des exploitations enquêtées dans les trois wilayas.   | 69 |
| 45 | Amendement minéral et organique utilisés dans les parcelles enquêtées dans les trois wilayas.  | 70 |

## Liste des tableaux

| Numéro | Titre  | Page |
|--------|--|------|
| 1      | Evolution de la production de pomme de terre dans la wilaya Tipaza (DSA Tipaza, 2016).   | 12   |
| 2      | Evolution de la production de pomme de terre dans la wilaya Bouira (DSA Bouira, 2016).   | 13   |
| 3      | Evolution de la production de pomme de terre dans la wilaya d'Alger (DSA Alger, 2016).   | 14   |
| 4      | Evolution de la production de pomme de terre dans la wilaya d'Ain Defla (DSA Ain Defla, 2016).   | 15   |
| 5      | Apport nutritionnel moyen pour 100g de la pomme de terre cuites à l'eau (IIFP, 2001).  | 15   |
| 6      | Répartition géographique des <i>Globodera</i> dans le monde (OEPP, 2006).  | 18   |
| 7      | Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% du nombre de kystes vides en fonction des wilayas prospectées.   | 47   |
| 8      | Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% du nombre de kystes vides en fonction des communes prospectées dans les différentes wilayas.   | 47   |
| 9      | Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% de l'effet du site de prélèvement (parcelle) sur le nombre de kystes vides dans les différentes communes des quatre wilayas prospectées. | 48   |
| 10     | Résultats de test de Kruskal-Wallis relatifs à la variabilité de nombre de kystes pleins de <i>Globodera</i> en fonction des communes.   | 49   |
| 11     | Résultats de test de Kruskal-Wallis relatifs à la variabilité de nombre de kystes pleins de <i>Globodera</i> en fonction des parcelles au sein de la même commune.                         | 50   |
| 12     | Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% du nombre total de kystes en fonction des wilayas prospectées.   | 51   |
| 13     | Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% du nombre total des kystes en fonction des communes prospectées dans les différentes wilayas.  | 51   |
| 14     | Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% de l'effet du site de  | 52   |

## Liste des tableaux

|    |   |    |
|----|---|----|
|    | prélèvement (parcelle) sur le nombre total des kystes dans les différentes communes des quatre wilayas prospectées.   |    |
| 15 | Résultats de test de Kruskal-Wallis relatifs à la variabilité de nombre des œufs+J2 de <i>Globodera</i> /g du sol en fonction des communes.                             | 53 |
| 16 | Résultats de test de Kruskal-Wallis relatifs à la variabilité des nombres d'œufs+J2 de <i>Globodera</i> /g du sol en fonction des parcelles au sein de la même commune. | 53 |
| 17 | Importance de la culture de pomme de terre dans les exploitations enquêtées dans les trois wilayas.   | 57 |
| 18 | Type de rotation dans les exploitations enquêtées dans les trois wilayas.   | 59 |
| 19 | Les traitements phytosanitaires pratiqués dans les exploitations enquêtées dans les trois wilayas.  | 71 |

## Liste des abréviations

**ITCMI** : Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles.

**FAO** : Organisation des Nations Unis pour l'alimentation et l'agriculture.

**DSA** : Direction des services agricoles.

**EAC** : Exploitation Agricole collective.

**EAI** : Exploitation Agricole individuel.

**Ha** : Hectare.

**INPV** : Institut National de la Protection des Végétaux.

**LNPV** : Laboratoire National de la Protection des Végétaux.

**G** : *Globodera*

**L** : Larve.

**Qx** : Quintaux.

**Et** : écart type.

**Moy** : Moyenne.

**R** : Répétition.

**KP** : Nombre de kyste plain.

**KV** : Nombre de kyste vide.

**NTK** : Nombre total de kyste.

**Fig.** : Figure.

**µm** : micromètre.

**F** : valeur de Fisher.

Comm.pers : Communication personnelle.

## *Sommaire*

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Introduction</b>   | <b>1</b>  |
| <b>Chapitre I : Généralités sur la pomme de terre.</b>                                    | <b>2</b>  |
| <b>I.1.</b> Historique de la pomme de terre.  | <b>3</b>  |
| <b>I.2.</b> Taxonomie de la pomme de terre.   | <b>4</b>  |
| <b>I.3.</b> Description botanique et morphologique.                                       | <b>5</b>  |
| <b>I.3.1.</b> La partie aérienne.   | <b>6</b>  |
| <b>I.3.2.</b> La partie souterraine.  | <b>7</b>  |
| <b>I.3.3.</b> Morphologie externe et interne des tubercules.                              | <b>8</b>  |
| <b>I.4.</b> Cycle de reproduction et physiologie.   | <b>9</b>  |
| <b>I.4.1.</b> Cycle sexué.  | <b>10</b> |
| <b>I.4.2.</b> Cycle végétatif.  | <b>11</b> |
| <b>I.4.3.</b> Physiologie de développement.   | <b>12</b> |
| <b>I.4.3.1.</b> Le repos végétatif et dormance.   | <b>13</b> |
| <b>I.4.3.2.</b> La germination.   | <b>14</b> |
| <b>I.4.3.3.</b> Tubérisation.   | <b>15</b> |
| <b>I.5.</b> Importance économique de la pomme de terre.                                   | <b>16</b> |
| <b>I.5.1.</b> Production mondiale de la pomme de terre.                                   | <b>17</b> |
| <b>I.5.2.</b> Production de la pomme de terre en Algérie.                                 | <b>18</b> |
| <b>I.5.2.1.</b> Dans la wilaya de Tipaza.   | <b>19</b> |
| <b>I.5.2.2.</b> Dans la wilaya de Bouira.   | <b>20</b> |
| <b>I.5.2.3.</b> Dans la wilaya d'Alger.   | <b>21</b> |
| <b>I.5.2.4.</b> Dans la wilaya d'Ain Defla.   | <b>22</b> |
| <b>I.6.</b> Valeur Nutritionnelle.  | <b>23</b> |
| <b>I.7.</b> Les maladies et les ennemis de la pomme de terre.                             | <b>24</b> |
| <b>Chapitre II : Généralités sur les nématodes.</b>                                       | <b>25</b> |
| <b>II.1.</b> Généralités sur les nématodes à kyste de pomme de terre <i>Globodera</i> sp. | <b>26</b> |
| <b>II.2.</b> Systématique du nématode à kyste <i>Globodera</i> .                          | <b>27</b> |
| <b>II.3.</b> Répartition géographique des nématodes à kystes.                             | <b>28</b> |
| <b>II.4.</b> Morphologie des nématodes à kystes du genre <i>Globodera</i> sp.             | <b>29</b> |
| <b>II.4.1.</b> Description morphologique.   | <b>30</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>II.4.2.</b> Distinction entre <i>Globodera rostochiensis</i> et <i>Globodera pallida</i> .   | <b>31</b> |
| <b>II .5.</b> Cycle biologique.   | <b>32</b> |
| <b>II.6.</b> Symptômes et dégâts dus aux nématodes à kystes <i>Globodera</i> .  | <b>33</b> |
| <b>II.6.1.</b> Les symptômes des nématodes à kystes sur la pomme de terre.  | <b>34</b> |
| <b>II.6.2.</b> Les dégâts des nématodes à kystes.   | <b>35</b> |
| <b>II.7.</b> Méthodes de lutte contre les nématodes à kystes <i>Globodera</i> .   | <b>36</b> |
| <b>II.7.1.</b> Méthodes Prophylactiques.  | <b>37</b> |
| <b>II.7.2.</b> Lutte culturale.   | <b>38</b> |
| <b>II.7.3.</b> Lutte physique.  | <b>39</b> |
| <b>II.7.4.</b> Lutte biologique.  | <b>40</b> |
| <b>Chapitre III : Matériel et méthodes.</b>   | <b>41</b> |
| <b>III.1.</b> Objectif de l'étude.  | <b>42</b> |
| <b>III.2.</b> Présentation des régions d'études.  | <b>43</b> |
| <b>III.2.1.</b> Wilaya de Tipaza.   | <b>44</b> |
| <b>III.2.1.1.</b> Situation géographique.   | <b>45</b> |
| <b>III.2.1.2.</b> Climat.   | <b>46</b> |
| <b>III.2.2.</b> Wilaya de Bouira.   | <b>47</b> |
| <b>III.2.2.1.</b> Situation géographique.   | <b>48</b> |
| <b>III.2.2.2.</b> Climat.   | <b>49</b> |
| <b>III.2.3.</b> Wilaya d'Alger.   | <b>50</b> |
| <b>III.2.3.1.</b> Situation géographique.   | <b>51</b> |
| <b>III.2.3.2.</b> Climat.   | <b>52</b> |
| <b>III.2.4.</b> Wilaya d'Ain Defla.   | <b>53</b> |
| <b>III.2.4.1.</b> Situation géographique.   | <b>54</b> |
| <b>III.2.4.2.</b> Climat.   | <b>55</b> |
| <b>III.2.4.3.</b> Caractéristiques du sol.  | <b>56</b> |
| <b>III.3.</b> Etat d'infestation de quelques parcelles cultivées en pomme de terre par les nématodes à kystes du genre « <i>Globodera Sp.</i> » dans les wilayas de Tipaza, Bouira, Alger et Ain Defla. | <b>57</b> |
| <b>III.3.1.</b> Analyse nématologique.  | <b>58</b> |
| <b>III.3.1.1.</b> L'échantillonnage.  | <b>59</b> |
| <b>III.3.1.1.1.</b> Conditionnement des échantillons.   | <b>60</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>III.3.1.1.2.</b> Séchage du sol.  | <b>61</b> |
| <b>III.3.1.1.2.</b> Pesage.  | <b>62</b> |
| <b>III.3.1.2.</b> Extraction des kystes.   | <b>63</b> |
| <b>III.3.1.3.</b> La récupération et prélèvement des kystes.   | <b>64</b> |
| <b>III.3.1.4</b> Dénombrement des kystes, des œufs et juvéniles contenus dans les kystes.                      | <b>65</b> |
| <b>III.4.</b> Enquête auprès des agriculteurs.   | <b>66</b> |
| <b>III.4.1.</b> Choix de l'échantillon.  | <b>67</b> |
| <b>III.4.2.</b> Elaboration des questionnaires et collecte des données.  | <b>68</b> |
| <b>III.4.3.</b> Analyse et interprétation des données.   | <b>69</b> |
| <b>Chapitre IV : Résultats et discussions.</b>   | <b>70</b> |
| <b>IV.1.Résultats.</b>   | <b>71</b> |
| <b>IV.1.1.</b> Etat d'infestation  | <b>72</b> |
| <b>IV.1.1.1.</b> Dénombrement des kystes de <i>Globodera</i> .   | <b>73</b> |
| <b>IV.1.1.2.</b> Dénombrement des œufs et des larves de <i>Globodera</i> .                                     | <b>76</b> |
| <b>IV.1.1.3.</b> Analyse de la variance.   | <b>77</b> |
| <b>IV.1.1.4.</b> Classification hiérarchique des communes d'Ain Defla en fonction de leur degré d'infestation. | <b>78</b> |
| <b>IV.1.2.</b> Analyse des enquêtes auprès des agriculteurs des trois wilayas « Tipaza, Bouira et Alger ».     | <b>79</b> |
| <b>IV.1.2.1.</b> Présentation des exploitations enquêtées.   | <b>80</b> |
| <b>IV.1.2.1.1.</b> Statut.   | <b>81</b> |
| <b>IV.1.2.1.2.</b> Type de culture et destination.   | <b>82</b> |
| <b>IV.1.2.1.3.</b> La superficie des exploitations enquêtées.  | <b>83</b> |
| <b>IV.1.2.1.4.</b> Niveau de formation agricole des agriculteurs enquêtés.                                     | <b>84</b> |
| <b>IV.1.2.2.</b> Caractéristiques des sites et mode de conduite de la culture.                                 | <b>85</b> |
| <b>IV.1.2.2.1.</b> Type de rotation.   | <b>86</b> |
| <b>IV.1.2.2.2.</b> Système de culture.   | <b>87</b> |
| <b>IV.1.2.2.3.</b> Les variétés cultivées.   | <b>88</b> |
| <b>IV.1.2.3.</b> Environnement de la parcelle.   | <b>89</b> |
| <b>IV.1.2.4.</b> Mécanisation.   | <b>90</b> |
| <b>IV.1.2.5.</b> Pratiques culturales (Plantes associées, irrigation, pratique de jachère, labour).            | <b>91</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>IV.1.2.6.</b> Connaissances des agriculteurs sur les nématodes à kystes <i>Globodera</i> sp. | <b>92</b> |
| <b>IV.1.2.7.</b> Méthodes de lutte utilisées contre les nématodes.                              | <b>93</b> |
| <b>IV.2. Discussion.</b>  | <b>94</b> |
| <b>Conclusion</b>   |           |
| <b>Références bibliographiques</b>  |           |
| <b>Annexes</b>  |           |

### Introduction

La pomme de terre est une plante herbacée tubéreuse originaire d'Amérique latine. Dans la pratique agricole, le cycle de production de la pomme de terre est principalement végétatif, les tubercules produits constituent à la fois un organe de reproduction asexuée et la partie alimentaire de la plante (Delaplace, 2007).

Selon Alloy (2009), la pomme de terre occupe une place très importante dans l'alimentation humaine. La consommation de pomme de terre dépasse les 35 kg par personne et par an, primeurs comprises, auxquelles s'ajoutent en moyenne plus de 25 kg sous forme de produits transformés (chips, frites, poudres et flocons destinés à la préparation de purées ou de potage).

La pomme de terre est une culture stratégique de part sa position dans le monde où elle occupe la quatrième place après les cultures de blé, de riz et de maïs. En Algérie sa culture se classe en tête des cultures maraîchères, tant sur le plan superficiel que par le niveau de production (Badaoui et al., 2011).

Par ailleurs, la production de pomme de terre comme toutes les autres productions agricole est menacée par des ravageurs et différentes maladies tel que bactériennes, cryptogamiques et les viroses. Parmi ravageurs, les nématodes à kystes du genre *Globodera* sont très redoutables.

Deux espèces de nématodes à kyste attaquent la pomme de terre : *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*. Ces deux espèces sont classées organismes de quarantaine par l'OEPP (Organisation Européenne et méditerranéenne de protection des plantes) ils peuvent causer des pertes économiques considérables (jusqu'à 80 %) (INRA, 2012). Ils sont Classés par la législation phytosanitaire Algérienne comme organisme de quarantaine dont la lutte est obligatoire.

Ces nématodes ont été découverts pour la première fois en Algérie en 1953 suite à l'introduction de semences de pomme de terre d'origine britannique à la fin de la deuxième guerre mondiale. Une année après, ils ont été signalés dans le littoral algérois. En 1961, les

surfaces contaminées se sont étendues rapidement touchant 33 communes aux environs d'Ain Defla, Tipaza, Chlef, Mascara et Sétif (INPV, 2016).

La présence de ces organismes dans nos parcelles constitue une vraie menace qui pourra anéantir à jamais cette spéculation. La détection et l'évaluation du niveau d'infestation des plantations par ces phytovageurs contribuera sûrement à un bon choix des méthodes de lutte et empêchera leur propagation.

L'objectif de notre étude est de mener une large enquête sur la présence de ces nématodes à kystes, leur distribution géographique, et l'état d'infestation de quelques parcelles cultivées en pomme de terre dans quatre wilayas d'Algérie (Tipaza, Bouira, Alger, Ain Defla). Elle vise aussi à mettre en évidence les facteurs qui peuvent contribuer au développement de ces parasites dans ces régions et proposer l'état des lieux des mesures prises par les organismes spécialisés dans la protection de végétaux pour sensibiliser les agriculteurs sur l'importance économiques et agronomique de ces nématodes afin de limiter leur développements et dispersion.

**I.1. Historique de la pomme de terre**

La pomme de terre existe depuis plus de 8 000 ans. D'après les recherches réalisées, l'Amérique du Sud serait la terre natale de ce légume. Les indiens des Andes auraient développé très tôt des techniques agricoles variées et trouvé les moyens de la conserver (P.P.T.Q., 2015). Il n'y a pas de document sur la date précise d'arrivée de cette plante sur l'Europe (Rousselle et *al.*, 1996). Elle a été introduite en Europe à la fin du 16<sup>e</sup> siècle. Son succès depuis cette époque a donc été foudroyant (Pousset, 2004).

Selon Meziane (1991), en Algérie, la pomme de terre a probablement été introduite une première fois au XVI<sup>ème</sup> siècle par les Maures andalous qui ont propagé les autres cultures dans la région, mais n'ayant pas suscité d'intérêt, elle est tombée dans l'oubli. Au cours de la deuxième moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle, la pomme de terre sera cultivée par les colons pour leur propre besoin, car les Algériens avaient une réticence vis-à-vis de cette culture. Ce n'est que vers les années 30/40 que cette opposition prend fin, lors de la dernière grande famine.

Bien que les pommes de terre cultivées dans le monde entier appartiennent à la même espèce botanique, *Solanum tuberosum*, il existe des milliers de variétés, très différentes de par leur forme, leur couleur, leur usage culinaire et leur goût (CIP, 2008). En Algérie plusieurs variétés sont cultivées dont les plus dominantes sont Spunta 35% et Désirée 30% (ITCMI, 2005).

**I.2. Taxonomie de la pomme de terre**

La pomme de terre *Solanum tuberosum* plant à fleur appartient à la famille des Solanacées, et partage le genre *Solanum* avec au moins 1 000 espèces. Environ 200 espèces de solanacées produisent des tubercules (Hawkes, 1990).

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*



**❖ La tige**

Lorsque la plante germe à partir de graine, elle ne forme qu'une seule tige principale, tandis que celle qui germe à partir du tubercule peut en produire plusieurs. Les tiges latérales se ramifient sur les tiges principales. On coupe transversale, les tiges sont rondes à anguleuses. Sur les bords se forment souvent des ailes ou des côtes. La couleur de la tige est généralement verte mais il arrive qu'elle soit rouge-brun ou pourpre. Les tiges portent les feuilles, les bourgeons axillaires des feuilles peuvent se développer et former des tiges latérales, des stolons, des inflorescences ou même des tubercules aériens (Sawyer, 1972).

Le nombre de tiges peut varier de 1 à 10, ont un port érigé au début, puis deviennent étalés par la suite (PNTTA. 1999).

**❖ Les feuilles**

Les feuilles sont alternes, disposées sur la tige en suivant une phyllotaxie spiralée avec une spirale génératrice tournant le plus souvent dans le sens senestre. Le port de la feuille, qui dépend de son angle d'insertion sur la tige, est un caractère variétal relativement stable. Dans toutes les parties vertes de la pomme de terre et principalement les feuilles, il y'a présence de glycoalcaloïdes toxique comme la Solanine (Rousselle et *al.*, 1996).

Les feuilles sont normalement « composées », c'est-à-dire d'une nervure centrale « rachis » et de plusieurs folioles. Chaque rachis peut comporter plusieurs paires de folioles, plus une foliole terminale (Sawyer, 1972).

**❖ Inflorescences et fructifications**

Les fleurs regroupées en cyme sont rarement fructifères, toutefois l'abondance de la fructification dépend de la variété. Les fleurs sont généralement de couleur blanche, rose, bleu ou lilas violacé. On général les variétés à peau blanche ont des fleurs blanche, tandis que les variétés à peau colorée ont des fleurs colorées (Nyabyenda, 2005). Ces fleurs donnent des fruits en forme de baie contenant des graines. Les graine de la pomme de terre ne sont utilisées qu'en amélioration génétique afin d'obtenir de nouvelle variétés (PNTTA. 1999).

**I.3.2. La partie souterraine****❖ Les racines**

La pomme de terre forme des racines à partir des nœuds situés sur la partie basse de la tige. Les racines servent à l'absorption de l'eau et des nutriments. Elle forme également des

stolons qui sont des rameaux souterrains avec croissance plagiotrope et dont les extrémités se développent en tubercules. Les stolons et les tubercules sont des organes souterrains avec, la capacité de formation de chlorophylle sous l'influence de la lumière (Nyabyenda, 2005).

### ❖ Tubercule mère

Alimente la plante au début de sa croissance. Avec le temps, il se ratatine, fonce et pourrit après avoir donné de nouveaux tubercules (Julien, 2007).

### I.3.3. Morphologie externe et interne des tubercules

Cinq critères permettent de caractériser le tubercule (Fig. 3) : la forme, la couleur et la texture de la peau l'enfoncement des yeux, la couleur de la chair (Grison, 1983).

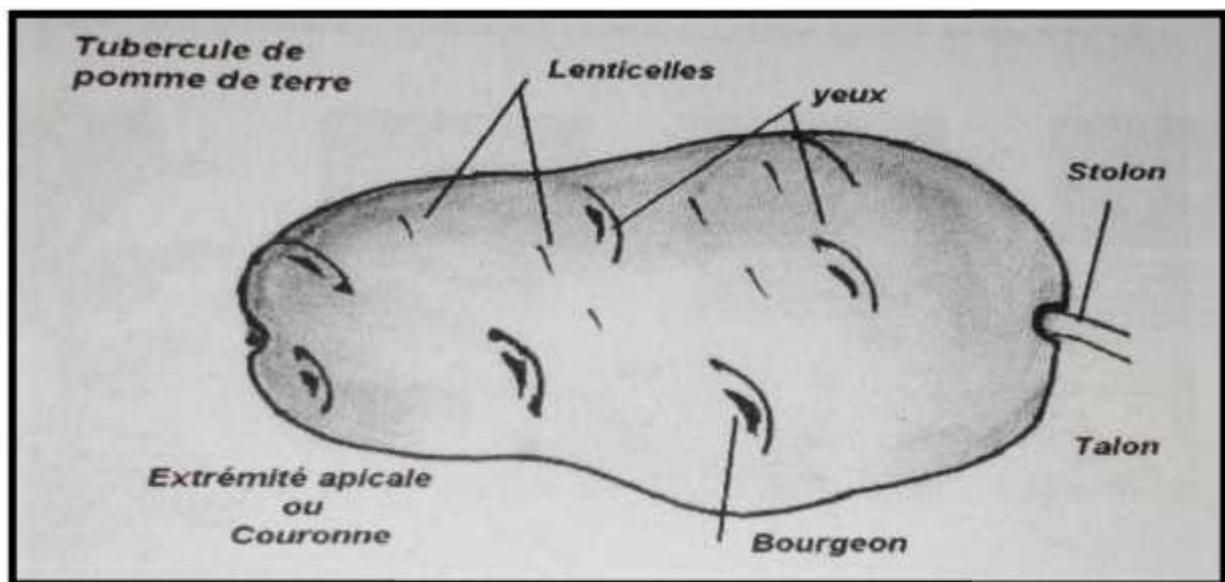


Figure 3 : Morphologie d'un tubercule (Vanderhofstadt et *al.*, 2008).

### ❖ Structure externe

On peut voir un bourgeon terminal à l'extrémité apical du tubercule appelé « couronne ». À l'autre extrémité qualifiée de « talon », on trouve le point d'attache du stolon : « ombilic ». Ils sont régulièrement disposés, tout au long des tubercules, des dépressions en coup d'angle : « les yeux ». Surtout fréquents dans la région de couronne. Ils correspondent à l'emplacement des

bourgeons axillaires et sont bordés par un épaulement ou « arcade » qui n'est rien d'autre que la cicatrice d'une écaille. On note la présence des lenticelles qui ont une origine stomatique (Rousselle et *al.*, 1996).

### ❖ **Structure interne**

Sur la coupe longitudinale d'un tubercule arrivé à la maturité, on observe de l'extérieur vers l'intérieur tout d'abord le périderme, connu plus communément sous le nom de « peau » (Rousselle et *al.* 1996). Les lenticelles assurent la communication entre l'extérieur et l'intérieur du tubercule et jouent un rôle essentiel dans la respiration de cet organe. Lorsque la peau est endommagée, il y'a subérisation des parois cellulaires et formation d'un péri derme de blessure (Beukema et van der Zaag, 1990).

## **I.4. Cycle de reproduction et physiologie**

### **I.4.1. Cycle sexué**

Le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de 1 à 3 centimètres de diamètre, il contient généralement plusieurs dizaines de graines (Bernhards, 1998), et peut contenir jusqu'à 200 graines (Rousselle et *al.*, 1992).

La pomme de terre est très peu reproduite par graines dans la pratique agricole, cependant la graine est l'outil de création variétale (Soltner, 2005).

### **I.4.2. Cycle végétatif ou de développement**

Selon INPV (2013), en partant de stade tubercule germé, le cycle végétatif de la pomme de terre comprend 4 étapes. Un tubercule germé est planté en terre, ses germes se transforment en tiges feuillées, dont les bourgeons axillaires donnent au-dessus du sol des rameaux, au-dessous des stolons : c'est la phase de croissance végétative.

Au bout d'un certains temps, variable selon la variété et le milieu, les extrémités des stolons cessent de croître et se renflent pour former en une ou deux semaines les ébauches des tubercules : c'est la tubérisation, qui se prolonge jusqu'à la mort de la plante par la phase de

grossissement. Sur les organes aériens, rien ne permet d'indiquer le moment de cette ébauche des tubercules.

A la mort de la plante soit naturellement, soit artificiellement provoquée, les tubercules sont incapables de germer même dans les conditions optimales de température et d'humidité : c'est le repos végétatif ou dormance.

Enfin, après une évolution physiologique interne, les tubercules deviennent capables d'émettre des bourgeons : c'est la germination.

### **I.4.3. Physiologie de développement**

Le tubercule n'est pas seulement un organe de réserve, c'est aussi un organe qui sert à la multiplication végétative. Cette dernière se déroule en trois étapes : la dormance, la germination et la tubérisation.

#### **I.4.3.1. Le repos végétatif et dormance**

Selon Rousselle et *al.* (1996), à partir de sa récolte, le tubercule de la pomme de terre présente une période de repos végétatif durant laquelle le tubercule est incapable de germer, même quand il est placé dans des conditions de milieu favorable à la germination, comme une température et une humidité relativement élevées, puis une période de dormance, pendant laquelle le tubercule peut être maintenu sans germination par l'application de conditions suboptimales.

Peu de choses encore sont actuellement connues sur les mécanismes physiologiques conditionnant le repos végétatif du tubercule. La durée du repos végétatif admet des différences variétales et des traitements peuvent soit lever ce repos, soit inhiber la germination (INPV. 2013).

#### **I.4.3.2. La germination**

Selon Elissèche (2008), lorsqu'un tubercule est placé dans des conditions d'environnement favorables (16 à 20°C, 60 à 80% d'humidité relative) aussitôt après la fin de son repos végétatif, il commence à germer.

Au cours du stockage, une évolution interne du tubercule conduit d'abord à un seul germe qui se développe lentement et dans ce cas le germe issu du germe terminal inhibe les autres ; ce qui est la dominance apicale. Puis un petit nombre de germes à croissance rapide se développent, ensuite un nombre de plus en plus élevé de germes démarrent, traduisant une pente progressive de la dominance apicale. Ils s'allongent lentement, se ramifient, deviennent filiformes et finalement tubérisés (Bernhards, 1998).

### **I.4.3.3. Tubérisation**

Le tubercule est la justification économique de la culture de la pomme de terre, puisqu'il constitue la partie alimentaire de la plante et en même temps son organe de propagation le plus fréquent (Rousselle et *al.*, 1996). Le phénomène de tubérisation se déroule selon trois étapes successives : l'induction, l'initiation et la croissance radicale des tubercules.

L'induction se traduit d'abord par un arrêt d'élongation des stolons après une période de croissance dont la durée est variable en fonction des conditions environnantes et du génotype (Rousselle et *al.*, 1996). L'induction de la tubérisation est favorisée par des photopériodes inférieures à la photopériode critique propre à chaque génotype (Delaplace, 2007).

Le même auteur ajoute que l'initiation à la tubérisation dépend d'un stimulus dont l'intensité est fonction de la longueur du jour, de la température et de la fertilisation azotée.

Le stade de tubérisation voit se former les ébauches des tubercules par croissance radiale du premier entre-nœud situé du dessous du bourgeon apical du stolon (Rousselle et *al.*, 1996).

Le modèle suivi par les tubercules varie considérablement entre les tubercules d'une même plante. Une hiérarchie s'établit entre ces organes de stockage qui entrent en compétition pour les nutriments. Les tubercules croissent le plus vite limitant le développement des autres tubercules (Verhees, 2002).

I.5. Importance Économique de la pomme de terre

I.5.1. Production mondiale de la pomme de terre

En 2013, la production mondiale de pommes de terre s’est maintenue à un bon niveau, à hauteur de 367 millions de tonnes (Fig. 4).

Cela traduit une légère baisse, de l’ordre de 8 millions de tonnes, qui s’explique par une baisse de la production européenne de 15 millions de tonnes et une stabilité de la production américaine alors que l’Asie et l’Afrique continuent leur croissance (FAO, 2013).

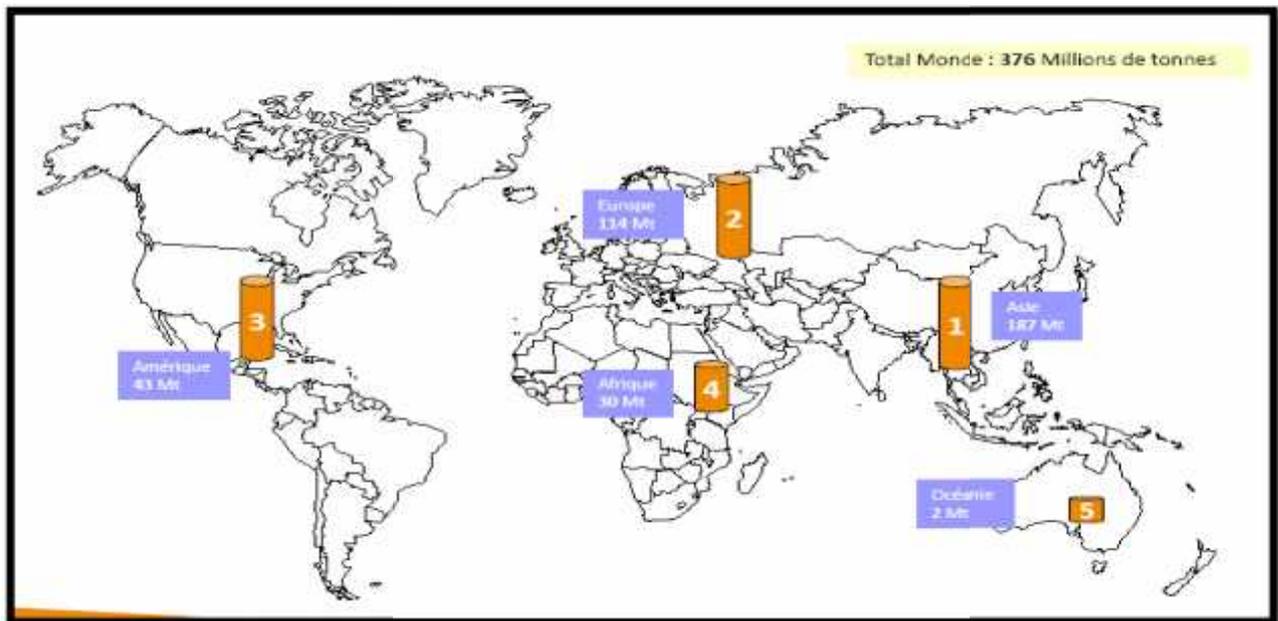


Figure 4 : Production de pomme de terre dans le monde (FAO Stat., 2013).

La Chine, l’Inde et les Etats-Unis juste devant la Russie sont, dans cet ordre, en tête de la production mondiale (Fig.5) (FAO, 2013).

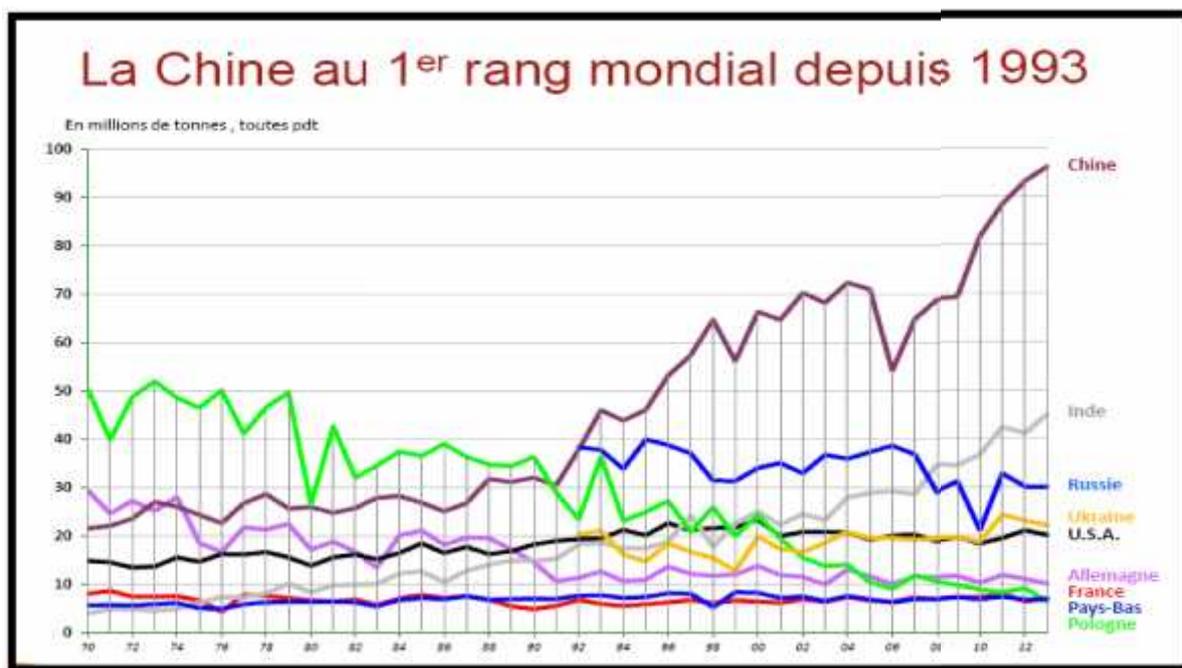


Figure 5 : La production mondiale de pomme de terre (FAO, 2013).

### I.5.2. Production de la pomme de terre en Algérie

Selon Amrar (2014), en Algérie, la production en 2013/2014 toute catégorie de cultures de pommes de terre confondues se situe autour de 4,5 millions de tonnes sont produites annuellement en Algérie, dont 380.000 tonnes de semences sur une superficie globale de 130.000 hectares.

Les wilayas les plus productrices sont : la wilaya d'El Oued avec 11,7 millions de quintaux (24%), la wilaya d'Ain Defla avec 7,3 millions de quintaux (15%) et la wilaya de Mostaganem avec 3,7 millions de quintaux (8%).

Contrairement aux pays septentrionaux où la pomme de terre est cultivée durant une seule saison, en Algérie elle est cultivée selon trois types de culture qui sont : la saison, l'arrière saison et la primeur, ce qui offre des avantages avérés pour une bonne régulation de la production de la pomme de terre sous toutes ses formes, (programmation en amont, stockage sous froid, transformation et exportation.).

De 2010 à 2013 la production a augmenté de 29 %, alors les superficies n'ont augmenté que de 19,41%, ce qui montre que ces gains de production découlent plus de l'amélioration des rendements (Amar, 2013).

**I.5.2.1. Dans la wilaya de Tipaza**

Au niveau de la wilaya de Tipaza, les exploitations agricoles dans les communes d’Ahmer El Ain et Bourkika sont connues pour leur production abondante de pomme de terre. Dans cette wilaya, Il y’a trois types de cultures de pomme de terre: saison, arrière saison et la culture primeur. La pomme de terre de primeur est attendue pour le mois de novembre, alors que la pomme de terre de la réelle saison (celle cultivée en été) sera récoltée vers la fin du mois de décembre (DSA Tipaza, 2016).

Selon les données statistiques des services agricoles de la wilaya, la production de la pomme de terre pour l'année 2015 a dépassé un millions de quintaux soit une augmentation de 368230 Qx par rapport à 2014.

Les données relatives aux superficies consacrées à cette culture, à sa production et aux rendements dans la wilaya de Tipaza pour la période (2004\2015) sont présentées dans le tableau 01.

**Tableau 1 : Evolution de la production de pomme de terre dans la wilaya Tipaza (DSA Tipaza, 2016).**

| <b>Année.</b>    | <b>Superficie (Ha).</b> | <b>Production (Qx).</b> | <b>Rendement.</b> |
|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| <b>2004\2005</b> | 2627                    | 540337                  | 206               |
| <b>2005\2006</b> | 2929                    | 685095                  | 234               |
| <b>2006\2007</b> | 2387                    | 472720                  | 198               |
| <b>2007\2008</b> | 2117                    | 529292                  | 250               |
| <b>2008\2009</b> | 2872                    | 862940                  | 300               |
| <b>2009\2010</b> | 3753                    | 957260                  | 255               |
| <b>2010\2011</b> | 3675                    | 925485                  | 252               |
| <b>2011\2012</b> | 3777                    | 952962                  | 252               |
| <b>2012\2013</b> | 3971                    | 1035470                 | 261               |
| <b>2013\2014</b> | 4204                    | 1085770                 | 258               |
| <b>2014\2015</b> | 7000                    | 1454000                 | 208               |

**I.5.2.2. Dans la wilaya de Bouira**

Bouira est classée parmi les cinq premières wilayas à l'échelle nationale en matière de production de pomme de terre. La plaine des Arribs d'Aïn Bessem est une région où la pomme de terre est devenue au fil de ces dernières années (DSA Bouira, 2016).

La production de la pomme de terre pour l'année 2015 dans la wilaya de Bouira pourrait dépasser les deux millions de quintaux, soit une augmentation de 325,550 Qx par rapport à 2014 (DSA Bouira, 2016).

Les données relatives aux superficies consacrées à cette culture, à sa production et aux rendements dans la wilaya de Bouira pour la période (2004\2015) sont présentées dans le tableau 02.

**Tableau 2 : Evolution de la production de pomme de terre dans la wilaya Bouira (DSA Bouira, 2016).**

| <b>Année.</b>    | <b>Superficie (Ha).</b> | <b>Production (Qx).</b> | <b>Rendement.</b> |
|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| <b>2004\2005</b> | 2 798                   | 577 975                 | 207               |
| <b>2005\2006</b> | 2 247                   | 480 400                 | 214               |
| <b>2006\2007</b> | 3 330                   | 665 920                 | 200               |
| <b>2007\2008</b> | 3 615                   | 957 950                 | 265               |
| <b>2008\2009</b> | 5 168                   | 1 362 030               | 264               |
| <b>2009\2010</b> | 5 085                   | 1 604 560               | 316               |
| <b>2010\2011</b> | 5 062                   | 1 754 050               | 347               |
| <b>2011\2012</b> | 5 861                   | 2 276 980               | 388               |
| <b>2012\2013</b> | 6 101                   | 2 081 500               | 341               |
| <b>2013\2014</b> | 5 522                   | 1 760 499               | 319               |
| <b>2014\2015</b> | 6 198                   | 2 086 049               | 337               |

**I.5.2.3. Dans la wilaya d'Alger**

La wilaya d'Alger est connue par sa production abondante des culture maraichères comme le fenouil et L'aubergine, mais selon les donnés statistiques des services agricole de la wilaya, on remarque que la culture de pomme de terre occupe une superficie importante, surtout dans les communes de Dar El Beïda et Rouiba (DSA Alger, 2016). Il s'agit d'une production précoce, saisonnière et celle cultivée sous serres. La production de la pomme de terre pour l'année 2015 dans la wilaya d'Alger est 623 200 de quintaux, soit une diminution par rapport à 2014 (DSA Alger, 2016).

Les données relatives aux superficies consacrées à cette culture, à sa production et aux rendements dans la wilaya d'Alger pour la période (2004\2015) sont présentées dans le tableau 03.

**Tableau 3 : Evolution de la production de pomme de terre dans la wilaya d'Alger (DSA d'Alger, 2016).**

| <b>Campagne.</b> | <b>Superficie (Ha).</b> | <b>Production (Qx).</b> | <b>Rendement.</b> |
|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| <b>2006</b>      | 2 369                   | 564 919                 | 239               |
| <b>2007</b>      | 1 697                   | 421 806                 | 249               |
| <b>2008</b>      | 1 020                   | 297 357                 | 291               |
| <b>2009</b>      | 1 786                   | 586 475                 | 328               |
| <b>2010</b>      | 1 786                   | 693 079                 | 388               |
| <b>2011</b>      | 2 118                   | 716 729                 | 338               |
| <b>2012</b>      | 2 078                   | 733 830                 | 353               |
| <b>2013</b>      | 2 185                   | 824 544                 | 378               |
| <b>2014</b>      | 1 944                   | 733 325                 | 377               |
| <b>2015</b>      | 1 618                   | 623 200                 | 385               |

#### **I.5.2.4. Dans la wilaya d'Ain Defla**

La filière pomme de terre occupe une place prépondérante dans la wilaya d'Ain Defla, elle couvre plus de 25% des besoins du marché national. C'est la deuxième zone productrice au niveau national après El Oued. La pomme de terre est cultivée selon deux types ; la saison et l'arrière saison (DSA Ain Defla, 2016).

Les données relatives aux superficies consacrées à cette culture, à sa production et aux rendements dans la wilaya d'Ain Defla pour la période (2004\2015) sont présentées dans le tableau 04.

**Tableau. 4 : Evolution de la production de pomme de terre dans la wilaya d’Ain Defla (DSA Ain Defla, 2016).**

| <b>Année.</b>    | <b>Superficie (Ha).</b> | <b>Production (Qx).</b> | <b>Rendement.</b> |
|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| <b>2004\2005</b> | 17 377                  | 3 813 285               | 219               |
| <b>2005\2006</b> | 15 230                  | 3 200 000               | 210               |
| <b>2006\2007</b> | 14 650                  | 2 675 600               | 183               |
| <b>2007\2008</b> | 20 550                  | 5 226 700               | 254               |
| <b>2008\2009</b> | 16 599                  | 4 747 330               | 286               |
| <b>2009\2010</b> | 18 736                  | 5 205 500               | 278               |
| <b>2010\2011</b> | 21 487                  | 6 765 000               | 315               |
| <b>2011\2012</b> | 18 385                  | 5 601 681               | 305               |
| <b>2012\2013</b> | 24 013                  | 7 316 309               | 305               |
| <b>2013\2014</b> | 24 525                  | 7 092 875               | 289               |
| <b>2014\2015</b> | 21 882                  | 6 197 030               | 283               |

**I.6. Valeur Nutritionnelle**

La pomme de terre est une source de sucre par l’amidon qu’elle contient, (100g de pomme de terre cuite à l’eau fournissent de 18 à 20g d’amidons). Elle est également riche en fibres, qui favorisent l’impression de satiétés, en vitamines B1, B2, B3, C, et on oligo-éléments, comme le fer (IIFP, 2001).

**Tableau 5 : Apport nutritionnel moyen pour 100g de la pomme de terre cuites à l’eau (IIFP, 2001).**

| <b>Elément.</b>    | <b>Quantités.</b> | <b>Elément.</b> | <b>Quantités.</b> |
|--------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| Valeur énergétique | 86 K Cal          | Protéines       | 2 g               |
| Glucides           | 19 g              | Lipides         | 0,1 g             |
| <b>Vitamines</b>   |                   | <b>Minéraux</b> |                   |
| B1                 | 0,11 mg           | Potassium       | 410 mg            |
| B2                 | 0,04 mg           | Magnésium       | 27 mg             |
| B3                 | 1,2 mg            | Fer             | 0,8 mg            |
| B6                 | 0,2 mg            | Manganèse       | 0,17 mg           |
| C                  | 1,3 mg            | Cuivre          | 0,16 mg           |

## I.7. Les maladies et les ennemis de la pomme de terre

### ❖ Maladies cryptogamiques

- J Mildiou (*Phytophthora infestans*).
- J Alternariose (*Alternaria solani*).
- J Rhizoctone noire (*Rhizoctonia solani*).
- J Fusariose (*Fusarium roseum*).
- J Verticilliose (*Verticillium albo-atrum et Verticillium dahlia*) (I.T.C.F. ,1998).

### ❖ Maladies bactérienne

- J Galle commune (*Streptomyces scabies*).
- J Jambe noire (*Erwinia carotovora*) (I.T.C.F. ,1998).

### ❖ Maladies virales

- J Virus Y (*polyvirus*) ou PVY.
- J Virus X (*potexvirus*) ou PVX.
- J Virus de l'enroulement ou PLRV.
- J Virus de la mosaïque de la luzerne AMV (I.T.C.F. ,1998).

### ❖ Insectes et ravageurs

- J Pucerons (*Myzus persicae, Aulacorthum solani, Macrosiphum euphorbiae*).
- J Teigne (*phthorimaea operculella*).
- J Noctuelles (*Spodoptera littoralis, Spodoptera exigna*) (ARVALIS, 2004).

### ❖ Nématodes

- J Nématodes Gallicoles: (*Meloidoyne* spp.) (C.I.P., 1979).

## II.1. Généralités sur les nématodes à kyste de pomme de terre *Globodera* sp.

C'est un ver microscopique non visible sans grossissement, mesurant en moyenne 0,6 mm de longueur et de formes variables. Il existe plus de 3 000 espèces phytopathogènes, dont 200 espèces répertoriées au Canada réparties dans 50 genres. Les nématodes peuvent être retrouvés dans plusieurs habitats tels que les animaux, l'eau, le sol et, bien sûr, les végétaux. Les nématodes affectant les plantes peuvent être disséminés par l'eau, le vent, le sol, les boutures, les bulbes, les racines, les transplants, les semences, les feuilles mortes, les roues, les animaux, etc. Ce sont des microorganismes très bien organisés possédant un système reproducteur, excréteur, nerveux et digestif (Dallaire et Gilbert, 2010).

## II.2. Systématique du nématode à kyste *Globodera*

Selon Reddy (1983) in Mokhtari (2007) *Globodera pallida* et *Globodera rostochiensis* appartiennent :

Classification de *Globodera* sp.

- **Règne :** Animal
- **Sous règne :** Métazoaire
- **Embranchement :** Némathelminthes
- **Classe :** Nématoda
- **Sous classe :** Secementea
- **Ordre :** Tylenchida
- **Sous-ordre :** Tylenchina
- **Super famille :** Tylencoidea
- **Famille :** Heteroderoidae
- **Sous famille :** Heteroderinae
- **Genre :** *Globodera*

## II.3. Répartition géographique des nématodes à kyste

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<sup>ème</sup> siècle probablement. A partir de l'Europe, ces nématodes furent disséminés avec des pommes de terre de semence vers d'autres régions. La répartition actuelle comprend les zones tempérées jusqu'au

niveau de la mer et les zones tropicales à des altitudes supérieures (Tableau 6). A l'intérieur de ces zones, la répartition est liée à celle de la culture de pomme de terre. (OEPP, 2006).

**Tableau. 6 : Répartition géographique des *Globodera* dans le monde (OEPP, 2006).**

|                             | <i>Globodera rostochiensis</i>  | <i>Globodera pallida</i>   |
|-----------------------------|---|--|
| <b>OEPP.</b>                | Albanie, Algérie, Allemagne, Autriche, Belarus, Belgique, Bulgarie, Chypre, Danemark, Egypte, Espagne (y compris les îles Canaries), Estonie, Finlande, France, Grèce(y compris la Crète), Hongrie (un seul site), Iles Féroé, Islande, Irlande, Lettonie, Liban, Libye, Lituanie, Luxembourg, Malte, Maroc, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal (y compris Madeira; non confirmé aux Azores), République tchèque, Royaume-Uni (Angleterre, Iles anglo-normandes), Russie (Extrême-Orient, Russie centrale, Russie méridionale, Russie septentrionale, Sibérie occidentale, Western orientale), Slovaquie, Suède, Suisse, Tunisie, Ukraine, Yougoslavie. | Algérie, Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Espagne (y compris les îles Canaries), France, Grèce (uniquement en Crète), Irlande, Islande, Iles Féroé, Italie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal (continental), Royaume-Uni (Angleterre, Ecosse, Iles anglo-normandes), Russie (Russie européenne, non confirmé), Slovaquie, Suède, Suisse, Tunisie, Yougoslavie. |
| <b>Asie.</b>                | Chypre, Inde (Kerala, Tamil Nadu), Japon (Hokkaido), Liban, Pakistan, Philippines, Sri Lanka, Tadjikistan, Russie (Extrême-Orient, Sibérie occidentale, Sibérie orientale).   | Chypre, Inde (Himachal Pradesh, Kerala, Tamil Nadu), Pakistan.   |
| <b>Afrique.</b>             | Afrique du Sud, Algérie, Egypte, Libye, Maroc (interceptions uniquement), Sierra Leone, Tunisie.  | Afrique du Sud, Algérie, Tunisie.  |
| <b>Amérique du Nord.</b>    | Canada (Newfoundland, British Columbia Vancouver Island uniquement), Mexique, Etats-Unis (New York; éradiqué dans le Delaware).   | Canada (Newfoundland).   |
| <b>Amérique Centrale et</b> | Costa Rica, Panama.   | Panama.  |

|                         |  |  |
|-------------------------|--|--|
| <b>Caraïbes.</b>        |  |  |
| <b>Amérique du Sud.</b> | dans toute la zone andine d'altitude: Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Equateur, Pérou, Venezuela.   | dans toute la zone andine d'altitude. Argentine, Bolivie, Chili, Colombie, Equateur, Pérou, Venezuela. |
| <b>Océanie.</b>         | Australie (deux attaques, l'une en Western Australia en 1986, l'autre en Victoria en 1991; dans les deux cas des programmes officiels d'éradication sont en cours), Ile Norfolk, Nouvelle-Zélande. | Nouvelle-Zélande.  |
| <b>UE.</b>              | présent.   | présent.   |

## II.4. Morphologie de nématodes à kystes du genre *Globodera* sp.

### II.4.1. Description morphologique

Les nématodes *Globodera rostochiensis* et *G. pallida* sont caractérisés par un dimorphisme sexuel des adultes. Les mâles sont filiformes, mobiles et atteignent 1 mm de long. Les femelles se transforment après fécondation en sacs sphériques, résistants, de couleur brune rouge appelés kystes de 0,3 à 0,9 mm de diamètre (Fig. 06 A). Ces kystes sont remplis d'œufs ou de larves du deuxième stade (200 à 1000) (Fig. 06 B), (INPV, 2009). Ces dernières sont de 0,44 à 0,47 mm de long (Taupin, 2012).



**Figure 6 : Description morphologique de *Globodera* A) Kyste de *Globodera* sp., B) Kyste ouvert de *Globodera* sp. (LNPV, 2013).**

#### **II.4.2. Distinction entre *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida***

Grâce à certains critères d'ordre microscopique, la distinction entre les deux espèces de *Globodera* est devenue possible (Dahou, 1998), tandis que la longueur du stylet chez les larves de *Globodera pallida* atteint 23  $\mu\text{m}$ , celui de *Globodera rostochiensis* ne dépasse pas 21  $\mu\text{m}$ . Ce dernier possède des boutons basaux ronds, par contre, ceux de *Globodera pallida* sont pointus et orientés vers l'avant (Stone, 1972 in Megniery et Fayet, 1984).

La différence la plus évidente entre les deux espèces est la couleur des femelles immatures. Les femelles immatures de *G. rostochiensis* sont jaunes ou dorées (Fig. 07 A), d'où le nom de nématode doré. Les femelles de *G. pallida* sont blanches ou crème (Fig. 07 B). Ensuite les femelles des deux espèces deviennent des kystes bruns.

La diapause chez *G. pallida* n'a qu'une génération par an mais *G. rostochiensis* peut avoir plus d'une génération par an (Rousselle et al., 1996).

Les deux espèces de *Globodera* ont plusieurs pathotypes différents (Kort, 1974). Selon la nomenclature européenne ; Pour *G. rostochiensis* il existe 5 races : RO1, RO2, RO3, RO4, RO5 et pour *G. pallida*, il existe 3 races qui n'en sont peut-être que deux : PA1, PA2\PA3. En Amérique du sud, d'où proviennent ces races, elles seraient beaucoup plus nombreuses (Halseth, 2006).



**Figure 7 : Racines de pommes de terre portant femelles de *G. rostochiensis* et *Globodera pallida*. A) *Globodera rostochiensis*. B) *Globodera pallida* (John libbey, 2008).**

## II.5. Cycle biologique

Le cycle de développement des nématodes à kystes est illustré sur la (Fig.8). Commence par le deuxième stade larvaire qui sort des œufs situés à l'intérieur des kystes. L'éclosion de ce deuxième stade larvaire est stimulée par une substance exsudée par les racines de pommes de terre en croissance. Certains œufs restent dans les kystes éclosent les saisons suivantes. Attirés par les exsudats des racines, le deuxième stade larvaire perce puis pénètre dans les racines pour se nourrir et se développer par deux mues supplémentaires.

La quantité de nourriture disponible détermine le sexe des larves du troisième stade. Lorsqu'il y'a peu de nématodes et beaucoup de nourriture, les femelles dominent. Si la population est élevée et que la nourriture est limitée, ce sont les mâles qui dominent (Sawyer, 1972).

Les mâles ressortent de la racine pour migrer activement dans le sol, tandis que les femelles, se renflent et deviennent piriforme (pas de cône vulvaire) pour les *Globodera*. Hiles font saillie à la surface de la racine hôte. Les mâles sont attirés par les phéromones libérées par la cuticule de la femelle. La femelle fécondée produit des œufs puis meurt et se transforme alors en

kyste. Initialement, tous les kystes sont blancs, mais ceux de *G. rostochiensis* transformer un jaune doré. Ceux de *G. pallida* restent blanches, mais finalement se transformer en brun foncé (Stuart et al., 2008).

Les kystes désolidarisent de la racine et entrent en diapause, cette diapause n'est levée qu'après l'action de température baisse. Ces kystes peuvent résister dans le sol pendant plus de 20 années (Agrios, 2005), alors que ceux de *G. rostochiensis* peuvent persister plus de 30 années dans le sol (Blancard et al., 2009).

Le cycle complet de *Globodera* dure de 50 à 70 jours avec une génération par an. Les œufs éclosent de façon échelonnée dès que la température atteint 12°C. Les kystes ne se vident généralement pas en une seule saison : la sortie des larves s'échelonne sur plusieurs années. (INRA, 2000).

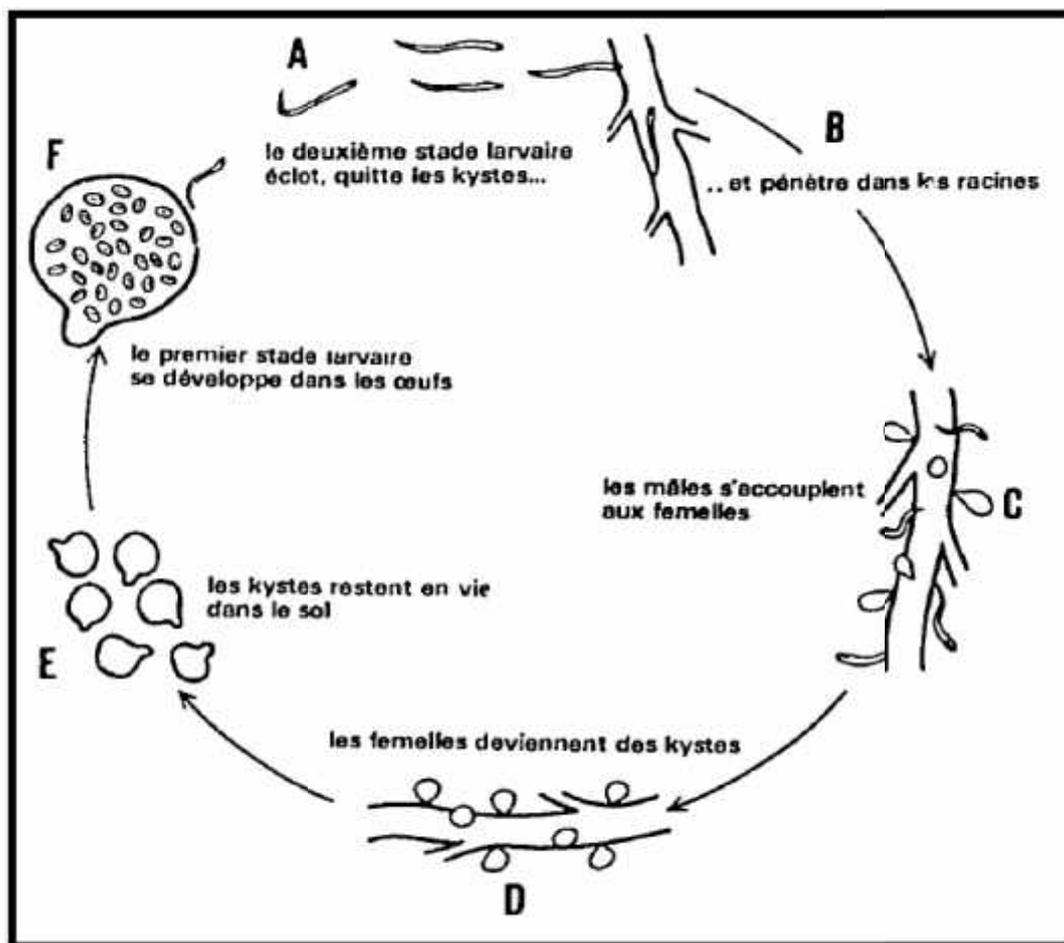


Figure 8 : Cycle de vie des nématodes à kystes *Globodera* sp. (Sawyer, 1972).

## II.6. Symptômes et les dégâts dus aux nématodes à kyste

### II.6.1. Les symptômes de nématodes à kystes sur la pomme de terre

Les nématodes à kystes de la pomme de terre ne provoquent pas immédiatement des symptômes visibles en surface. Ils peuvent rester dans le sol pendant des années avant d'être détectés. Le premier symptôme est une croissance faible des plantes en une ou plusieurs zones du champ. Ces zones s'agrandissent à chaque nouvelle plantation de pomme de terre. La croissance racinaire peut en être réduite. Les plantes sont généralement décolorées, rabougries, chétives et se flétrissent rapidement durant la partie chaude et sèche de la journée. Un manque de compétition de ces plantes de pomme de terre infestées entraîne un développement plus rapide des mauvaises herbes. Les tubercules sont plus petits et le rendement est souvent réduit.

### II.6.2. Les dégâts des nématodes à kystes

Les dégâts des nématodes à kystes de la pomme de terre se résument en :

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

## II.7. Méthodes de lutte contre les nématodes à kystes *Globodera*

Ces parasites sont classés de quarantaine et doivent faire l'objet de mesure de lutte obligatoire. La lutte contre le nématode *Globodera* des racines de la pomme de terre est extrêmement difficile, malgré l'effort très important accomplis au cours des dernières années. Actuellement, les méthodes de lutte les plus prometteuses reposent sur l'utilisation de variétés résistantes suffisamment efficaces et qui peuvent assurer un contrôle durable des populations de nématodes (Blanchard, 2008).

### II.7.1. Méthodes Prophylactiques

- ) Installation des plantations dans des parcelles indemnes.
- ) Nettoyage des machines agricoles pour éviter les contaminations inter parcelles.

- )] Rotations de culture pour éviter la multiplication du pathogène. Des longues rotations contribuent à la diminution naturelle des populations jusqu'à 30 % par an (Stuart et *al.* 2008).

Cependant les capacités de survie des nématodes dans le sol sont supérieures à dix années et rendent ces méthodes difficilement applicables. Il est admis qu'un minimum de sept ans est nécessaire entre deux cultures de pomme de terre pour diminuer le niveau de la population de ces ravageurs (Mugniéry et Phillips, 2006).

### **II.7.2.Lutte culturale**

Le seul procédé dont dispose l'agriculture pour réduire l'importance des dommages liés aux attaques du nématode à kyste de pomme de terre est le respect d'un certain nombre de pratiques culturales tels que :

- )] L'utilisation des variétés résistantes. Méthode prometteuse pour assurer un contrôle durable des populations de nématodes (Bélaïr, 2005). A chaque saison d'utilisation d'un cultivar résistant, la population de nématodes décroît de 90-95 %, comparé à une réduction de 80-90 % obtenue par fumigation du sol et 30-40 % suite à l'utilisation des plants de pomme de terre indemnes (Halsetch, 2006).
- )] L'utilisation des plantes nématicides ou des plantes pièges (Scholte 2000, Stuart *al.*, 2008).

Modification des pratiques culturales pour éviter la multiplication du nématode (récolte précoce des pommes de terre avant la maturité des nématodes).

- )] Choix des dates de mise en culture de pomme de terre décalé par rapport au cycle de développement du parasite.
- )] L'utilisation des semences de pomme de terre saines (Maurin et *al.*, 1999).

### **II.7.3. Lutte physique**

Il existe quatre moyens de lutte physique :

- )] La solarisation (augmentation de la température du sol) (Blanchard, 2008).
- )] L'inondation des sols (les nématodes meurent par asphyxie) (Blanchard, 2008).
- )] Le traitement au froid (Reddy, 1983).

) L'irradiation aux ultrasons (Reddy, 1983).

#### II.7.4. Lutte chimique

La lutte chimique s'inscrit comme un moyen plus efficace, destinée à réduire la population du nématode. Les nématicides utilisables sont soit des fumigants, des organophosphorés, soit des carbamates.

Les fumigeants ayant des propriétés nématicides, bactéricides, fongicides et herbicides sont utilisés dans les sols nus (Rousselle et *al.*, 1996).

Les organophosphorés et les carbamates désorientent les juvéniles infestant qui ne peuvent pénétrer dans les racines. Ils ne doivent donc être utilisés que sur des juvéniles éclos, les nématicides sont très efficaces, induisant 80 à 90% de mortalité (Stuart et *al.*, 2008).

Cependant, leur utilisation est limitée ou interdite du fait de leur forte toxicité pour l'environnement et l'utilisateur.

#### II.7.5. lutte biologique

Plusieurs microorganismes sont utilisés pour lutter contre les nématodes phytoparasites du genre *Globodera*. Parmi ces microorganismes :

) Les champignons du sol prédateurs (*Arthrobotrys irregularis*) ou parasites des nématodes (*Paecylomyces lilacinus*).

) Les bactéries telle que *Penicillium anotolicum*, réduisent fortement les populations de *Globodera rostochiensis* (Bélaïr, 2005). *Pseudomonas fluorescens* réduit efficacement les juvéniles (Cronin 1997). Tobin et *al.* (2008) rapportent que *Pochonia chlamydosporia* a provoqué une diminution de 48 à 51% de la multiplication des populations de *Globodera* sp.

Si ces méthodes semblent parfois efficaces au laboratoire et en milieu clos (sous serre), elles paraissent difficilement applicables au champ du fait de la présence d'antagonistes potentiels dans l'environnement (Blanchard, 2008).

### **III. 1. Objectif de l'étude**

Les dégâts et symptômes induits par les nématodes à kyste du genre *Globodera* sp. sont souvent confondus avec des symptômes de l'épuisement du sol, d'où ils passent inaperçus. Les analyses nématologiques, demeurent le seul moyen de diagnostic fiable qui permet à la fois d'indiquer s'il y'a présence ou absence de ce nématode et d'évaluer l'état d'infestation de quelques parcelles par ces ravageurs.

Notre étude a été menée au niveau de soixante parcelles cultivées en pomme de terre, situées dans dix-sept communes de différentes wilayas : Tipaza (Sidi Rached, Hadjout, Ahmer El Ain Est et Ouest, Bourkika), Bouira (El Assnam, El Hachimia, Ain Bessem Est et Ouest, Rawrawa), Alger (Dar el Beidha Est et Ouest, Hamiz, Stawali, Ziralda), Ain Defla (Mekhatria, Rouina, Djendel, Ain Defla, Zeddine).

Pour atteindre notre objectif nous avons réalisé une enquête qui permet de contacter des responsables des services spécialisés dans la lutte contre les ennemis des cultures et des agriculteurs, dans le but de nous répondre aux différentes interrogations et compromettre de solutionner notre problématique en analysant les données recueillies auprès des agriculteurs enquêtés.

### **III.2. Présentation des régions d'études**

#### **III.2.1. Wilaya de Tipaza**

##### **III.2.1.1. Situation géographique**

La Wilaya de Tipaza est située sur la côte au pied du mont Chenoua, à l'extrémité des collines du Sahel. Tipaza a le charme que confère la proximité de la montagne et de la mer. (DSA Tipaza, 2016).

Compte tenu de sa position géographique la wilaya de Tipaza dispose d'un réseau hydraulique relativement important. D'Est en Ouest, nous rencontrons : Oued Mazafran, Oued el Hachem, Oued Djer et Oued Damous (DSA Tipaza, 2016).

La Wilaya compte une population de 620 182 habitants. (Estimation 2011) avec une superficie totale de 1707.5 km<sup>2</sup>. La population de la wilaya est extrêmement jeune ou 66% est âgée de moins de 35 ans (DSA Tipaza, 2016).

La wilaya de Tipaza compte 28 communes regroupées en 10 Daïras.

### ❖ **Limites géographiques de la wilaya**

La Wilaya de Tipaza se situe au Nord du tell central, elle est limitée géographiquement par :

- **Au Nord** : La Mer Méditerranée.
- **À l'Ouest** : La wilaya de Chelef.
- **Au Sud Ouest** : La wilaya d'Ain-Defla.
- **Au Sud** : La wilaya de Blida.
- **À l'Est** : La wilaya d'Alger.

Le territoire de la Wilaya de Tipaza couvre une superficie de 1707 Km<sup>2</sup> qui se répartit en :

- **Montagnes** : 336 Km<sup>2</sup> (20 %).
- **Collines et piémonts** : 577 Km<sup>2</sup> (34 %).
- **Plaines** : 794 Km<sup>2</sup> (46 %).

#### **III.2.1.2. Climat**

La Wilaya de Tipaza se situe dans un seul étage bioclimatique subdivisé en 02 variantes :

- ) L'étage subhumide caractérisé par un hiver doux dans la partie Nord.
- ) L'étage subhumide caractérisé par un hiver chaud dans la partie sud.

Les vents ont des fréquences différentes durant l'année, les plus dominants sont de direction sud et ouest, quant au Sirocco il est rarement enregistré au cours de l'hiver par contre les gelées sont fortement influencées par l'altitude (DSA Tipaza, 2016).

### ❖ **Pluviométrie**

Les précipitations moyennes enregistrées par la station de Merad font ressortir une pluviométrie moyenne annuelle de 600 mm durant la période 1978 – 2011.

### ❖ **Températures**

Elles varient entre 33 C° pour les mois chauds de l'été (juillet, août) à 5,7 C° pour les mois les plus froids (décembre à février).

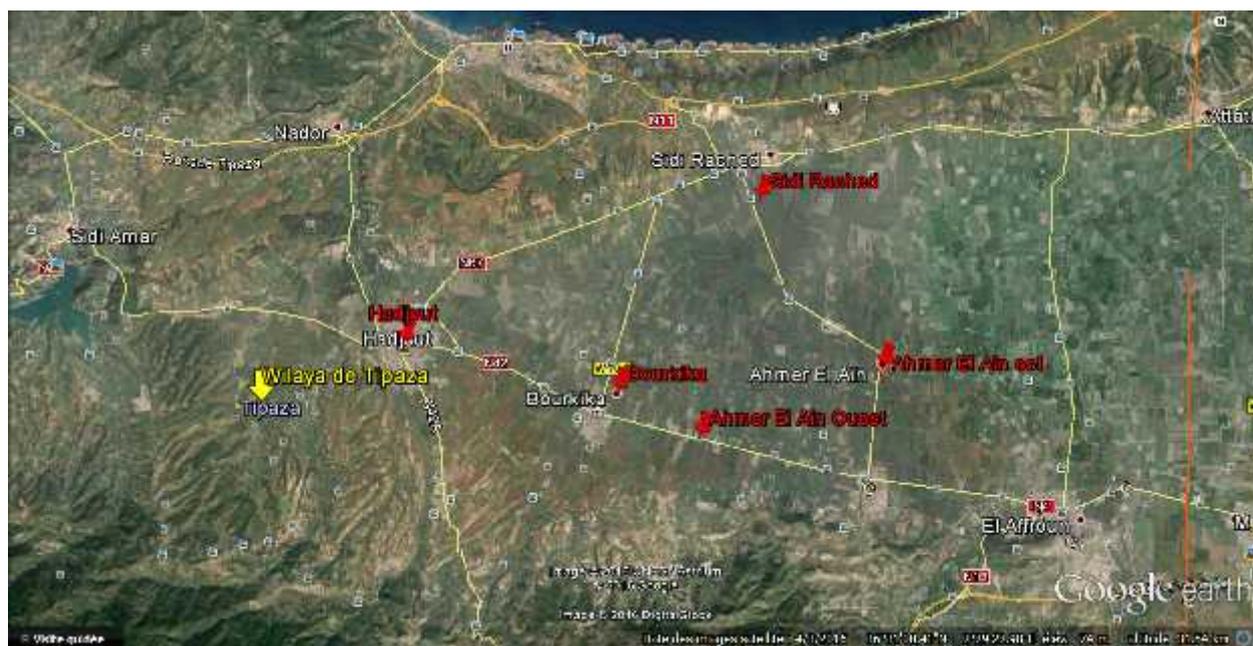


Figure 9: Situation géographique de la région de Tipaza (Google earth, 2016).

### III.2.2. Wilaya de Bouira

#### III.2.2.1. Situation géographique

La wilaya de Bouira se situe dans la région Centre Nord du pays. Elle s'étend sur une superficie de 4456,26 km<sup>2</sup> représentant 0,19% du territoire national. Le chef lieu de wilaya est situé à près de 120 km de la capitale Alger. La grande chaîne du Djurdjura d'une part et les monts de Dirah d'autre part, encadrent la wilaya qui s'ouvre de l'Ouest vers l'Est sur la vallée de la Soummam (DSA Bouira, 2016).

La wilaya compte une population de 728 290 habitants (recensement 2011) avec une superficie totale de 4454 km<sup>2</sup>.

La wilaya de Tipaza compte 45 communes regroupées en 12 Daïras.

#### ❖ Limites géographiques de la wilaya

- **Au nord** : La wilaya de Tizi-Ouzou.
- **À l'est** : La wilaya de Bordj Bou Arreridj.
- **Au sud** : La wilaya de M'Sila.
- **À l'ouest** : Les wilayas de Médéa et de Blida.

### III.2.2.2. Climat

Le climat est chaud et sec en été, froid et pluvieux en hiver. La pluviométrie moyenne est de 660 mm/an au nord et de 400 mm/an dans la partie sud. Les températures varient entre 20 et 40 °C de mai à septembre et de 2 à 12 °C de janvier à mars (DSA Bouira, 2016).

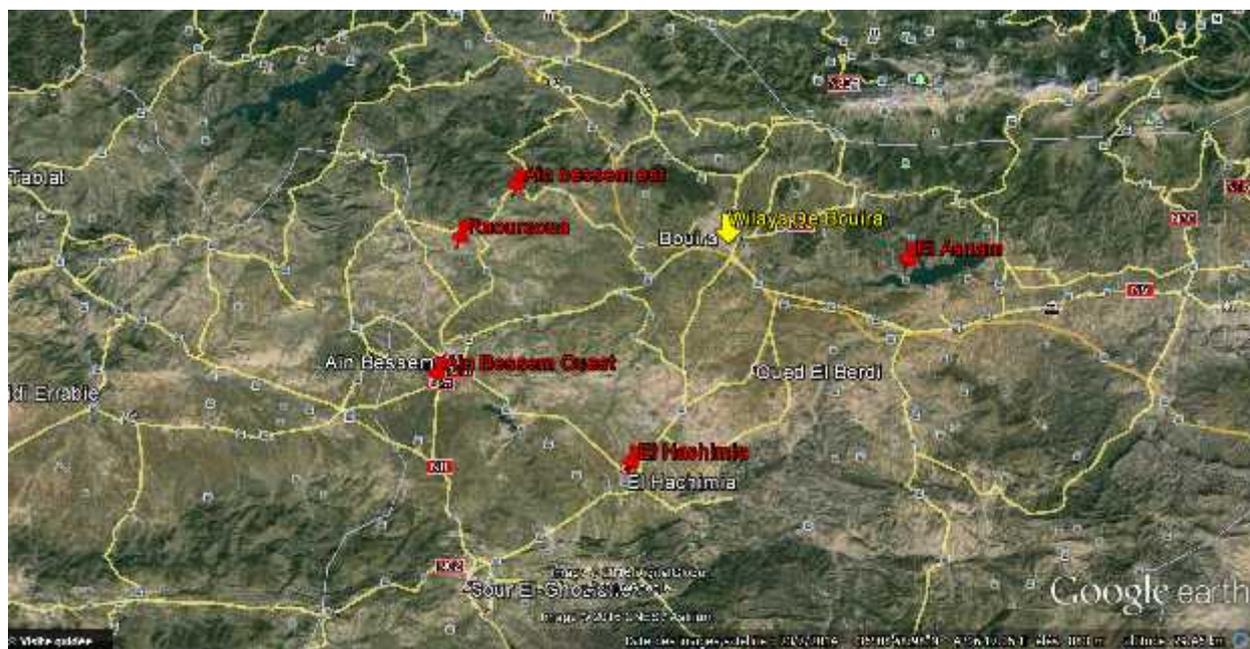


Figure 10: Situation géographique de la région de Bouira (Google earth, 2016).

### III.2.3. Wilaya d'Alger

#### III.2.3.1. Situation géographique

Alger, "El Bahdja, la Blanche, capital politique, administrative et économique" est située au nord –centre du pays et occupe une position géostratégique intéressante, aussi bien, du point de vue des flux et échanges économiques avec le reste du monde, que du point de vue géopolitique. Elle s'étend sur plus de 809 Km<sup>2</sup> (DSA Alger, 2016).

La wilaya d'Alger compte 13 de circonscriptions administratives dirigées par des walis délégués, et 57 de communes.

Le relief de la wilaya d'Alger se caractérise par trois zones longitudinales : le Sahel, le littoral et la Mitidja.

#### ❖ Limites géographiques de la wilaya

La wilaya d'Alger est limitée par:

- **Au nord** : La mer méditerranée.
- **Au Sud** : La wilaya de Blida.
- **À l'ouest** : La wilaya de Tipaza.
- **À l'est** : La wilaya de Boumerdès.

### III.2.3.2. Climat

Alger se caractérise par un climat méditerranéen tempéré. Elle est connue par ses longs étés chauds et secs. Les hivers sont doux et humides, la neige est rare mais pas impossible. Les pluies sont abondantes et peuvent être diluviennes. Il fait généralement chaud surtout de la mi-juillet à la mi-août.

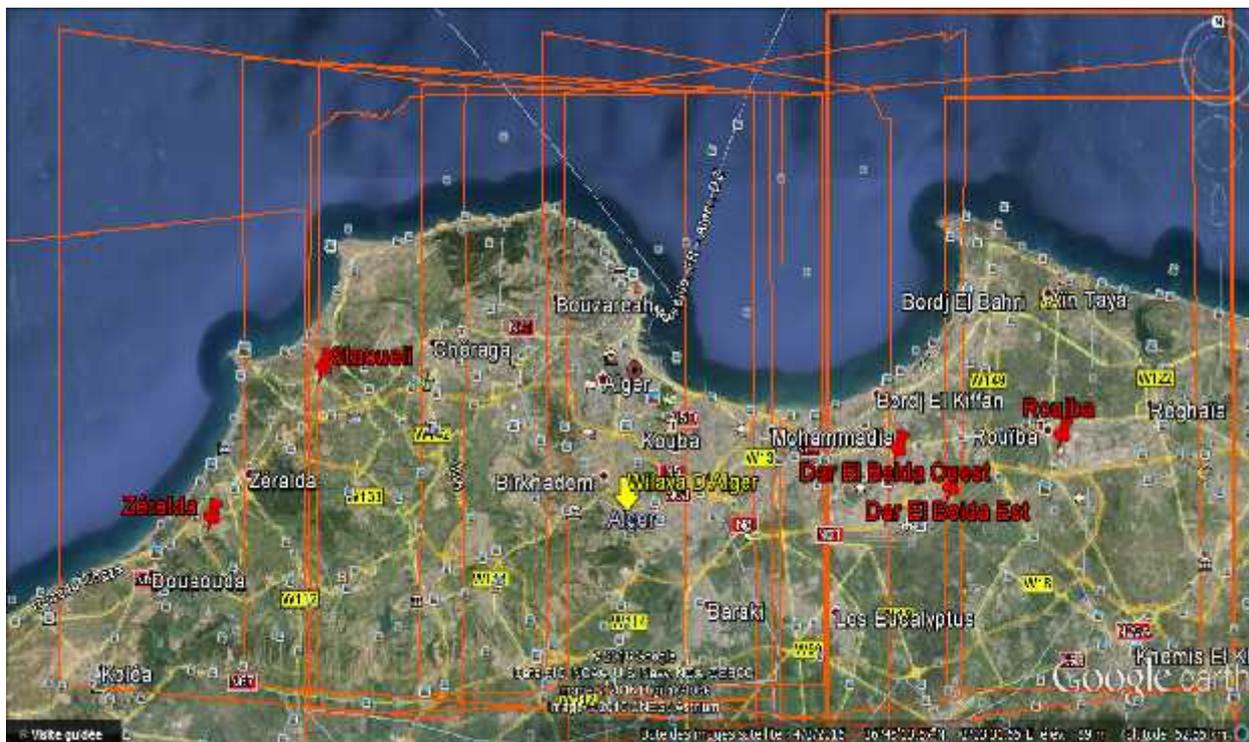


Figure 11 : Situation géographique de la région d'Alger (Google earth, 2016).

### **III.2.4. Wilaya d'Ain Defla**

#### **III.2.4.1. Situation géographique**

Elle se présente comme étant une zone relais entre l'Est et l'Ouest, 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 de l'Est en Ouest par Oued Cheliff, cours d'eau d'importance nationale.

La wilaya d'Ain Defla est située à 145 km au sud Ouest de la capitale et s'étend sur une superficie de 4260 km<sup>2</sup> avec une population estimée au 31\12\2014 à 907832 habitants, soit une densité de 182 H/ km<sup>2</sup>. (DSA, 2016).

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

#### **❖ 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.

#### **III.2.4.2. Climat**

La wilaya se caractérise par un climat méditerranéen semi-aride. L'été s'étend sur 6 mois. L'hiver est plus froid et le printemps est court. L'automne est très bref.

#### **❖ La température et pluviométrie**

En hiver, les amplitudes thermiques peuvent être importantes, jusqu'à (+20°C). Il arrive que les températures soient égales ou inférieures à (0°C) la nuit au mois de janvier. Au mois d'Aout le maximum atteint (48°C). (DSA d'Ain Defla, 2016).

#### **III.2.4.3. Caractéristiques du sol**

Selon des études géologiques spécialisées, les sols de la wilaya sont, 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, 2016).

On distingue une mosaïque de textures à savoir:

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



Figure 12: Situation géographique de la région d'Ain Defla (Google earth, 2016).

### III.3. Etat d'infestation de quelques parcelles cultivées en pomme de terre par les nématodes à kystes du genre « *Globodera* sp. » dans les wilayas de Tipaza, Bouira, Alger et Ain Defla

#### III.3.1. Analyse nématologique

L'analyse nématologique permet de connaître la densité des populations des nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre dans le sol et mettre en œuvre des méthodes de lutte efficaces. Les méthodes les plus habituelles pour déterminer la densité de population des nématodes sont l'observation des racines, et l'analyse du sol qui comprend trois étapes :

- ) l'échantillonnage du sol.
- ) L'extraction.
- ) La récupération et prélèvement des kystes.

### III.3.1.1. L'échantillonnage

Nous avons effectué des sorties sur le terrain pour faire un échantillonnage dans des parcelles cultivées en pomme de terre situées dans quatre wilaya productrices de ce légume (Tipaza, Bouira, Alger et Ain Defla). L'échantillonnage est réalisé au moment où la plante est en phase de maturation (approche de la récolte).

Dans les wilayas de Bouira et de Tipaza, l'échantillonnage est effectué pendant la culture d'arrière saison en Décembre 2015, au niveau de soixante parcelles cultivées en pomme de terre. Quant à l'échantillonnage au niveau des wilayas d'Alger et Ain Defla, il a été réalisé pendant la culture saison en Mars 2016.

Pour le prélèvement des échantillons, il est préférable de diviser les très grandes surfaces (supérieures à 1 hectare) en parcelles élémentaires d'1 hectare pour l'échantillonnage. Pour effectuer un échantillonnage représentatif des différentes parcelles, 20 sous-échantillons sont prélevés selon les deux diagonales de chaque parcelle (Fig. 13) puis rassemblés pour former un échantillon composite de 2 kg. Le prélèvement des sous-échantillons est effectué à l'aide d'une pelle au niveau de la zone racinaire à une profondeur allant de 5 à 20 cm (Fig. 14). A partir de chaque échantillon composite, quatre sous échantillons pesant de 250 g chacun sont prélevés et analysés.

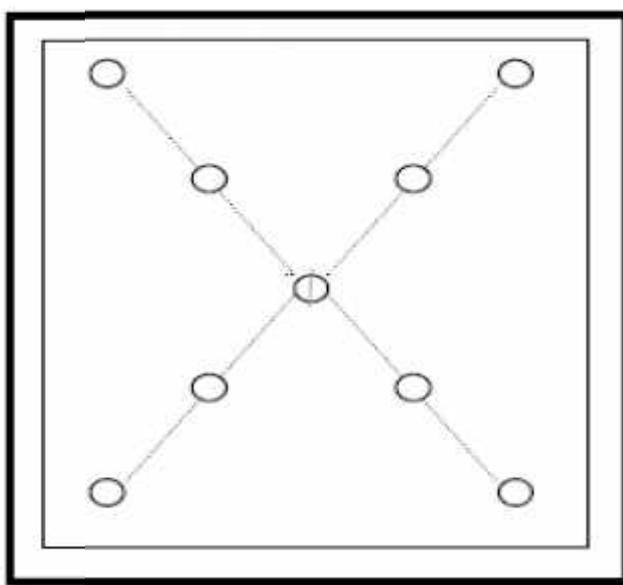


Figure 13: Méthode d'échantillonnage au niveau de chaque parcelle.



Figure 14: Echantillonnage du sol (Original).

### III.3.1.1.1. Conditionnement des échantillons

Mettre l'échantillon dans un sac en plastique neuf et propre qui porte une étiquette où sont mentionnées toutes les informations nécessaires, (La date de prélèvement, numéro de la parcelle, la commune, la wilaya), et refermer hermétiquement le sachet contenant l'échantillon (Fig. 15).



**Figure 15 : Conditionnement des échantillons (Original).**

### **III.3.1.1.2. Séchage du sol**

Tous les échantillons du sol prélevés sont étalés sur du papier journal dans une salle bien aérée pour se sécher rapidement (Fig. 16).



**Figure 16 : Séchage du sol (Original).**

### **III.3.1.1.3. Pesage**

Le sol séché est pesé à l'aide d'une balance électrique de précision. Nous prenons en considération quatre sous échantillons de 250 g (4 répétitions) pour chaque parcelle (Fig. 17).



**Figure. 17 : Pesage du sol (Original).**

### III.3.1.2. Extraction des kystes

L'appareil de Fenwick (Fig. 18) repose, dans son principe, sur la séparation des kystes des autres composantes de l'échantillon du sol.

Les kystes sont séparés des autres fractions de l'échantillon grâce à :

- leur densité : inférieure à 1 pour les kystes secs de *Globodera*, légèrement supérieure à 1 pour les kystes de *Globodera* humides et pour les kystes d'autres genres.
- leur taille : comprise entre 200 et 600  $\mu\text{m}$ .

Les méthodes utilisées consistent en une mise en suspension de l'échantillon dans de l'eau (flottation des kystes), tamisage du surnageant, et récupération du produit sur un tamis de mailles adaptées à la taille des kystes recherchés (250  $\mu\text{m}$ ).

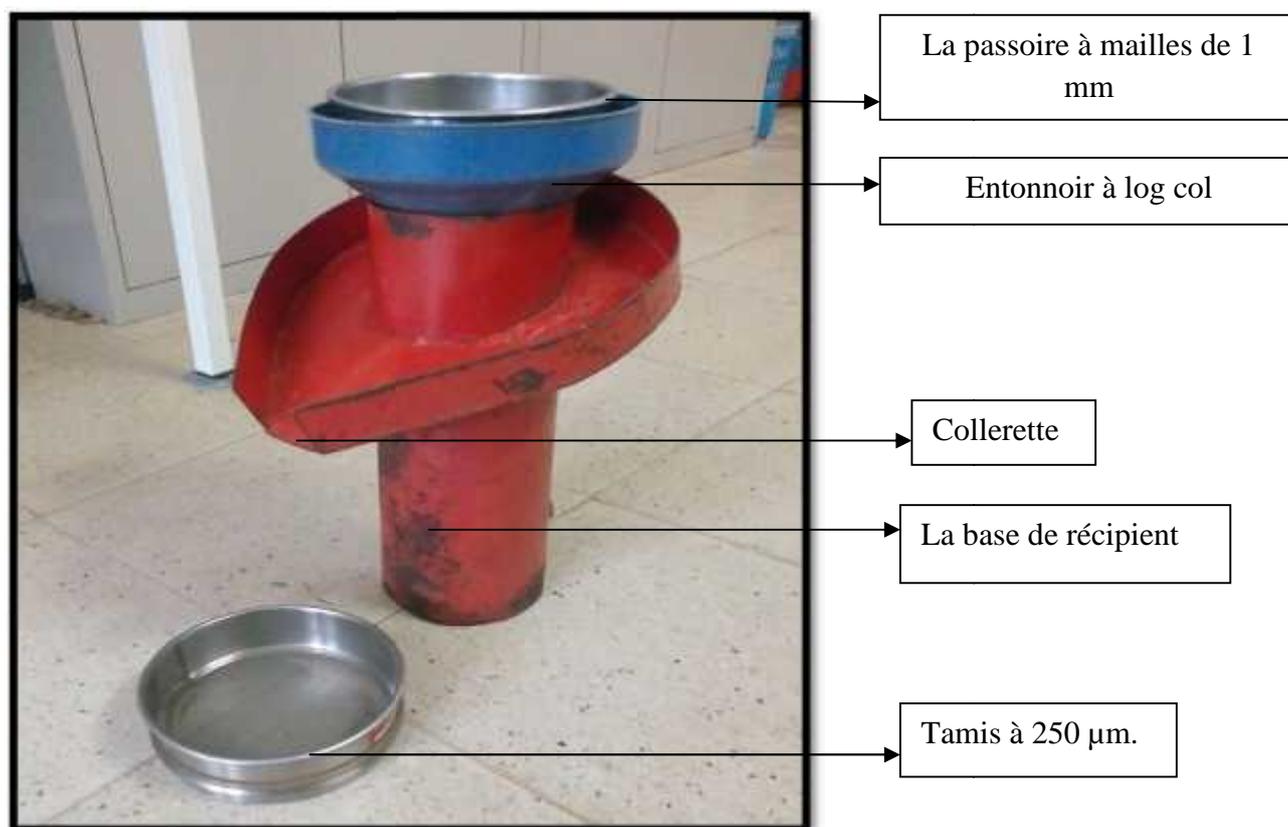


Figure 18 : Appareil de FENWICK (Original).

**❖ Mode opératoire**

Elutriation avec un appareil de type Fenwick :

Placer l'échantillon du sol sec dans le tamis supérieur de l'appareil préalablement rempli d'eau. A l'aide d'un courant d'eau le sol est entraîné dans l'appareil à travers le tamis de maille de 1 mm. Maintenir le débit d'eau de manière à conserver un apport suffisant pour évacuer des éléments légers de densité inférieure à 1 (dont les débris organiques et les kystes) vers le tamis de maille 250  $\mu\text{m}$  placé sous la collerette de récupération de l'appareil. L'apport d'eau est permanent jusqu'à épuisement de l'échantillon (Fig. 19).



**Figure 19 : Extraction des kystes (Original).**

**III.3.1.3. La récupération et prélèvement des kystes****A- La récupération de l'extrait**

La fraction retenue sur tamis est nettoyée sous pression d'eau à l'aide d'un jet fin pour éliminer les particules terreuses les plus fines. Elle est ensuite récupérée sur papier filtre par un jet de pissette (Fig. 20). Le filtre et son contenu sont alors mis à sécher naturellement à température ambiante et mis dans des boîtes de Petri (Fig. 21).



Figure 20 : Récupération de l'extract (Original).



Figure 21 : Boîte de Petri contenant l'extract (Original).

### B- Prélèvement des kystes

Après le séchage de l'extract, on le met sous une loupe binoculaire ( $G : \times 2$ , ou  $G : \times 4$ ). Ensuite les kystes sont prélevés soigneusement à l'aide d'un pinceau fin et mis dans des boîtes de Petri tapissées de papier filtre (Fig. 22), portant une étiquette sur laquelle sont mentionnées les informations nécessaires (nombre des kystes, la commune, la wilaya, et le nombre de répétition).

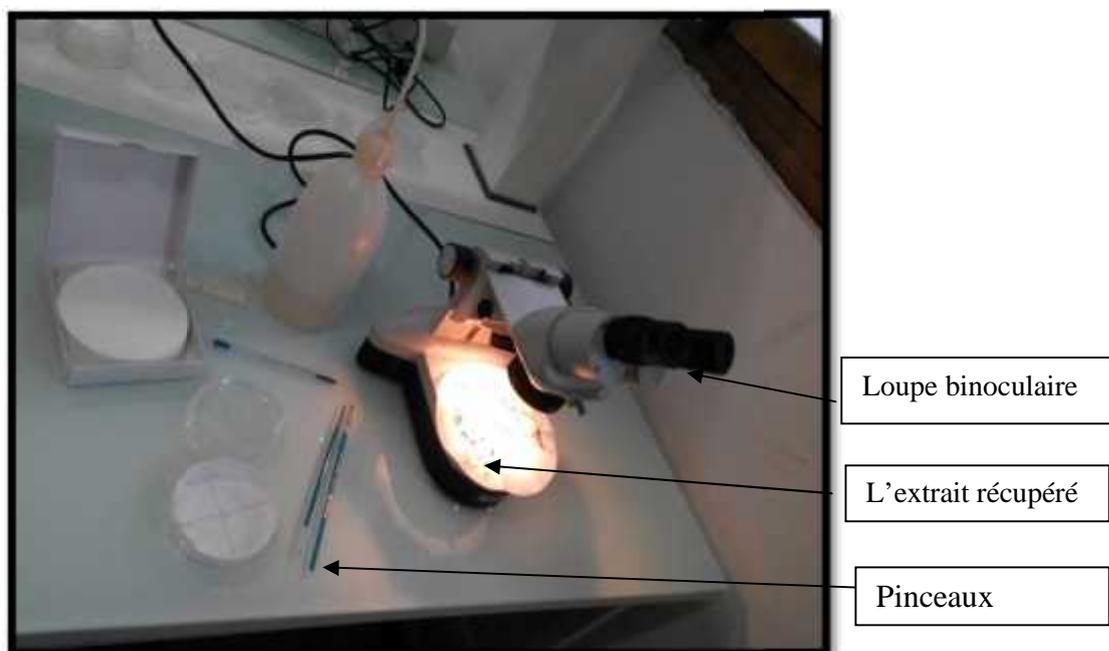


Figure 22 : Récupération des kystes sous une loupe binoculaire (Original).

### III.3.2. Dénombrement des kystes, des œufs et juvéniles contenus dans les kystes

#### A- Dénombrement des kystes

Sous une loupe binoculaire et à l'aide d'un pinceau très fin, on sépare les kystes vides et les kystes pleins. Ils sont dénombrés par la suite. Les kystes pleins (Fig. 23) sont reconnus grâce à leur aspects turgescents, grande taille mais parfois petite et leur couleur foncée et parfois claire, alors que les kystes vides (Fig. 24) sont identifiés par leur couleur claire qui, par transparence lorsqu'ils sont, au contact d'une goutte d'eau, apparaissent dépourvus des œufs ou des larves.



Figure 23 : Les kystes pleins de *Globodera* vus sous microscope optique G : X4 (Original).

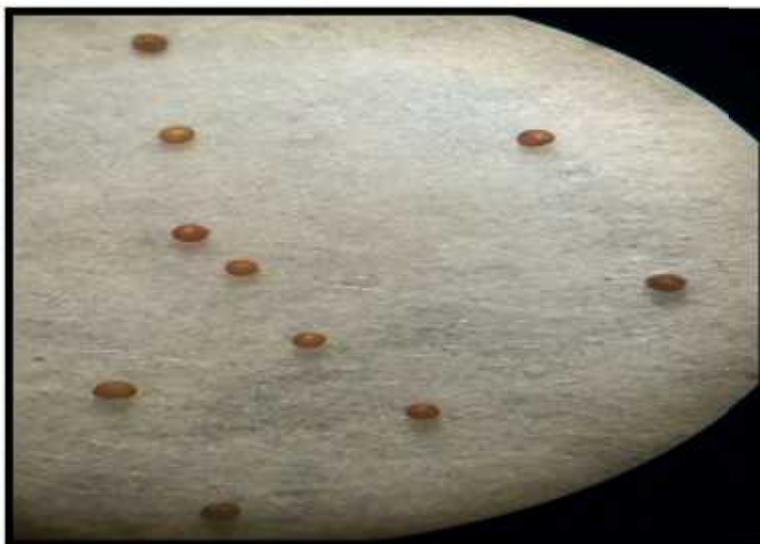


Figure 24 : Les kystes vides de *Globodera* vus sous une loupe binoculaire (Original).

### B- Dénombrement des œufs et des larves

Les kystes pleins contiennent des œufs et des larves. À l'aide d'un pinceau on met un kyste sur une lame et on ajoute une goutte d'eau. Ensuite on l'écrase en deux à l'aide d'un scarpel. Les œufs et les juvéniles sont ensuite libérés, ils sont comptés en séparant les œufs et les juvéniles regroupés en amas à l'aide d'une épingle (Fig. 25). Ensuite, on calcule la somme des œufs et des juvéniles contenus dans l'ensemble des kystes pour avoir une densité par 250g du sol, et enfin les degrés d'infestation sont obtenus en reportant cette densité à un gramme de sol afin d'estimer si le niveau des différentes populations a atteint le seuil de nuisibilité.

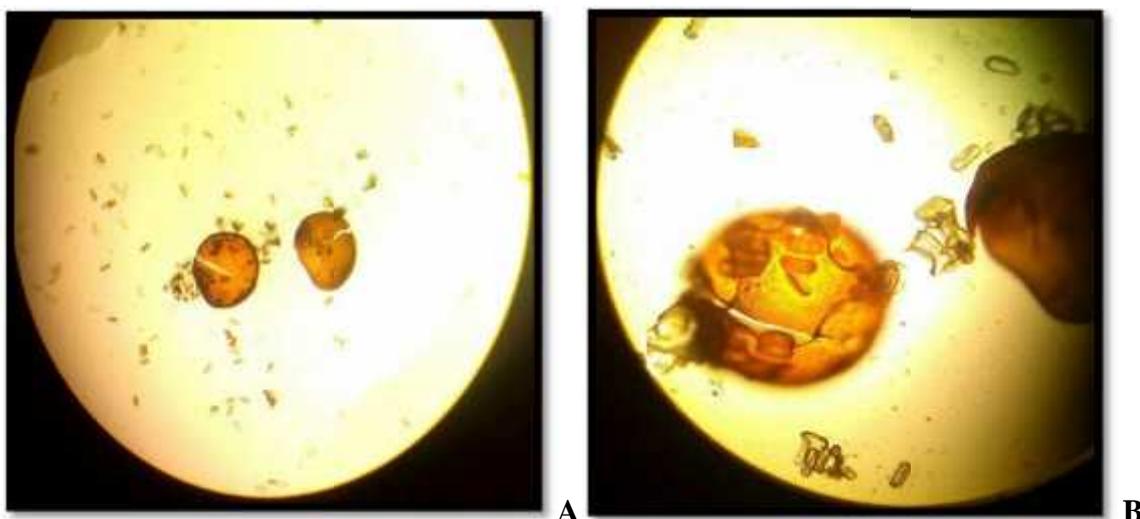


Figure 25 : Ecrasement des kystes sous un microscope optique A :

(G : X4) et B : (G : X10) (Original).

### ❖ Analyse statistique des résultats

L'analyse statistique des résultats a été effectuée à l'aide du logiciel STATISTICA (version 6.1). L'analyse de la variance ANOVA paramétrique ou test de Kruskal-Wallis (non paramétrique) sont appliqués pour tester la signifiante de la variance des moyennes pour les variables étudiées (Nombre de kystes pleins, vides et le degré d'infestation) en fonction de la région. De même, pour classer les différentes régions en fonction des variables liées au degré d'infestation, nous avons effectué un test de Newman-Keuls et une classification hiérarchique ascendante par la méthode de saut minimum.

## III.4. Enquête auprès des agriculteurs

### III.4.1. Choix de l'échantillon

Nous avons fait une enquête sur 45 exploitations agricoles. Le choix de ces dernières est fait de façon à assurer la représentativité de l'enquête :

- Ces exploitations sont situées dans différentes wilayas d'Algérie.
- Elles ont différents statuts (EAC, EAI, privé, Ferme pilote).

### III.4.2. Elaboration des questionnaires et collecte des données

L'enquête a nécessité l'élaboration d'un questionnaire qui s'oriente aux agriculteurs et aux responsables des différentes exploitations agricoles. Le questionnaire contient 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 la technicité du gérant.

**2. Caractéristique du site et mode de conduite de la culture :** cette partie prend en considération la culture en place et les précédents culturaux et toutes les techniques culturales (système de culture, variété, type d'irrigation...) qui peuvent avoir une influence sur le développement de 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 posées concernant l'appellation de ce nématode (couleur, forme, symptôme) et sur la réalisation de l'analyse nématologique.

**4. Traitements utilisés contre les nématodes :** ils concernent les différentes méthodes de lutte pour protéger ce type de culture (rotation, désinfection du sol, utilisation des nématicides, pesticides, amendement...).

### **III.4.3. Analyse et interprétation des données**

Sur les bases de données appliquées sur le terrain, nous avons disposé des histogrammes pour faciliter et simplifier l'analyse des résultats qui permet de connaître la répartition et l'importance de ces parasites dans différents wilayas (Tipaza, Bouira, Ain Defla, Alger).

## IV.1.Résultats.

## IV.1.1.Etat d'infestation

IV.1.1.1.Dénombrement des kystes de *Globodera*

## ❖ Au niveau des wilayas de Bouira, Tipaza et Alger

L'analyse nématologique réalisée sur les échantillons prélevés au niveau des wilayas de Bouira, Tipaza et Alger ont révélé que toutes les parcelles étudiées ne sont pas infestées par les nématodes à kystes du genre *Globodera sp.* En effet aucun kyste plein n'y a été détecté. Néanmoins, des kystes vides de ces parasites sont collectés dans l'ensemble des parcelles prospectées et le nombre moyen le plus élevé est noté dans les trois parcelles de Sidi Rached ainsi que la parcelle P2 d'Ahmer El Ain à Tipaza. Au niveau de la wilaya d'Alger, ce nombre est élevé dans les trois parcelles prospectées à Dar El Beïda et dans les parcelles P2 et P3 de Rouiba. À Bouira, les kystes vides étaient nombreux dans les parcelles situées dans les régions Est et Ouest d'Ain Bessam (Fig. 26,27 et 28).

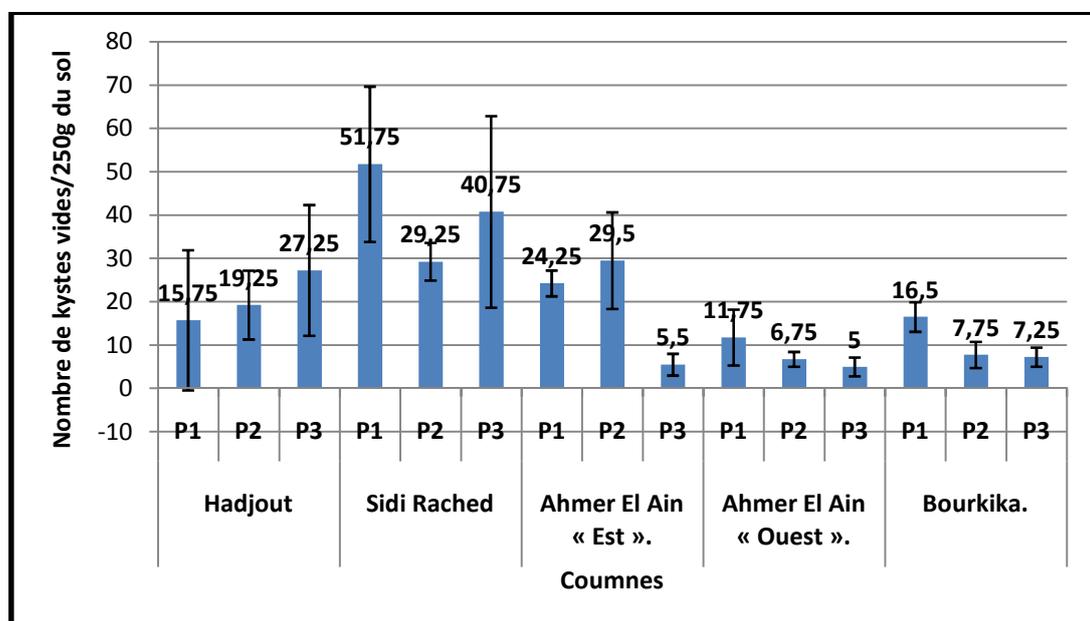


Figure 26 : Nombres moyens des kystes vides de *Globodera* dans les parcelles de la wilaya de Tipaza.

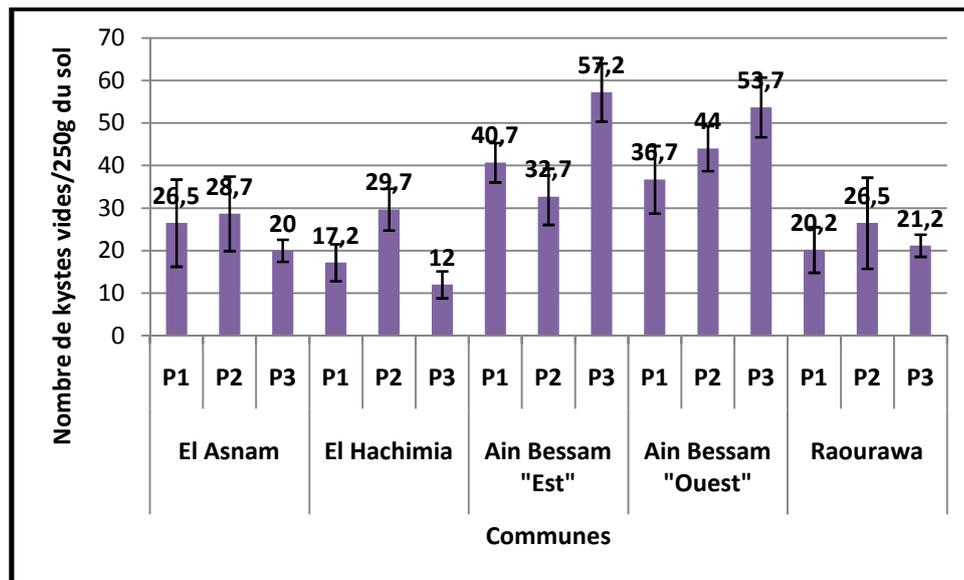


Figure 27 : Nombres moyens des kystes vides de *Globodera* dans les parcelles de la wilaya de Bouira.

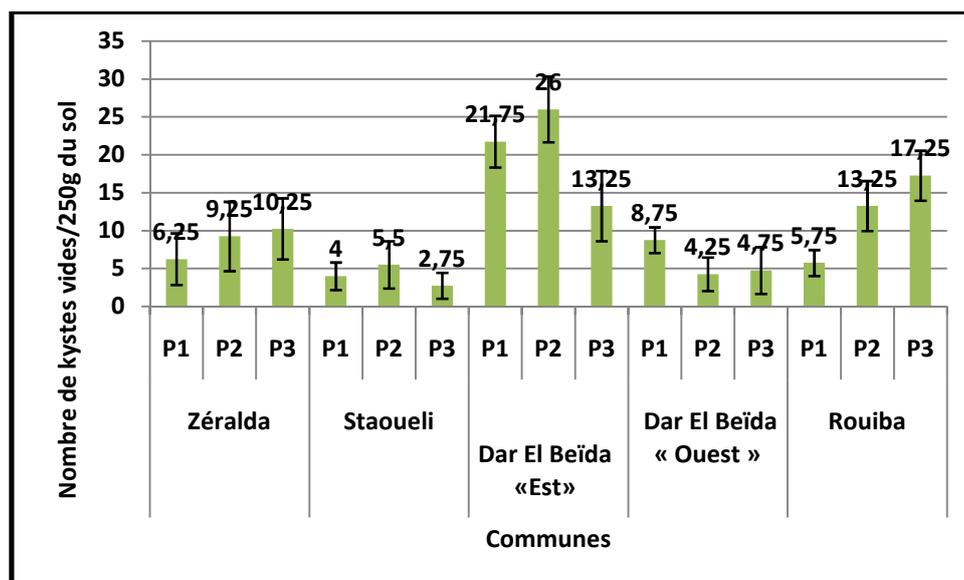


Figure 28 : Nombres moyens de kystes vides de *Globodera* dans les parcelles de la wilaya d'Alger.

❖ Au niveau de la wilaya d'Ain Defla

Les résultats de l'analyse nématologique des échantillons prélevés dans des parcelles situées dans différentes communes d'Ain Defla sont présentés dans l'annexe 4 et dans la (fig.29) qui montre les nombres moyens des kystes (pleins vides et totaux) par commune. Ces résultats indiquent la présence des kystes de *Globodera* dans les quinze parcelles étudiées. Dans 6 de ces

parcelles seulement des kystes vides sont collectés alors que dans les 9 autres parcelles des kystes pleins contenant des œufs et des juvéniles sont détectés, soit une fréquence d’infestation de 60%.

Les nombres moyens de kystes pleins varient d’une parcelle à une autre, le plus élevé est observé dans la parcelle P1 d’Ain Defla (55,25 kystes pleins/250g du sol), suivi de la parcelle P3 d’Ain Defla (16 kystes pleins/250g du sol) et le nombre le plus faible est noté au niveau de la parcelle P1 de Djendel (1,25 kystes pleins/250g du sol). Dans les parcelles P2 et P3 de Zeddine, P2 et P3 de Mekhatria, et parcelle P1 de Rouina, aucun kyste plein n’est collecté. Le nombre de kystes vides présent dans toutes les parcelles, le plus élevé est enregistré dans la parcelle P1 d’Ain Defla (69,25 kystes vides/250g du sol). Le nombre total de kystes le plus élevé est noté dans la parcelle P1 d’Ain Defla (Fig. 29).

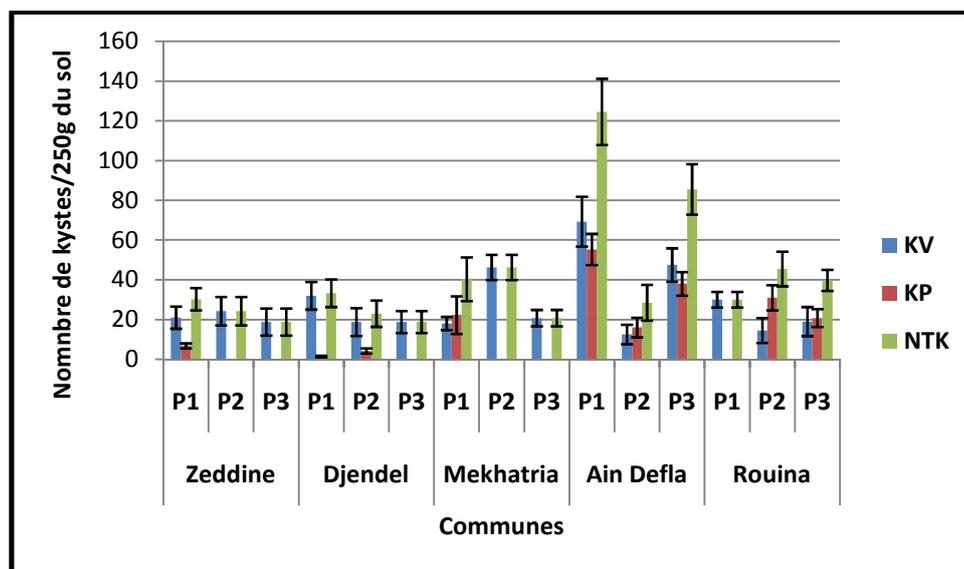


Figure 29 : Nombres moyens de kystes (vides, pleins et totaux) de *Globodera* dans les parcelles de la wilaya d’Ain Defla.

#### IV.1.1.2. Dénombrement des œufs et des larves de *Globodera*

##### ❖ Au niveau de la wilaya d’Ain Defla

Le degré d’infestation a dépassé le seuil de nuisibilité dans cinq des quinze parcelles étudiées (P1, P2 et P3 d’Ain Defla et P2, P3 de Rouina) où les nombres moyens d’œufs+juvéniles contenus dans les kystes dépassent les 10 Œufs+juvéniles/g du sol. Le nombre d’œufs +juvéniles le plus élevé est enregistré dans la parcelle P1 d’Ain Defla (37,39 œufs +juvéniles/g du sol) suivi de celui de la parcelle P3 d’Ain Defla (26,85 œufs +juvéniles/g du sol)

et celui de la parcelle P2 de Rouina (23,66 œufs +juvéniles/g du sol). Des degrés d’infestations similaires sont notés au niveau des parcelles P2 d’Ain Defla et P3 de Rouina. (13,17 et 13,74/ œufs+juvéniles/g du sol respectivement). Au niveau de la parcelle P1 de Mekhatria le degré d’infestation calculé est proche du seuil de nuisibilité (8,73 œufs +juvéniles/g du sol).

Pour le degré d’infestation le moins important est noté dans la parcelle P3 de Rouina (13,74 œufs +juvéniles/g du sol). Des degrés plus faible sont notés dans les parcelles P1et P2 de Djendel (0,06 œufs +juvéniles/g du sol), (0,60 œufs +juvéniles/g du sol). Pour les parcelles P2, P3 de Zeddine et P2, P3 de Mekhatria et P1 de Rouina, toutes ces parcelles sont sain lorsque tous les kystes qui sont fait sont vides (Fig. 30).

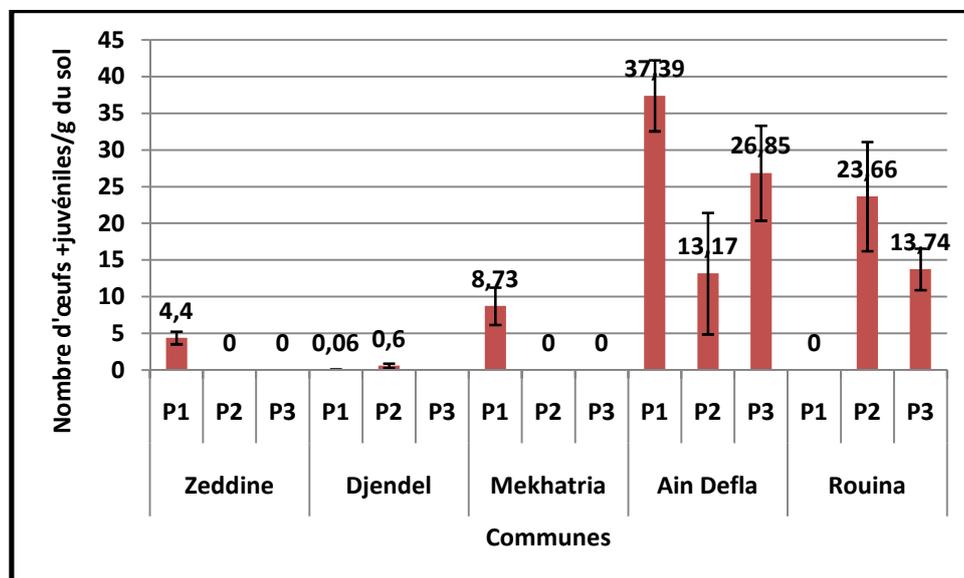


Figure 30 : Degré d’infestation dans les parcelles étudiées à Ain Defla.

#### IV.1.1.3. Analyse de la variance

##### A/Effet des facteurs étudiés sur le nombre de kystes vides

##### ) Variabilité des kystes vides en fonction des wilayas étudiées

L’analyse de la variance a révélé un effet très hautement significatif du facteur région (échelle wilaya) sur le nombre de kystes vides de *Globodera* ( $p < 0,0005$ ) (Tableau 7).

**Tableau 7: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% du nombre de kystes vides en fonction des wilayas prospectées.**

|                 |   |    |          |
|-----------------|---|----|----------|
| Dépend. :<br>KV | ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; KV (Feuille de données1) |    |          |
|                 | Var. indépendante (classement) : Wilaya                     |    |          |
|                 | Test de Kruskal-Wallis : H (3, N= 240) =66,41518 p =,000    |    |          |
|                 | Code  | N  | Somme    |
| Ain Defla       | 101   | 60 | 5546,50  |
| Tipaza          | 102   | 60 | 7651,50  |
| Bouira          | 103   | 60 | 10633,50 |
| Alger           | 104   | 60 | 5088,50  |

)] Variabilité des kystes vides en fonction des communes

L'analyse de la variance par le test de Kruskal-Wallis a révélé que le nombre de kystes vides présente des variations très hautement significatives en fonction des communes étudiées ( $p < 0,0005$ ) (Tableau 8).

**Tableau 8: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% du nombre de kystes vides en fonction des communes prospectées dans les différentes wilayas.**

|                  |   |    |          |
|------------------|---|----|----------|
| Dépend. :<br>KV  | ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; KV (Feuille de données1) |    |          |
|                  | Var. indépendante (classement) : Commune                    |    |          |
|                  | Test de Kruskal-Wallis : H (19, N= 240) =157,9115 p =0,00   |    |          |
|                  | Code  | N  | Somme    |
| Zeddine          | 101   | 12 | 347,000  |
| Djendel          | 102   | 12 | 823,500  |
| Mekhatria        | 103   | 12 | 692,000  |
| Ain Defla        | 104   | 12 | 2246,000 |
| Rouina           | 105   | 12 | 1438,000 |
| Hadjout          | 106   | 12 | 1708,000 |
| Sidi Rached      | 107   | 12 | 2405,000 |
| Bourkika         | 112   | 12 | 1075,500 |
| El Assnam        | 113   | 12 | 1961,000 |
| El Hachimia      | 114   | 12 | 1668,500 |
| Rawrawa          | 119   | 12 | 1841,500 |
| Zéralda          | 120   | 12 | 936,500  |
| Staoueli         | 121   | 12 | 534,500  |
| Rouiba           | 125   | 12 | 1177,500 |
| Ahmer El Ain Est | 126   | 12 | 1595,500 |

J) Variabilité des kystes vides en fonction des parcelles au sein de la même commune

Dans le tableau 9, nous avons résumé l'effet du site de prélèvement (parcelle) sur le nombre de kystes vides qui est égal au nombre total de kystes (absence de kystes pleins) dans les wilayas de Tipaza, Bouira et Alger. Les résultats montrent que :

- Dans la wilaya d'Ain Defla, le nombre de kystes vides varie significativement voir très hautement significativement (Ain Defla) dans les parcelles qui appartiennent à la même commune.
- Dans la wilaya de Tipaza, le nombre de kystes vides ne varie pas significativement en fonction des parcelles dans les communes Hadjout, Sidi Rached et Ahmer « El Ain Ouest ». Cependant le site de prélèvement a un effet très hautement significatif à Ahmer El Ain Est et Bourkika.
- A Bouira, le site de prélèvement n'a pas d'effet significatif sur le nombre de kystes vides prélevés dans la commune d'El Asnam. Cependant, ce nombre varie significativement en fonction des parcelles à Ain Bessem « Ouest » et très hautement significativement à Ain Bessem « Est », Raourawa et El Hachimia.
- Au niveau de la wilaya d'Alger, le nombre de kystes vides ne varie pas significativement en fonction des parcelles dans les communes de Zeralda, Staoueli et Dar El Beïda Ouest alors qu'il varie significativement en fonction parcelles à Dar El Beïda Est et très hautement significativement à Rouiba.

**Tableau 9: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% de l'effet du site de prélèvement (parcelle) sur le nombre de kystes vides dans les différentes communes des quatre wilayas prospectées.**

| Wilaya    | Commune          | p-value de test de (Shapiro-Wilk) | p calculée par le test Kruskal-Wallis | P calculée par l'anova paramétrique | Différence                           |
|-----------|------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Ain Defla | Zeddine          | 0,00037*                          | 0,005                                 | -                                   | <b>Significative</b>                 |
|           | Djendel          | 0,00782*                          | 0,006                                 | -                                   | <b>Significative</b>                 |
|           | Mekhatria        | 0,00057*                          | 0,005                                 | -                                   | <b>Significative</b>                 |
|           | Ain Defla        | 0,65931**                         | -                                     | 0,000040                            | <b>Très hautement significatives</b> |
|           | Rouina           | 0,03845*                          | 0,010                                 | -                                   | <b>Significative</b>                 |
| Tipaza    | Hadjout          | 0,7214**                          | -                                     | 0,351305                            | Non significative                    |
|           | Sidi Rached      | 0,03489*                          | 0,441                                 | -                                   | Non significative                    |
|           | Ahmer El Ain Est | 0,33747**                         | -                                     | 0,001865                            | <b>Hautement significative</b>       |
|           | Ahmer El Ain     | 0,00610*                          | 0,060                                 | -                                   | Non significative                    |

|        |                    |           |   |          |                               |
|--------|--------------------|-----------|---|----------|-------------------------------|
|        | Ouest              |           |   |          |                               |
|        | Bourkika           | 0,40778** |   | 0,002374 | <b>Hautement significatif</b> |
| Bouira | El Assnam          | 0,81214** | - | 0,315795 | Non significative             |
|        | El Hachimia        | 0,40853** | - | 0,000615 | <b>Hautement significatif</b> |
|        | Ain Bessem Est     | 0,88702** | - | 0,000933 | <b>Hautement significatif</b> |
|        | Ain Bessem Ouest   | 0,99975** | - | 0,019909 | <b>Significatif</b>           |
|        | Rawrawa            | 0,14285** | - | 0,452904 | Non significative             |
| Alger  | Zéralda            | 0,98794** | - | 0,383953 | Non significative             |
|        | Staoueli           | 0,44312** | - | 0,289024 | Non significative             |
|        | Dar El Beïda Est   | 0,56228** | - | 0,005576 | <b>Significatif</b>           |
|        | Dar El Beïda Ouest | 0,41014** | - | 0,051708 | Non significative             |
|        | Rouiba             | 0,62597** | - | 0,000971 | <b>Hautement significatif</b> |

\*Les résultats ne suivent pas la loi normale ( $p < 0,05$ )

\*\* Les résultats ne suivent pas la loi normale ( $p > 0,05$ )

### B/Effet des facteurs étudiés sur le nombre de kystes pleins

Les kystes pleins ne sont détectés qu’au niveau de la wilaya d’Ain Defla donc l’analyse statistique va porter sur la variabilité de leur nombre en fonction des communes et leur variabilité en fonction des parcelles au sein de la même commune.

#### )] Variabilité des kystes pleins en fonction des communes dans la wilaya d’Ain Defla

Les résultats de test de Kruskal-Wallis ont montré une variation très hautement significative des kystes pleins en fonction des communes prospectées ( $p < 0,0005$ ) (tableau 10).

**Tableau 10: Résultats de test de Kruskal-Wallis relatifs à la variabilité de nombre de kystes pleins de *Globodera* en fonction des communes.**

|                 |  |    |          |
|-----------------|--|----|----------|
| Dépend. :<br>KV | ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; KP                        |    |          |
|                 | Var. indépendante (classement) : Commune                     |    |          |
|                 | Test de Kruskal-Wallis : $H(4, N= 60) = 27,98004$ $p = ,000$ |    |          |
|                 | Code   | N  | Somme    |
| Zeddine         | 101  | 12 | 237,0000 |
| Djendel         | 102  | 12 | 279,0000 |
| Mekhatria       | 103  | 12 | 278,0000 |
| Ain Defla       | 104  | 12 | 612,0000 |
| Rouina          | 105  | 12 | 424,0000 |

J) **Variabilité kystes pleins en fonction des parcelles au sein de la même commune dans Ain Defla**

L'analyse de la variance a révélé que le nombre de kystes pleins varie significativement entre les parcelles dans les communes de Zeddine, Djendel et Mekhatria et très hautement significativement dans les communes d'Ain Defla et Rouina (Tableau 11).

**Tableau 11: Résultats de test de Kruskal-Wallis relatifs à la variabilité de nombre de kystes pleins de *Globodera* en fonction des parcelles au sein de la même commune.**

| Commune   | p-value de test de (Shapiro-Wilk) | p calculée par le test Kruskal-Wallis | P calculée par l'anova paramétrique | Variation                    |
|-----------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| Zeddine   | 0,00037*                          | 0,005                                 | -                                   | Significative                |
| Djendel   | 0,04657*                          | 0,005                                 | -                                   | Significative                |
| Mekhatria | 0,00057*                          | 0,005                                 |                                     | Significative                |
| Ain Defla | 0,65931**                         |                                       | 0,00004                             | Très hautement significative |
| Rouina    | 0,08911**                         |                                       | 0,000014                            | Très hautement significative |

\*Les résultats ne suivent pas la loi normale ( $p < 0,05$ )

\*\* Les résultats ne suivent pas la loi normale ( $p > 0,05$ )

**C/Effet des facteurs étudiés sur le nombre total de kystes**

J) **Variabilité en fonction des wilayas étudiées**

L'analyse de la variance a révélé un effet très hautement significatif du facteur région (échelle wilaya) sur le nombre total de kystes de *Globodera* ( $p < 0,0005$ ) (Tableau 12).

**Tableau 12: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% du nombre total de kystes en fonction des wilayas prospectées.**

|                 |  |    |          |
|-----------------|--|----|----------|
| Dépend. :<br>KV | ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; NTK (Feuille de données1) |    |          |
|                 | Var. indépendante (classement) : Wilaya                      |    |          |
|                 | Test de Kruskal-Wallis : $H(3, N=240) = 103,8323$ $p = 0,00$ |    |          |
|                 | Code   | N  | Somme    |
| Ain Defla       | 101  | 60 | 10252,00 |
| Tipaza          | 102  | 60 | 6027,00  |
| Bouira          | 103  | 60 | 9301,50  |
| Alger           | 104  | 60 | 3339,50  |

) **Variabilité en fonction des communes**

L'analyse de la variance par le test de Kruskal-Wallis a révélé que le nombre total de kystes présente des variations très hautement significatives en fonction des communes étudiées ( $p < 0,0005$ ) (Tableau 13).

**Tableau 13: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% du nombre total des kystes en fonction des communes prospectées dans les différentes wilayas.**

|                 |   |    |          |
|-----------------|---|----|----------|
| Dépend. :<br>KV | ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; NTK (Feuille de données1)  |    |          |
|                 | Var. indépendante (classement) : Commune                      |    |          |
|                 | Test de Kruskal-Wallis : $H(19, N=240) = 175,9801$ $p = 0,00$ |    |          |
|                 | Code  | N  | Somme    |
| Zeddine         | 101   | 12 | 1747,000 |
| Djendel         | 102   | 12 | 1639,000 |
| Mekhatria       | 103   | 12 | 2078,000 |
| Ain Defla       | 104   | 12 | 2506,000 |
| Rouina          | 105   | 12 | 2282,000 |
| Hadjout         | 106   | 12 | 1358,500 |
| Sidi Rached     | 107   | 12 | 2183,000 |
| Bourkika        | 112   | 12 | 706,000  |
| El Assnam       | 113   | 12 | 1639,500 |
| El Hachimia     | 114   | 12 | 1315,500 |
| Rawrawa         | 119   | 12 | 1491,000 |

|                  |     |    |          |
|------------------|-----|----|----------|
| Zéralda          | 120 | 12 | 573,000  |
| Staoueli         | 121 | 12 | 222,000  |
| Rouiba           | 125 | 12 | 804,000  |
| Ahmer El Ain Est | 126 | 12 | 1266,000 |

)] Variabilité en fonction des parcelles au sein de la même commune

La variabilité du nombre total des kystes en fonction des parcelles correspond à la variabilité des kystes vides dans toutes les communes prospectées à Tipaza, Bouira et Alger (Voir tableau) puisqu'on a noté l'absence des kystes pleins dans ces wilayas ainsi, seulement les différences observées dans la wilaya d'Ain Defla sont analysées (Tableau 15). Les résultats de cette analyse indiquent que le nombre total de kyste ne varie pas significativement entre les parcelles dans la commune de Zeddine. Cependant, les variations notées sur les nombres totaux de kystes sont significatives à Djendel et Rouina, hautement significatives à Mekhatria et très hautement significatives à Ain Defla (Tableau 14).

**Tableau 14: Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% de l'effet du site de prélèvement (parcelle) sur le nombre total des kystes dans les différentes communes des quatre wilayas prospectées.**

| Commune   | p-value de test de (Shapiro-Wilk) | p calculée par le test Kruskal-Wallis | P calculée par l'anova paramétrique | Variation                            |
|-----------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Zeddine   | 0,17034**                         | -                                     | 0,381698                            | Non significative                    |
| Djendel   | 0,92758**                         | -                                     | 0,028606                            | <b>Significative</b>                 |
| Mekhatria | 0,52746**                         | -                                     | 0,002907                            | <b>Hautement significative</b>       |
| Ain Defla | 0,39958**                         | -                                     | 0,000010                            | <b>Très hautement significatives</b> |
| Rouina    | 0,47599**                         | -                                     | 0,020774                            | <b>Significatives</b>                |

\*\* Les résultats ne suivent pas la loi normale ( $p > 0,05$ )

J) **C/Effet des facteurs étudiés sur degré d’infestation (Nombre d’œufs+juvéniles/g du sol) Variabilité en fonction des communes étudiées à Ain Defla**

Les résultats de test de Kruskal-Wallis ont montré une variation très hautement significative des nombres d’œufs+juvéniles de *Globodera* contenus dans 1g du sol en fonction des communes prospectées ( $p < 0,0005$ ) (tableau 15).

**Tableau 15: Résultats de test de Kruskal-Wallis relatifs à la variabilité de nombre des œufs+J2 de *Globodera*/g du sol en fonction des communes.**

|                 |   |    |          |
|-----------------|---|----|----------|
| Dépend. :<br>KV | ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; N œufs+J2/g du sol (Feuille de données1) |    |          |
|                 | Var. indépendante (classement) : Commune                                    |    |          |
|                 | Test de Kruskal-Wallis : $H(4, N=60) = 30,07823$ $p = ,000$                 |    |          |
|                 | Code  | N  | Somme    |
| Zeddine         | 101   | 12 | 240,0000 |
| Djendel         | 102   | 12 | 278,0000 |
| Mekhatria       | 103   | 12 | 262,0000 |
| Ain Defla       | 104   | 12 | 620,0000 |
| Rouina          | 105   | 12 | 430,0000 |

J) **Variabilité des nombres d’œufs+J2/g du sol en fonction des parcelles au sein de la même commune dans Ain Defla**

L’analyse de la variance a révélé que les nombres d’œufs+J2/g du sol varient significativement entre les parcelles dans les communes de Zeddine, Djendel et Mekhatria et hautement significativement dans les communes d’Ain Defla et Rouina (Tableau 16).

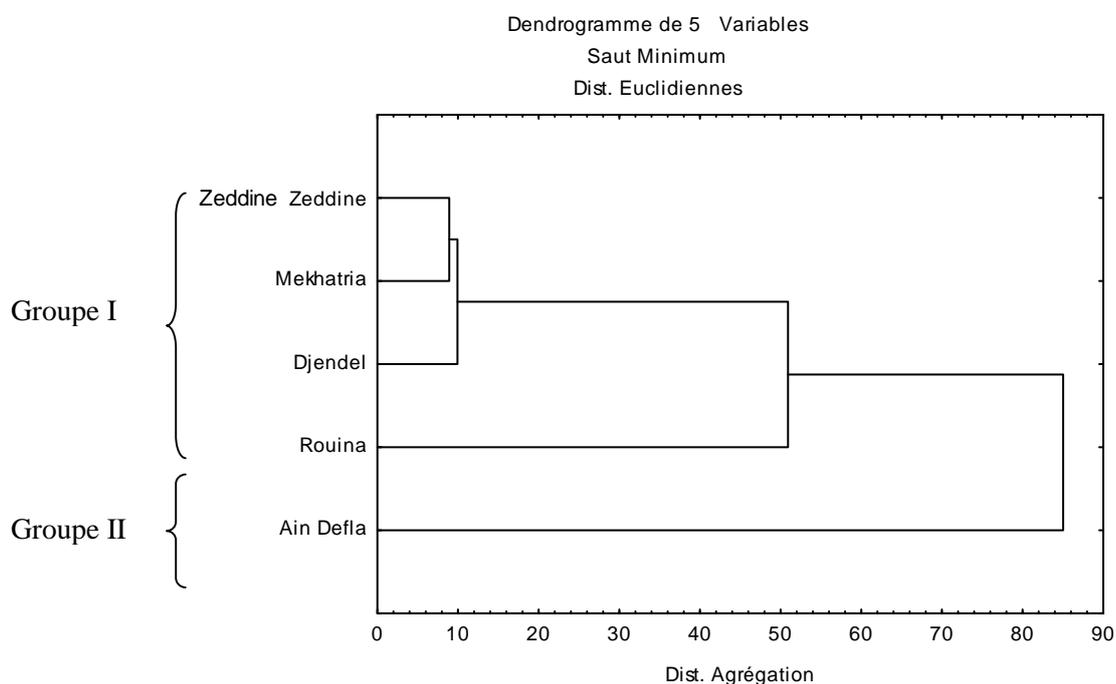
**Tableau 16: Résultats de test de Kruskal-Wallis relatifs à la variabilité des nombres d’œufs+J2 de *Globodera* /g du sol en fonction des parcelles au sein de la même commune.**

| Commune   | p-value de test de (Shapiro-Wilk) | p calculée par le test Kruskal-Wallis | P calculée par l’anova paramétrique | Variation               |
|-----------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Zeddine   | 0,00035*                          | 0,005                                 | -                                   | Significative           |
| Djendel   | 0,00204*                          | 0,006                                 | -                                   | Significative           |
| Mekhatria | 0,00045*                          | 0,005                                 | -                                   | Significative           |
| Ain Defla | 0,86048**                         | -                                     | 0,00209                             | Hautement significative |
| Rouina    | 0,15523**                         | -                                     | 0,00109                             | Hautement significative |

\*Les résultats ne suivent pas la loi normale ( $p < 0,05$ ) \*\* Les résultats ne suivent pas la loi normale ( $p > 0,05$ )

**IV.1.1.4. Classification hiérarchique des communes d’Ain Defla en fonction de leur degré d’infestation**

Deux groupes distincts se sont libérés de la classification hiérarchique en se basant sur la méthode de saut minimum en utilisant la variable degré d’infestation par les nématodes à kystes *Globodera* (Nombre d’œuf+J2/g du sol). Le premier est formé par les communes de Zeddine, Mekhatria, Djendel et Rouina. Ce groupe contient deux sous groupes le premier est formés des communes de Zeddine et de Mekhatria où seulement une parcelle est infestée et les degrés d’infestation n’ont pas atteint le seuil de nuisibilité mais sont plus au mois élevés (4,4 et 8,78 œufs+J2/g du sol respectivement) ainsi que la commune de Djendel où deux parcelles se sont avérés infestées mais les degrés d’infestation sont faibles. Le second sous groupe est formé par la commune de Rouina où deux parcelles sur les trois étudiées sont infestées et les degrés d’infestation sont élevés (dépassent le seuil de nuisibilité). Quant au deuxième groupe, il comporte la commune d’Ain Defla où les trois parcelles prospectées étaient infestées par ces parasites et les degrés d’infestations étaient importants dans les trois parcelles (dépassent le seuil de nuisibilité) (Fig. 31).



**Figure 31: Dendrogramme de classifications hiérarchiques communes d’Ain Defla basée sur leur degré d’infestation par les nématodes à kystes *Globodera***

IV.1.2. Analyse des enquêtes auprès des agriculteurs des trois wilayas « Tipaza, Bouira et Alger »

IV.1.2.1. Présentation des exploitations enquêtées

IV.1.2.1.1. Statut

Au niveau de la wilaya d’Alger, les exploitations enquêtées sont regroupées en trois groupes selon leur statut. En effet, (40%) des exploitations sont privées et 40% sont des fermes pilotes, les autres exploitations agricoles sont individuelles (20%). Cependant, les exploitations enquêtées à Bouira et à Tipaza sont regroupées en quatre groupes puisque des exploitations agricoles collectives sont aussi enquêtées (20% et 26,66 respectivement) (Fig.32).

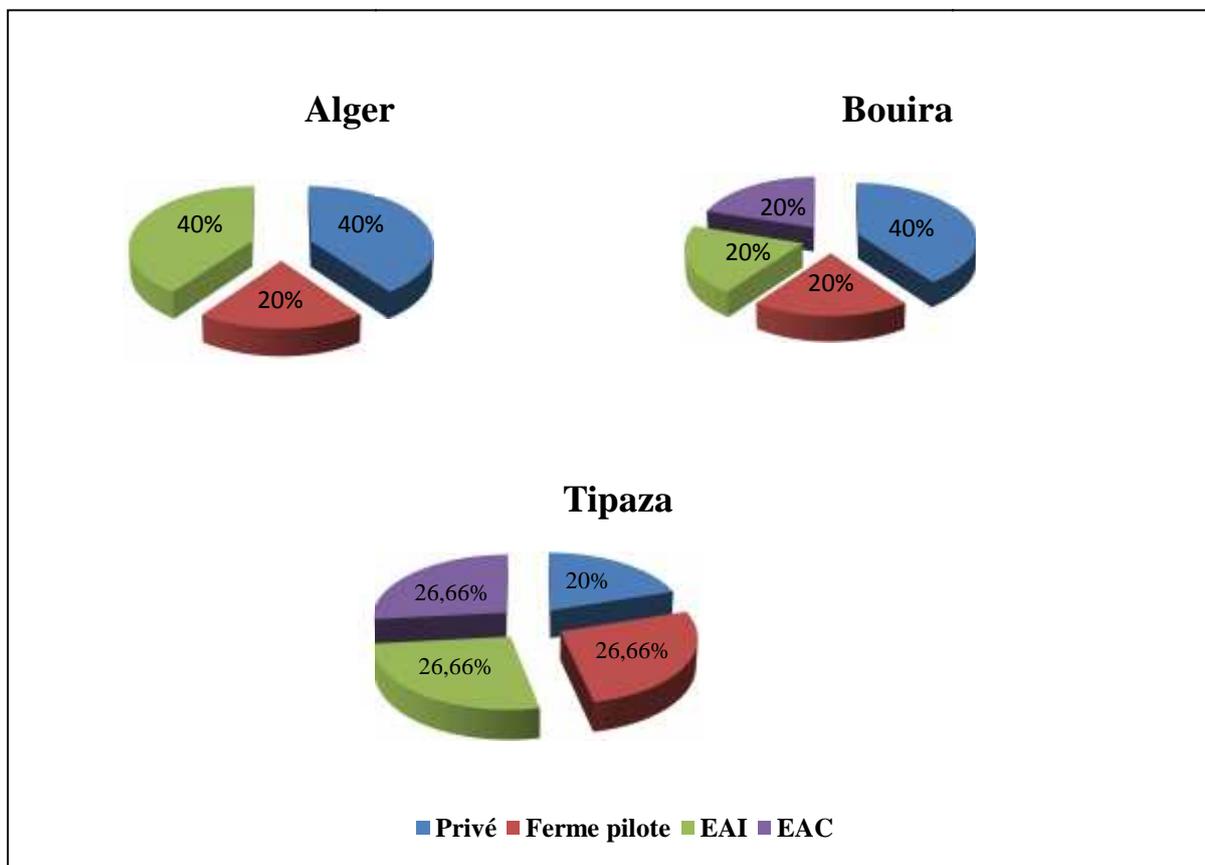


Figure 32 : Statut des exploitations agricoles enquêtées dans les trois wilayas.

IV.1.2.1.2. Type de culture et destination

Au niveau de wilayas Tipaza et Bouira toutes les parcelles sont enquêtées pendant la culture d’arrière saisons. Cependant les parcelles de wilayas d’Alger pendant la culture saisons.

Un grand pourcentage des exploitations prospectées au niveau des trois wilayas produisent uniquement la pomme de terre de consommation (53,33% et 44,66% et 26,66% à Bouira et Alger et Tipaza respectivement). D’autres exploitations produisent la pomme de terre de consommation et parallèlement, ils consacrent des parcelles pour la multiplication de semence, c’est ce système de production qui est appliqué dans la majorité des exploitations enquêtées à Tipaza (53,33%). Il existe aussi un certain pourcentage d’exploitations qui produisent uniquement de la pomme de terre de semence (20%, 13,33%, 20%) (Fig. 33).

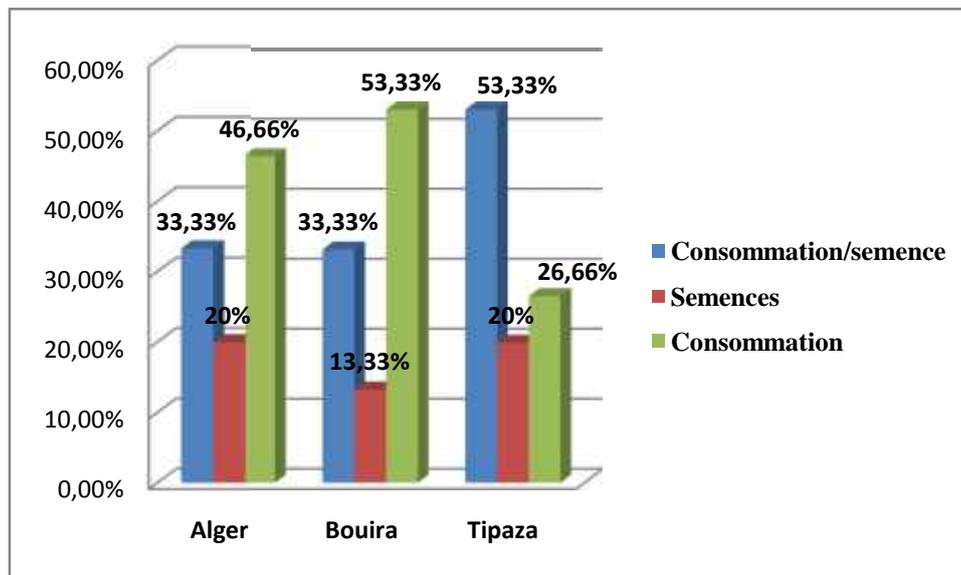


Figure 33 : Destination de la pomme de terre produite dans les exploitations enquêtées dans les trois wilayas.

IV.1.2.1.3. La superficie des exploitations enquêtées

Notre étude a porté sur 45 différentes exploitations situées dans trois wilayas Alger, Bouira et Tipaza (à raison de 15 exploitations par wilaya) et les données relatives à la situation, la superficie de ces exploitations ainsi que les superficies occupées par la culture de la pomme de terre dans ces dernières sont présentés dans le tableau 18.

Les résultats indiquent que les superficies consacrées à la production de la pomme de terre sont importantes dans la majorité des exploitations agricoles enquêtées dans les trois wilayas. En effet, cette culture occupe 88,46% des exploitations enquêtées à Bouira, 82,2% de celles enquêtées à Alger et 77,59% des exploitations prospectées à Tipaza.

**Tableau 17 : Importance de la culture de pomme de terre dans les exploitations enquêtées dans les trois wilayas.**

| Wilayas | Localisation         | Nombre d'exploitations enquêtées | Superficie étudiée (Ha) | Superficie totale de la pomme de terre (ha) | Superficie totale d'exploitation (ha) | Importance de la superficie consacrée à la pomme de terre |
|---------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|---|---------------------------------------|---|
| Alger   | Zéralda.             | 3                                | 6                       | 6   | 16                                    | 37,5%   |
|         | Dar El Beidha Est.   | 3                                | 37,5                    | 52,5  | 58                                    | 90,51%  |
|         | Dar El Beidha Ouest. | 3                                | 55                      | 61  | 66                                    | 92,42%  |
|         | Staoueli.            | 3                                | 11                      | 17  | 22                                    | 77,27%  |
|         | Rouiba.              | 3                                | 62,5                    | 69  | 88                                    | 78,40%  |
|         | <b>Total</b>         | <b>15</b>                        | <b>172</b>              | <b>205,5</b>                                | <b>250</b>                            | <b>82,2%</b>  |
| Bouira  | El Assnam            | 3                                | 65                      | 70  | 81                                    | 86,41%  |
|         | El Hachimia          | 3                                | 27                      | 29  | 29                                    | 100%  |
|         | Ain Bessem Est.      | 3                                | 35                      | 55  | 60                                    | 91,66%  |
|         | Ain Bessem Ouest.    | 3                                | 60                      | 71  | 77                                    | 92,20%  |
|         | Rawrawa.             | 3                                | 42                      | 50  | 62                                    | 80,64%  |
|         | El Assnam.           | 3                                | 65                      | 70  | 81                                    | 86,41%  |
|         | <b>Total</b>         | <b>15</b>                        | <b>294</b>              | <b>345</b>                                  | <b>390</b>                            | <b>88,46%</b>   |
| Tipaza  | Sidi Rached.         | 3                                | 12                      | 12  | 19                                    | 63,15%  |
|         | Hadjout.             | 3                                | 8,5                     | 14  | 30                                    | 46,66%  |
|         | Ahmer El Ain Est.    | 3                                | 55                      | 60  | 71                                    | 84,50%  |
|         | Ahmer El Ain Ouest.  | 3                                | 68                      | 68  | 80                                    | 85%   |
|         | Bourkika.            | 3                                | 24                      | 33  | 41                                    | 80,48%  |
|         | <b>Total</b>         | <b>15</b>                        | <b>167,5</b>            | <b>187</b>                                  | <b>241</b>                            | <b>77,59%</b>   |

#### IV.1.2.1.4. Niveau de formation agricole des agriculteurs enquêtés

Les résultats illustrés sur la figure 34 montrent que dans les wilayas d'Alger et Tipaza la majorité des agriculteurs n'ont subi aucune formation agricole (60% et 70% respectivement). Cependant au niveau de la wilaya de Bouira nous remarquons qu'un grand pourcentage des agriculteurs ont subi une certaine formation soit 60% (Ingénieurs agronomes 20%, Techniciens 20%, Agriculteurs qualifiés 20%).

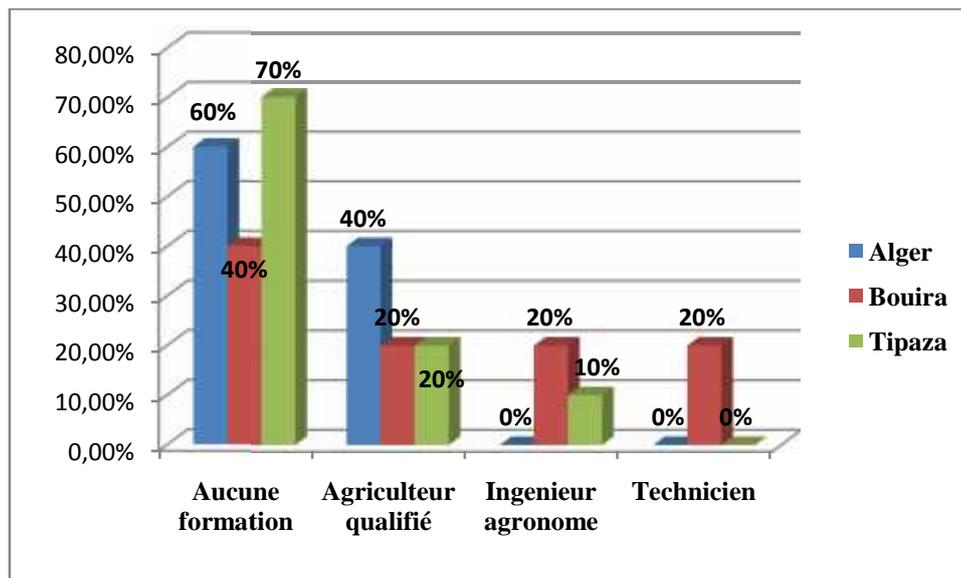


Figure 34 : Niveau de formation des agriculteurs enquêtés dans les trois wilayas.

#### IV.1.2.2. Caractéristiques des sites et mode de conduite de la culture

##### IV.1.2.2.1. 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 ce qui rend difficile de tirer des conclusions sur le type de rotation pratiqué. Les aspects qui ressortent de l'analyse de ces résultats (Tableau 19) sont :

##### ) Au niveau de la wilaya de Tipaza

La rotation la plus dominante est la rotation binaire céréales-pastèque avec introduction de la pomme terre. De même notons une rotation binaire pomme de terre pastèque.

La monoculture (pomme terre) est notée dans une seule parcelle.

) Au niveau de la wilaya de Bouira

Nous notons une rotation binaire pomme de terre-céréales dans quelques parcelles.

La monoculture (pomme de terre) est pratiquée dans trois des quinze parcelles enquêtées. Dans quatre parcelles des quinze enquêtées, la pomme de terre n'est mise en place qu'après quatre compagnes de cultures céréalières.

La jachère est pratiquée dans deux des quinze parcelles enquêtées.

) Au niveau de la wilaya d'Alger

Nous notons que dans plusieurs parcelles la pomme de terre est cultivée en rotation avec une autre Solanacée (tomate ou aubergine).

La monoculture (pomme de terre) est pratiquée dans huit parcelles enquêtées.

**Tableau 18: Type de rotation dans les exploitations enquêtées dans les trois wilayas.**

| Wilayas | N  | Culture en place | Précédents culturaux                             |
|---------|----|------------------|--|
| Tipaza  | 1  | PT               | Céréales\ Pastèque\ Céréales\ Pastèque\ Céréales |
|         | 2  | PT               | Céréales\ Pastèque\ Céréales\ Pastèque\ Céréales |
|         | 3  | PT               | Céréales\ Pastèque\ Céréales\ Pastèque\ Céréales |
|         | 4  | PT               | Céréales\ Céréales\ Céréales\ Céréales\ Céréales |
|         | 5  | PT               | Céréales\ Céréales\ Céréales\ Céréales\ Céréales |
|         | 6  | PT               | Céréales\ Céréales\ Céréales\ Céréales\ Céréales |
|         | 7  | PT               | Céréales\ Céréales\ Céréales\ Céréales\ Céréales |
|         | 8  | PT               | Pastèque\ PT\ Pastèque\ PT\ Pastèque             |
|         | 9  | PT               | PT/ PT\ PT\ PT\ PT                               |
|         | 10 | PT               | PT\ Céréale\ PT\ Céréales\ PT                    |
|         | 11 | PT               | Pastèque\ PT\ Pastèque\ PT\ Pastèque             |
|         | 12 | PT               | Vigne\ Vigne\ Vigne\ Vigne\ Vigne                |
|         | 13 | PT               | Céréales\ Pastèque\ Céréales\ Pastèque\ Céréales |
|         | 14 | PT               | Céréales\ Pastèque\ Céréales\ Pastèque\ Céréales |
|         | 15 | PT               | Céréales\ Pastèque\ Céréales\ Pastèque\ Céréales |
| Bouira  | 1  | PT               | Céréales\ Céréales\ Céréales\ Céréales           |
|         | 2  | PT               | Céréales\ PT\ Céréales\ Jachère\ PT              |
|         | 3  | PT               | Céréales\ PT\ Céréales\ Jachère\ PT              |
|         | 4  | PT               | Céréales\ PT\                                    |
|         | 5  | PT               | Céréales\ PT\                                    |
|         | 6  | PT               | Céréales\ PT\                                    |
|         | 7  | PT               | Céréales\ Céréales\ Céréales\ Céréales           |
|         | 8  | PT               | Céréales\ Céréales\ Céréales\ Céréales           |
|         | 9  | PT               | Céréales\ Céréales\ Céréales\ Céréales           |
|         | 10 | PT               | PT\ PT\ PT\ PT\ PT                               |
|         | 11 | PT               | PT\ PT\ PT\ PT\ PT                               |

|       |    |    |                                 |
|-------|----|----|---------------------------------|
|       | 12 | PT | PT\ PT\ PT\ PT\ PT              |
|       | 13 | PT | PT\ PT\ Céréales                |
|       | 14 | PT | PT\ PT\ Céréales                |
|       | 15 | PT | PT\ PT\ Céréales                |
| Alger | 1  | PT | Tomate\ PT\ Tomate \ PT\ PT     |
|       | 2  | PT | Tomate\ PT\ Tomate \ PT\ PT     |
|       | 3  | PT | Tomate\ Tomate\ Tomate \ PT\ PT |
|       | 4  | PT | PT/ PT\ PT\ PT\ PT              |
|       | 5  | PT | PT/ PT\ PT\ PT\ PT              |
|       | 6  | PT | PT/ PT\ PT\ PT\ PT              |
|       | 7  | PT | PT\ Fenouil                     |
|       | 8  | PT | PT\ Fenouil                     |
|       | 9  | PT | PT\ Fenouil                     |
|       | 10 | PT | PT/ PT\ PT\ PT\ PT              |
|       | 11 | PT | PT/ PT\ PT\ PT\ PT              |
|       | 12 | PT | PT/ PT\ PT\ PT\ PT              |
|       | 13 | PT | Aubergine\ PT                   |
|       | 14 | PT | Aubergine\ PT                   |
|       | 15 | PT | Aubergine\ PT                   |

IV.1.2.2.2. Système de culture

Les résultats indiquent que la majorité des parcelles utilisent le système intensif dans la culture de pomme de terre dans les trois wilayas avec un grand pourcentage 80% dans la wilaya d’Alger, les autres wilayas en égalités avec 60%. 40% d’agriculteurs pratiquent le système extensif dans la wilaya de Tipaza et Bouira ,20% dans la wilaya d’Alger (Fig. 35).

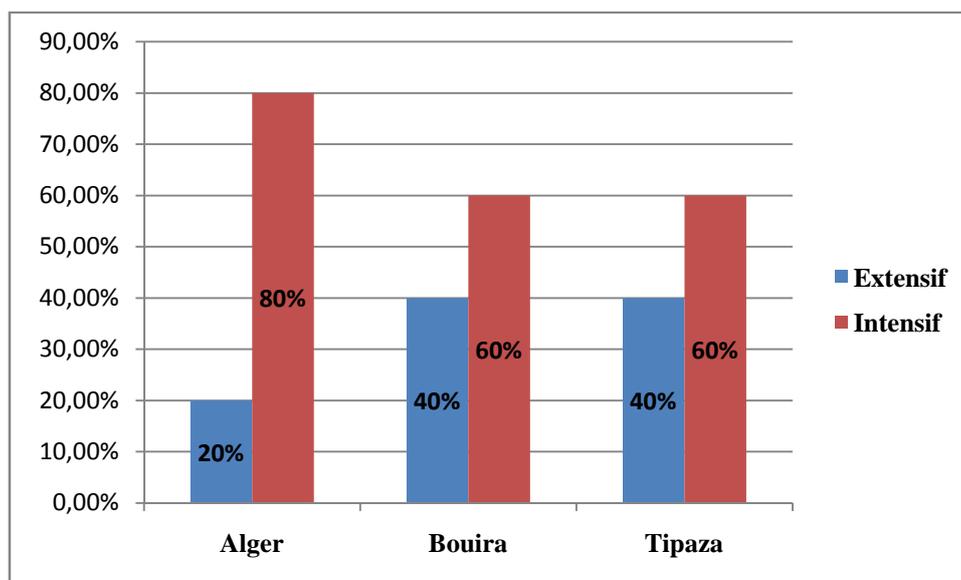


Figure 35 : Système de culture appliqué dans les exploitations enquêtées dans trois wilayas pour la production de la pomme de terre.

IV.1.2.2.3. Les variétés cultivées

Les Résultats de l'enquête indiquent que les mêmes variétés sont cultivées dans les wilayas de Tipaza et de Bouira. La variété la plus cultivée dans les exploitations étudiées à Tipaza est Spunta (dans 60% des parcelles) et les autres variétés Kondor et Désirée sont cultivées dans 40% des parcelles restantes (20 % pour chacune). Par contre, dans la wilaya de Bouira, c'est la variété Kondor (40%) qui est la plus cultivée suivie de Spunta (33,33%) et de Désirée (26,66%).

Au Niveau de la wilaya d'Alger, deux variétés sont cultivées dans les parcelles enquêtés Spunta (dans 53,33% des parcelles) et Fabula (dans 46,66% des parcelles).

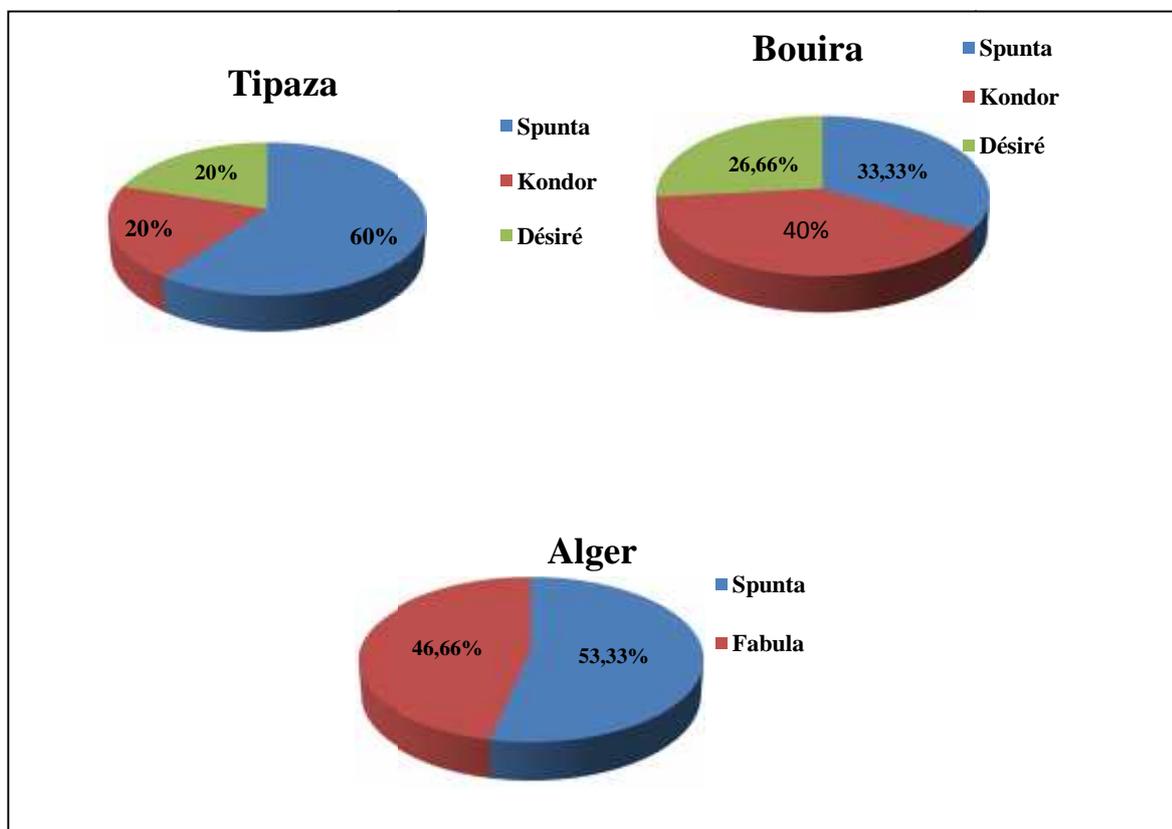


Figure 36: Variétés cultivées dans les parcelles enquêtées dans les trois wilayas.

IV.1.2.3. Environnement de la parcelle

On remarque que dans Les wilayas de Tipaza et Alger la majorité des parcelles cultivées en pomme de terre prospectées sont entourées d'autres cultures comme le maraichage, les céréales (66.66% et 60% des parcelles à Tipaza et Alger respectivement). Dans ces deux wilayas, seulement quelques parcelles sont entourées d'autres parcelles cultivées en même culture. Cependant à Bouira la plupart des parcelles prospectées (60%), sont entourées par

d'autres parcelles cultivées en pomme de terre (même culture) quant au reste des parcelles, elles sont entourées soit par d'autres cultures (20%) ou par des habitations ou des routes.

Par contre (13.33%) des parcelles dans la wilaya de Tipaza et (20%) dans la wilaya d'Alger. Soit elles ne sont pas entourées de parcelles cultivées (20%) elles se trouvent à proximité des habitations ou de routes dans les trois wilayas.

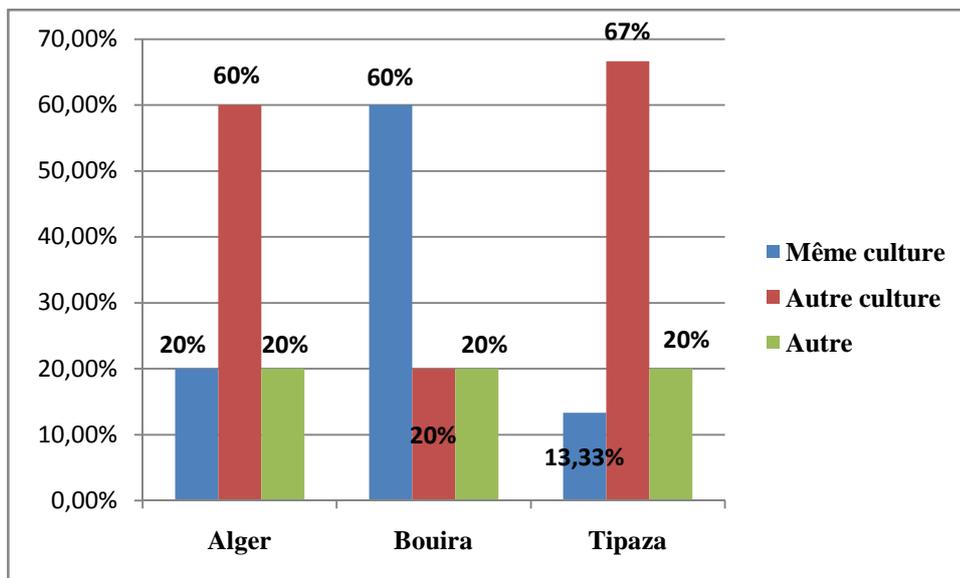


Figure 37 : Environnement des parcelles cultivées en pomme de terre dans les trois wilayas.

❖ **Présence d'une bordure**

60% des parcelles cultivées en pomme de terre enquêtées dans les wilayas de Bouira et de Tipaza, ne sont pas entourées de bordures, et 40% des parcelles ont des bordures. Cependant, à Alger, la majorité des parcelles (80%) sont entourées de bordures. (Fig. 38).

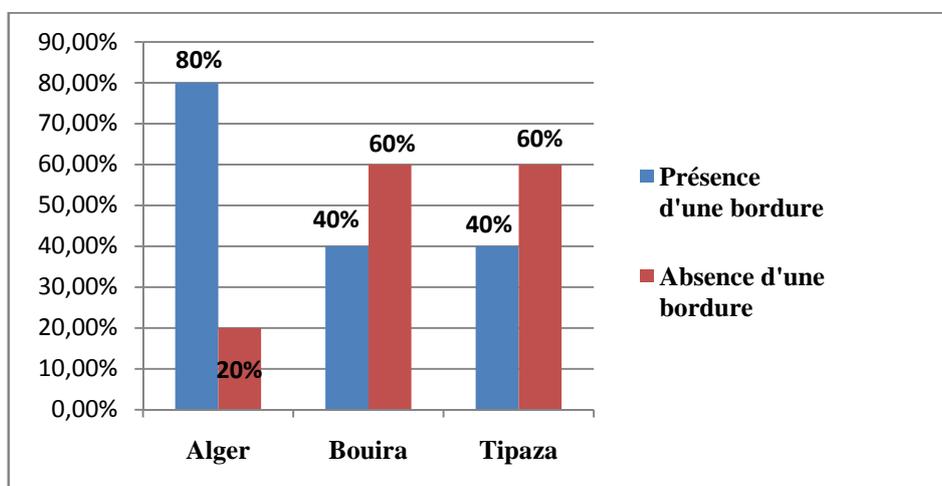


Figure 38 : Présence ou absence d'une bordure autour des parcelles enquêtées dans les trois wilayas.

❖ **Texture du sol**

La plupart des agriculteurs ne connaissent pas la texture de leur sol, mais les délégués des DSA des trois wilayas ont répondu à nos questions relatives à la nature du sol, la figure 38 montre que dans les wilayas de Bouira et de Tipaza trois textures sont présentes, la plupart des parcelles ont une texture Argilo-limoneuse (66,66 % des parcelles de Tipaza et 46,66% des parcelles de Bouira), les autres parcelles sont argilo-sableuses ou argileuses. Par contre, au niveau de la wilaya de Tipaza quatre textures sont présentes : la texture argileuse (la plus représentée avec 33%), argilo-limoneuse (26,66%) et on note aussi des textures à dominance de sable : sableuse (20%) et sablo-limoneuse (20%).

On distingue que la texture des exploitations de wilaya d'Alger sont différentes aux autres wilayas, la majorité 33% des parcelles leurs sols est argileux, ensuite 26,66% des parcelles la texture de leurs sol est Argileux limoneux, pour les autres qui restent 20% sont Sableux limoneux, et les derniers 20% sont sableux.

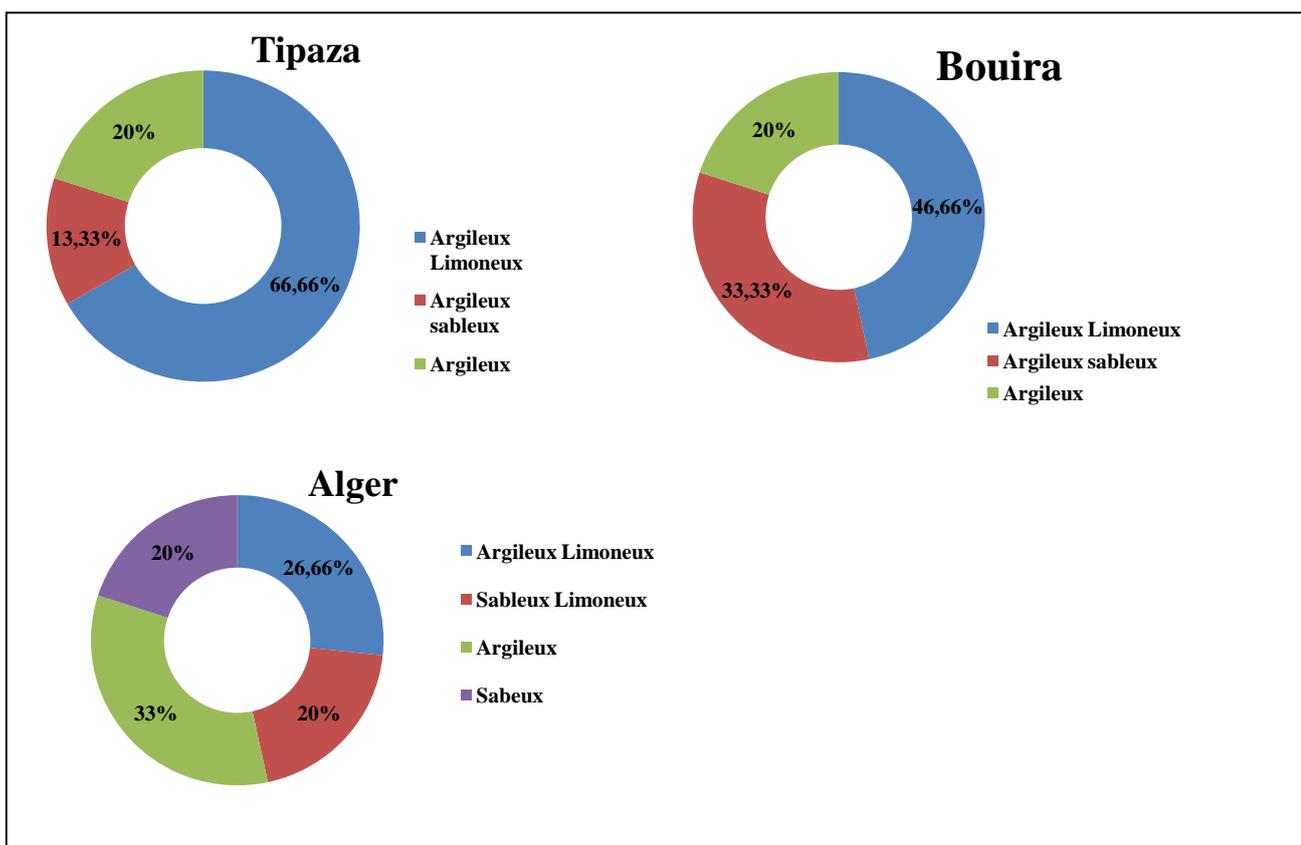


Figure 39 : Texture du sol des parcelles enquêtées dans les trois wilayas.

#### IV.1.2.4. Mécanisation

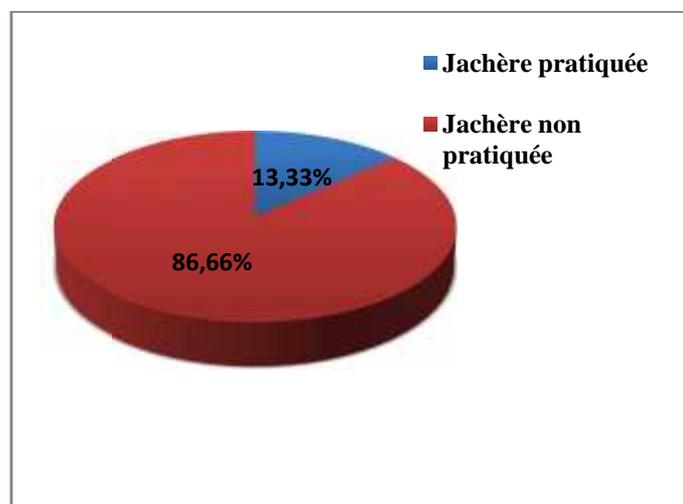
Au niveau des trois wilayas toutes les parcelles enquêtées utilisent la mécanisation, les agriculteurs utilisent plusieurs machines agricoles dans leurs exploitations (les tracteurs, souleveuses ...).

#### IV.1.2.5. Pratiques culturales (plantes associées, irrigation, pratique de jachère, labour)

) Dans les parcelles enquêtées dans les trois wilayas, nous avons noté qu'aucune plante n'est associée à la pomme de terre.

) Généralement dans les exploitations enquêtées dans les trois wilayas, l'aspersion est le moyen le plus utilisé pour l'irrigation de la pomme de terre.

) Les résultats montrent que la jachère n'est pas pratiquée dans toutes les exploitations enquêtées dans les wilayas de Tipaza et Alger. Cependant, dans la wilaya de Bouira elle est pratiquée au niveau de quelques parcelles (13,33%) (Fig. 40).



**Figure 40: Pratique de la jachère dans les parcelles enquêtées au niveau de la wilaya de Bouira.**

❖ Type de labour

**A-Labour profond**

Dans 80% des parcelles enquêtées dans les wilayas d'Alger et Tipaza, les agriculteurs pratiquent le labour profond alors que dans la wilaya de Bouira seulement 53,33% pratiquent ce type de labour.

**B-Labour d'été**

Le labour d'été est souvent pratiqué dans les wilayas d'Alger et de Tipaza (80% et 60% respectivement). Ce type de labour est relativement moins pratiqué dans les exploitations enquêtées à Tipaza (seulement 40%).

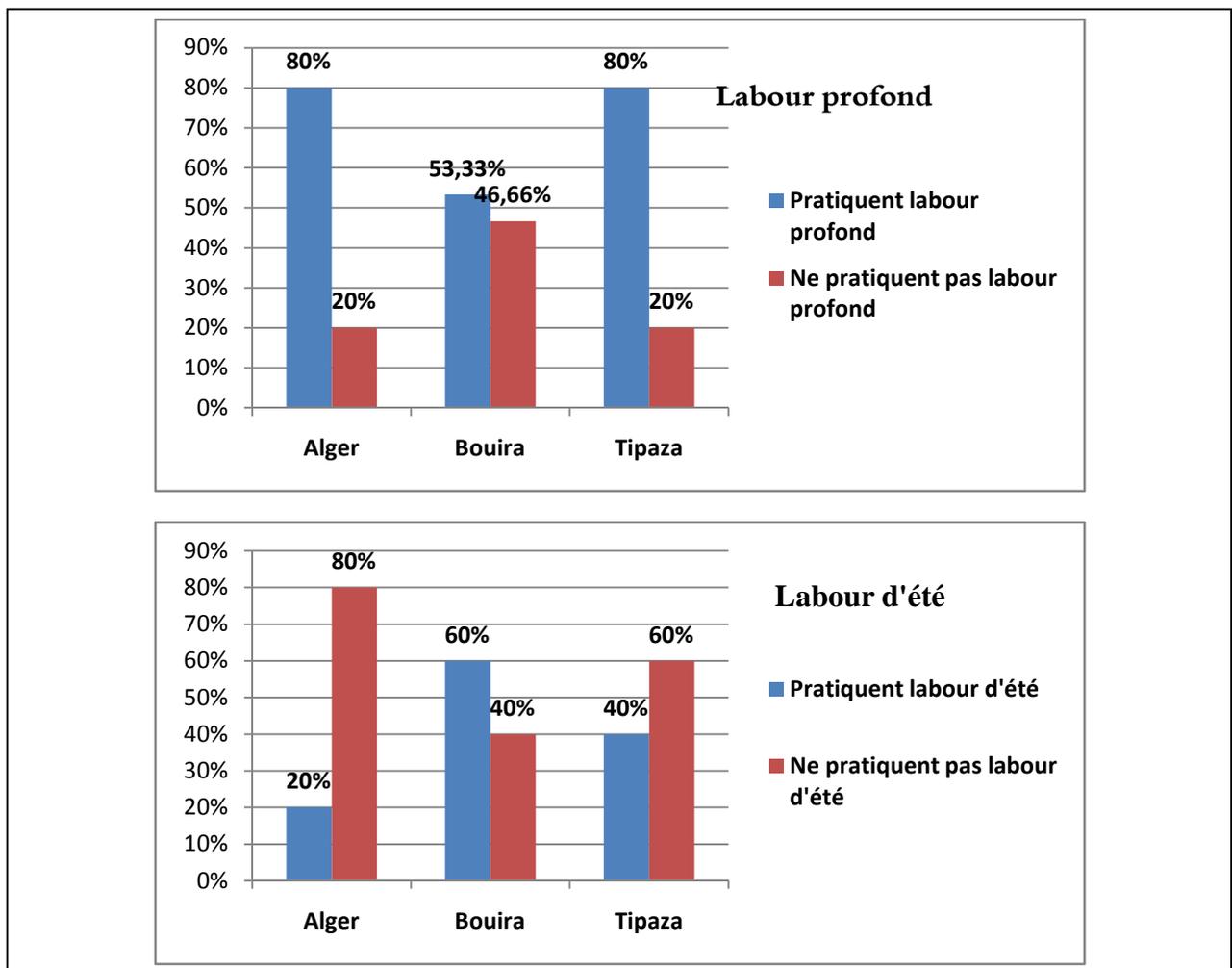


Figure 41 : Type de labour pratiqué dans les exploitations enquêtées dans les trois wilayas.

#### IV.1.2.6. Connaissances des agriculteurs sur les nématodes à kystes *Globodera* sp.

Les Résultats de l'enquête indiquent que dans les trois wilayas (Alger, Bouira et Tipaza) 60% des agriculteurs ne connaissent pas ce nématode. Cependant il y a des agriculteurs qui connaissent les nématodes à kyste *Globodera*, leur symptômes et leur morphologie, ce sont des ingénieurs et ils représentent 40%,20% et 20% des agriculteurs enquêtés dans ces trois wilayas respectivement. On remarque aussi qu'au niveau des wilayas de Bouira et Tipaza, certains agriculteurs qui ont déclarés qu'ils savent que ces nématodes existent les confondent souvent avec d'autres ravageurs, ils représentent (20% et 26.66 % respectivement). Ceci a été déduit en les interrogeant sur l'appellation de ces nématodes dans le dialecte locale, leur morphologie et leurs symptômes (Fig. 42).

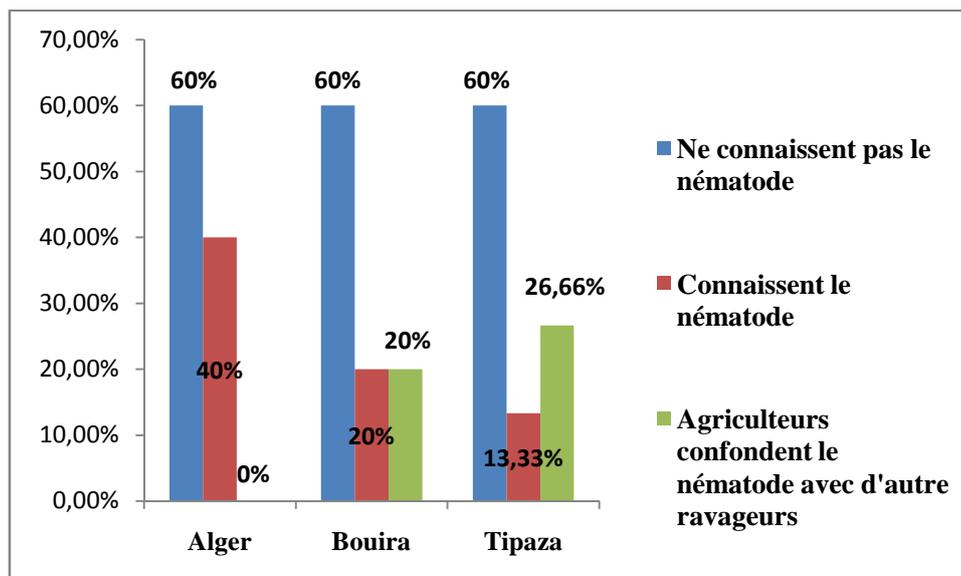


Figure 42 : Connaissances des agriculteurs sur les nématodes à kystes *Globodera* sp. au niveau des exploitations enquêtées dans les trois wilayas.

#### ❖ Réalisation des analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées dans les wilayas de Tipaza, Bouira et Alger

Les analyses nématologiques régulières sont nécessaires pour détecter le nématode. Au niveau de wilaya d'Alger, la majorité des agriculteurs enquêtés (80%) ne réalisent pas des analyses nématologique et seulement 20% des agriculteurs font recours à ces analyses. De

même, un grand pourcentage des exploitations prospectées au niveau de la wilaya de Bouira 66.66 % ne font pas des analyses nématologiques. 33.33 % de ces exploitations ont révélé que les organismes DSA, INPV ont effectués ces analyses dans leurs parcelles destinées à la multiplication de semence. Dans la wilaya de Tipaza, ces analyses sont effectuées dans 53.33% des parcelles prospectées. (Plus fréquemment par rapport à Bouira et Tipaza).

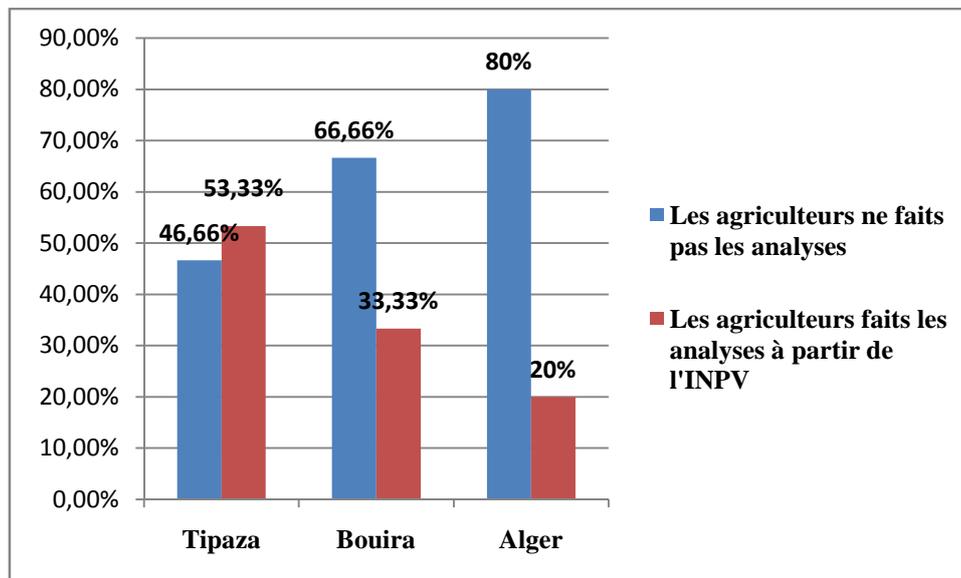


Figure 43: Importance des analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées.

#### IV.1.2.7. Méthodes de lutte utilisées contre les nématodes

Dans notre enquête nous nous sommes intéressés aux techniques de fertilisation et aux méthodes de lutte utilisées par les agriculteurs, soit celles qui ciblent directement les nématodes à kystes de la pomme de terre ou celles qui ciblent d'autres ravageurs ou pathogènes de cette culture et ont un effet sur ces parasites.

Les questions relatives à cette partie ne concernent pas uniquement les parcelles prospectées dans cette enquête mais nous avons voulu avoir une idée sur ce qui se fait en général dans chaque exploitation.

**❖ Désinfection du sol avant culture et en cours de culture par des nématicides ou des produits à effet nématicide**

Les réponses des agriculteurs aux questions relatives à la désinfection du sol ont révélé que dans les trois wilayas, les agricultures ne désinfectent pas le sol ni avant la mise en place de la culture, ni en cours de culture.

**❖ Pratiques culturales****❖ Rotation**

Les résultats de l'enquête relatifs au type de la rotation utilisée dans les wilayas indiquent que la polyculture est pratiquée par les majorités des agricultures des wilayas d'Alger et de Tipaza (66,66%, 80% respectivement), ces agriculteurs introduisent des cultures céréalières et maraîchères dans la rotation et le reste des agriculteurs pratiquent la monoculture. Cependant, à Bouira, beaucoup d'agriculteurs pratiquent la monoculture (53,33%). Ceci a été confirmé en analysant les types de rotation appliqués dans les parcelles enquêtées (Tableau).

Par ailleurs, nous remarquons que la plupart des agriculteurs ne pratiquent pas le labour d'été (66,66%, 60%, 80% dans les wilayas d'Alger, Tipaza et Bouira respectivement), Cependant il y'a quelque agriculteurs qui font recours à ce type de labour (33,33%,40%, 20%).

Concernant la pratique de la jachère, l'enquête a révélée qu'elle n'est pratiquée que dans quelques parcelles de la wilaya de Bouira (13,33%) (Fig. 43).

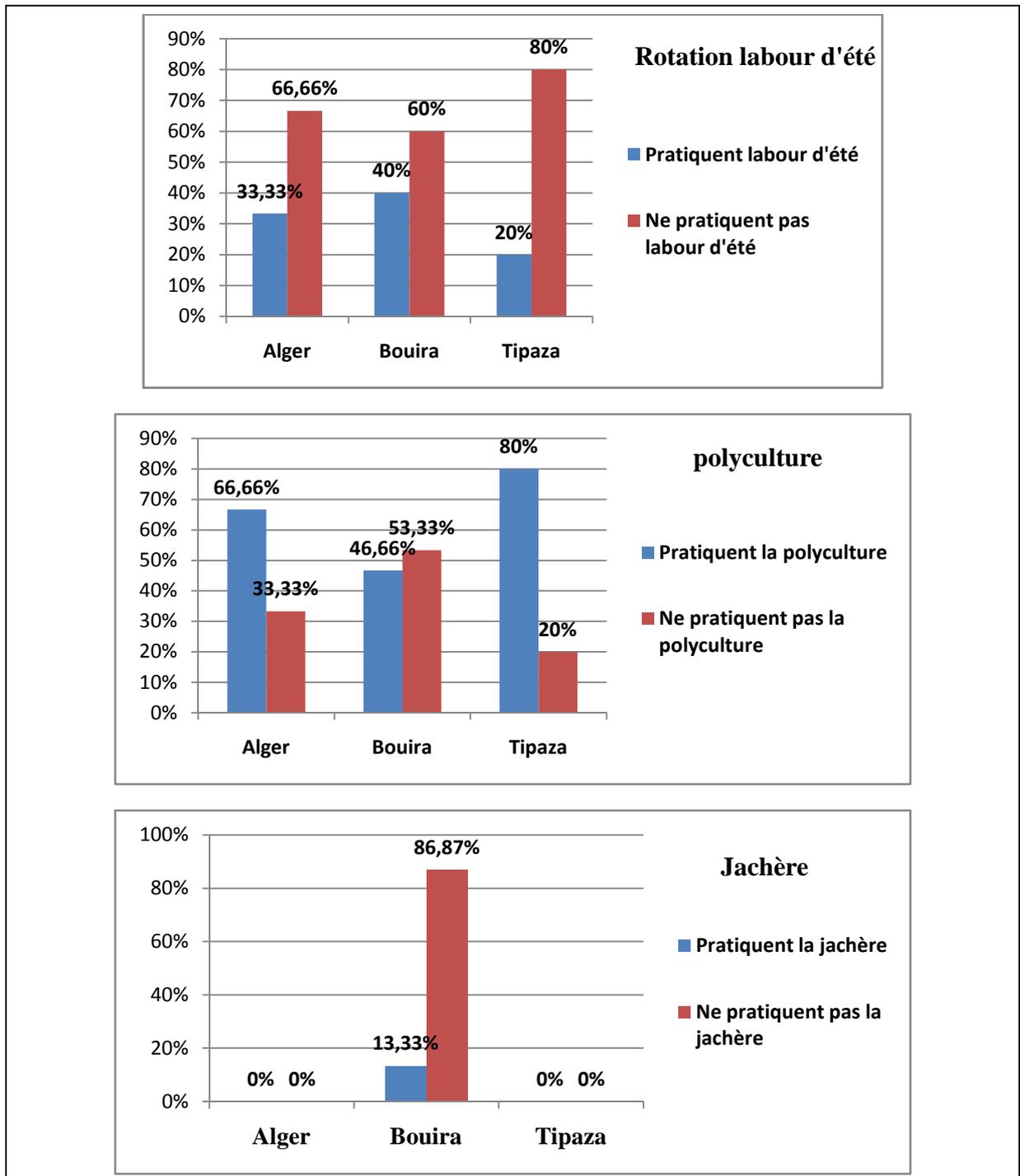
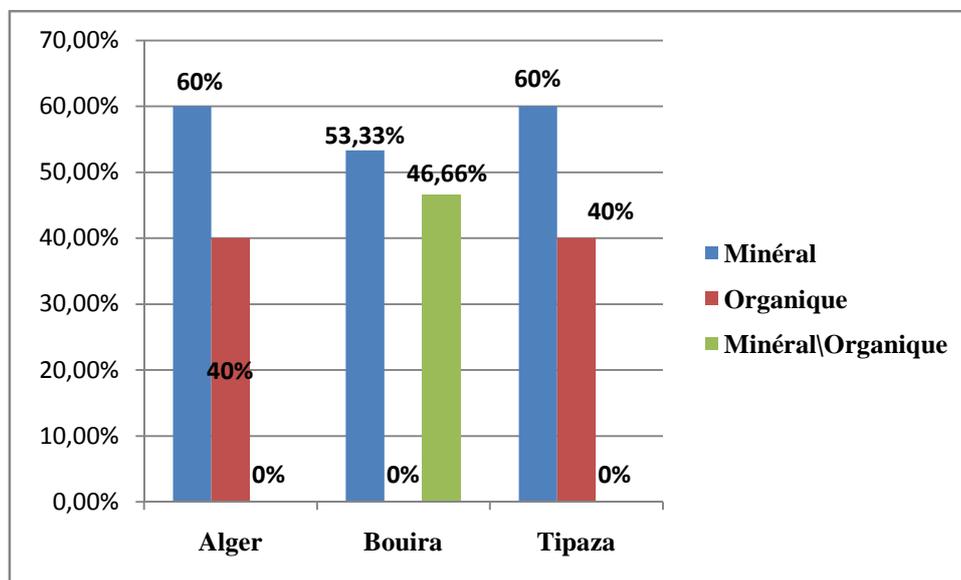


Figure 44 : Type de rotation des exploitations enquêtées dans les trois wilayas.

### ❖ Fertilisation

D'après les résultats obtenus par l'enquête (Fig. 44), on remarque que la fertilisation minérale est la plus utilisée dans la plupart des exploitations des trois wilayas (dans 60%, 53,33%, 60% des parcelles prospectées à Alger, Bouira et Tipaza respectivement). Néanmoins, nous notons qu'à Alger et Tipaza, la fertilisation organique est pratiquée dans un nombre assez important des exploitations enquêtées (40% des exploitations des deux wilayas). A Bouira beaucoup d'exploitations (46,66%) pratiquent la fertilisation mixte, (organique et minérale en mélange).



**Figure 45 : Amendement minéral et organique utilisés dans les parcelles enquêtées dans les trois wilayas.**

### ❖ Traitements phytosanitaires

Les agricultures enquêtées utilisent des traitements phytosanitaires : des insecticides, fongicides et herbicides. Dans les wilayas de Bouira et de Tipaza, des nématicides sont également utilisées (tableau 20).



Tableau 19: Les traitements phytosanitaires pratiqués dans les exploitations enquêtées dans trois wilayas.

|        |  | Les traitements |                |                         |                   |                 |  |  |                   |                |                                  |                           |                   |                 |                |                   |  |
|--------|--|-----------------|----------------|-------------------------|-------------------|-----------------|--|--|-------------------|----------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------|-----------------|----------------|-------------------|--|
|        |  | Insecticides    |                |                         |                   | Fongicides      |  |  |                   | Herbicides     |                                  |                           |                   | Nématicides     |                |                   |  |
|        |  | Non commercial  | Matière active | Famille chimmique       | Effet nématocid e | Non commercial  | Matière active                                 | Famille chimmique                            | Effet nématocid e | Non commercial | Matière active                   | Famille chimmique         | Effet nématocid e | Non commercia l | Matière active | Famille chimmique |  |
| Tipaza |  | Vertimec        | 2% Abamectine  | avermectines            | Oui               | Ridomil         | Métalaxyl-M                                    | Dithiocarbamates Phénylamides                | Oui               | Sencorale      | métribuzine                      | des triazinones           | Non               | Pro-acte        | Pro-acte       | carbamates        |  |
|        |  |                 |                |                         |                   | Manco C         | Manco80 RIVA                                   | Acétamides. Carbamates (Dithiocarbamates).   | Oui               | Fusilade       | 13,4% Fluazifop-p butyl (125g/l) | Aryloxyphéloxypropionates | Non               |                 |                |                   |  |
|        |  |                 |                |                         |                   | Vacomil MZ 72   | Matalaxyl 8% + Mancozeb 64% WP                 | Ditiocarbamate, Acilalanina.                 | Oui               |                |                                  |                           |                   |                 |                |                   |  |
|        |  |                 |                |                         |                   | Ridomil Gold MZ | 64% Mancozeb+ 3,88% Métalaxyl-M                | Dithiocarbamates Phénylamides                | Oui               |                |                                  |                           |                   |                 |                |                   |  |
| Bouira |  | Deltaméthrine   | Deltaméthrine  | Pyréthroïde synthétique | Non               | Mancothane      | 80% Mancozèbe                                  | Carbamates (dithiocarbamates)                | Oui               |                |                                  |                           |                   | Aldicarb        | Aldicarb       | carbamates        |  |
|        |  |                 |                |                         |                   | Milord          | 41,7 % (400 g/l) Spiroxamine + 10,4 % (100g/l) | Spirocétalamines (IBS 2). Triazoles (IBS 1). | Non               |                |                                  |                           |                   |                 |                |                   |  |

|  |  |  |  |         |             |              |           |     |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|---------|-------------|--------------|-----------|-----|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |         |             | Tébuconazole |           |     |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Ridomil | Métalaxyl-M | métalaxyl-M  | Acylamine | Oui |  |  |  |  |  |  |  |

## IV.2. Discussion

Les résultats obtenus lors de notre étude montrent que 100 % des parcelles prospectées dans les wilayas de Tipaza, de Bouira et d'Alger ne sont pas infestées par les nématodes du genre *Globodera* sp. Puisqu'aucun kyste plein n'y est détecté. Cependant, dans la wilaya d'Ain Defla, ces parasites sont détectés sous forme de kystes pleins qui contiennent des œufs et des larves. Leurs nombres par kyste diffèrent d'une population à une autre.

L'étude de l'état d'infestation, par les nématodes à kystes *Globodera* de la pomme de terre, dans les cinq communes d'Ain Defla a montré que ces nématodes sont présents dans 9 des quinze parcelles étudiées soit une fréquence de 60%. Les degrés d'infestation diffèrent d'une parcelle à une autre. Le seuil de nuisibilité qui est estimé à 10 L2 par g du sol par Mugniery (1975) est dépassé dans les parcelles P1 et P3 d'Ain Defla et P2 de Rouina qui présentent les degrés d'infestation les plus élevés (37,39 et 26,85 et 23,66 œufs+ juvéniles/g du sol respectivement). Pour les communes de Zeddine et de Mekhatria où seulement une parcelle est infestée, les degrés d'infestation n'ont pas atteint le seuil de nuisibilité mais sont plus au moins élevés (4,4 et 8,78 œufs+J2/g du sol respectivement). Un faible degré d'infestation est marqué dans la commune de Djendel. L'interaction de différents facteurs (Humains, édaphique et climatiques) entraîne une différence significative du degré d'infestation entre les différentes communes prospectées.

L'ampleur de ce parasite de quarantaine et l'importance de sa répartition géographique à travers les communes prospectées dans la wilaya d'Ain Defla est dû à la surexploitation des producteurs de pomme de terre des parcelles en question. Elle pourrait aussi être liée à l'itinéraire technique non adéquat (non utilisation des variétés considérées comme tolérantes, le type de rotation inadéquat...), mais aussi aux conditions écologiques favorables à la multiplication des populations de *Globodera* sp. tel que le climat et la nature du sol.

Parmi les 60 parcelles prospectées, 51 renferment des kystes de *Globodera* totalement vides soit plus de 85 %. Ces parcelles sont considérées indemnes puisqu'aucun kyste plein de *Globodera* n'y est détecté. Il pourrait s'agir de populations anciennes déjà écloses ou de femelles non fécondées voir même stériles. Cependant, d'autres échantillonnages intensifs doivent être réalisés dans les wilayas d'Alger, Tipaza et Bouira dans les parcelles déjà prospectées et dans

d'autres parcelles et autres localités pour compléter l'information sur l'état d'infestation par ces parasites dans ces wilayas.

D'autres études ont mis en évidence la présence de ces nématodes : à Tipaza (Belhadj BenYahia 2007), à Bouira (Merah 1998) à Alger (DSA, comm.pers.) et à Ain Defla (Belhadj BenYahia 2007, Bougar 2010, Djebroune, 2011 ; 2013 ; Baloul 2012 ; Tirchi, 2015).

Les résultats relatifs à l'enquête réalisée dans les wilayas de Tipaza, Bouira et Alger ont montré que:

La pomme de terre occupe une place importante dans le système de production des exploitations agricoles enquêtées. La production est destinée soit à la consommation ou pour la semence.

La majorité des agriculteurs des wilayas de Tipaza et Alger n'ont subi aucune formation agricole alors qu'à Bouira, le nombre d'agriculteurs qui ont acquis une certaine formation agricole est relativement plus élevé.

Il y'a un manque ou une inefficacité de la vulgarisation agricole sur ces parasites dans ces wilayas puisque la majorité des agriculteurs ne les connaissent pas ou même s'ils sont au courant de leur existence, ils les confondent avec d'autres ravageurs de cette culture.

L'itinéraire technique suivi par les agriculteurs des wilayas d'Alger, Tipaza et Bouira présente quelques aspects intéressants pour la gestion des nématodes *Globodera* sp. Ce qui pourrait expliquer l'absence de ces parasites dans l'ensemble des parcelles enquêtées dans ces trois wilayas. Parmi ces aspects:

- Le type de rotation : en analysant les données relatives au type de rotation appliquée dans les différentes exploitations, nous remarquons que dans plusieurs parcelles, des cultures non hôtes sont introduites dans la rotation (céréales, pastèque et fenouil). Cependant, ceci n'est pas appliqué dans toutes les parcelles. En effet, dans plusieurs parcelles d'Alger des Solanacées (tomates et aubergines) sont cultivées en rotation avec la pomme terre sachant que ces plantes sont des hôtes favorables au développement de ces nématodes. Nous avons remarqué que dans quelques parcelles la durée de la rotation est relativement longue alors que dans les autres cette durée est courte et elle n'est pas suffisante pour la gestion de ces parasites. Les longues rotations contribuent à la diminution naturelle des populations jusqu'à 30 % par an (Stuart et al., 2008).

-la pratique de la jachère est signalée dans quelques parcelles. D'après Greco (1988), le déclin annuel d'une population des nématodes à kystes est de 20 à 60% en absence de la plante hôte ou en jachère.

Le travail du sol (labour profond et labour d'été) contribuant à contrôler ces nématodes, ces pratiques sont fréquentes dans les wilayas étudiées.

La lutte chimique contre d'autres bio-agresseurs tel que la teigne, les pucerons et les noctuelles en utilisant des produits ayant une action insecticides appartenant à des familles chimiques telles que les organophosphorés, peut contribuer à limiter le développement des populations de nématodes. Les organophosphorés et les carbamates désorientent les juvéniles infestants qui ne peuvent pénétrer dans les racines (Rousselles et *al.*, 1996). Parmi les pesticides qui sont recensés par notre enquête, les fongicides Ridomil, Mancothane (matière active : Metalaxyl ; Famille : Dithiocarbamates Phénylamides) utilisés dans la majorité des exploitations présentent aussi un effet nématicide (d'après leurs fiches techniques). Dans quelques parcelles des wilayas de Bouira et de Tipaza, des nématicides (Aldicarbe et Pro-act) sont utilisés, ils appartiennent à la famille des carbamates. Selon Stuart et *al.* (2008), les nématicides sont très efficaces, induisant 80 à 90 % de mortalité. Cependant, leur utilisation est limitée ou interdite du fait de leur forte toxicité pour l'environnement et l'utilisateur.

L'enquête a aussi mis en évidence un certain nombre de pratiques qui peuvent contribuer à la multiplication et à la dissémination de ces parasites en cas d'apparition d'une infestation. Parmi ces facteurs :

- L'environnement des parcelles cultivées en pomme de terre pourrait contribuer à la dissémination de ces parasites en cas d'infestation : la pomme de terre est cultivée sur de grandes surfaces où les parcelles sont situées l'une à côté de l'autre sans aucune bordure. Les moyens de dissémination peuvent être naturels par le vent, les eaux de pluies ou le déplacement des animaux (EFSA, 2012 ; Lehman, 1994) ou par les activités humaines (Plantard et *al.*, 2008).
- La monoculture qui est pratiquée dans un nombre considérable d'exploitations est un facteur qui augmente le risque de pullulation des populations de ces ravageurs.
- Le choix des variétés n'est pas judicieux. En effet, la variété Spunta, qui est sensible à ces parasites (Greco et *al.*, 2007 ; Hlaoua, 2010) est la plus cultivée dans la majorité des exploitations des trois wilayas. De même, Désirée utilisée dans quelques parcelles de Tipaza et de Bouira n'est pas résistante à ces parasites. Des tests de résistances variétale doivent être effectués sur les différentes variétés cultivées dans ces régions l'utilisation des variétés

résistantes est une méthode prometteuse pour assurer un contrôle durable des populations de nématodes (Bélaïr et *al.*, 2008). Selon (Halsetch, 2006), à chaque saison d'utilisation d'un cultivar résistant, la population de nématodes décroît de 90-95 %, comparé à une réduction de 80-90 % obtenue par fumigation du sol et 30-40 % suite à l'utilisation des plants de pomme de terre indemnes.

- La fertilisation (minérale ou organique) peut agir sur l'éclosion et l'activité des nématodes. Selon Jatala (1987), l'application de nitrate de sodium (NaNO) et de nitrate d'ammoniaque (NHNO), réduit l'éclosion, la pénétration et le développement des nématodes à kystes (Jatala, 1987). Beaucoup d'études ont confirmé que les amendements organiques ont des effets répressifs sur le développement des nématodes phytoparasites y compris les nématodes à kystes (Akhtar et Alam, 1991 ; Ren o et *al.*, 2011, 2012 ; D'Addabbo et *al.*, 2009 ; 2011).
- Le mode d'irrigation par aspersion appliquée dans l'ensemble des exploitations, favorise aussi la dissémination de ces nématodes (Hlaoua et *al.*, 2010).
- La forte mécanisation dans les exploitations des trois wilayas : Le partage de l'équipement agricole entre les agriculteurs est un facteur qui joue un rôle dans la dissémination de ces parasites sachant que les mesures d'hygiène (nettoyage du matériel) sont rarement respectées dans les exploitations agricoles. Plusieurs études ont montré le rôle de la propagation de ces parasites via me matériel agricole (Plantard et *al.*, 2008).

Notre discussion avec les responsables des services contrôle phytosanitaire des DSA des trois wilayas a révélé que les analyses nématologique se font en collaboration entre leurs organismes et les stations nationales de protection des végétaux SRPV. Les inspecteurs de la protection de végétaux des DSA effectuent des échantillonnages dans les parcelles destinées à la multiplication de semences. Les échantillons prélevés sont transmis aux ingénieurs des SRPV qui réalisent les analyses et communiquent les résultats à la DSA qui à son tour, va les transmettre aux agriculteurs et au Ministère de l'Agriculture. Si une parcelle est déclarée infestée, des mesures de mise en quarantaine seront entreprises.

Par ailleurs, les enquêtes réalisées dans la wilaya d'Ain Defla par Meziane et Meziani (2015) et Djebour (2015), ont montré que les agriculteurs ont un rôle important dans la multiplication et la dissémination des *Globodera* sp. les causes principales qui ont contribué à l'infestation par les *Globodera* sp. dans cette wilaya sont:

- Le faible niveau de technicité des agriculteurs.
- Mode de conduite de la culture : les pratiques culturales appliquées dans les parcelles cultivées en pomme de terre (type de rotation, variétés cultivées, type d'irrigation).
- L'absence ou l'inefficacité de la vulgarisation agricole sur ces parasites dans cette région.

### Conclusion générale

Les nématodes à kyste du genre *Globodera* sont des bioagresseurs très nuisibles pour la pomme de terre. Pour contribuer à la lutte contre ces parasites, il est nécessaire d'établir une cartographie de leur répartition et connaître les principaux facteurs favorisant leur développement.

L'étude de l'état d'infestation par les nématodes à Kystes *Globodera* sp. de pomme de terre dans les vingt communes prospectées dans quatre wilayas (Tipaza, Bouira, Alger et Ain Defla) montre que ces nématodes sont présents, sous forme des kystes pleins, seulement au niveau de la wilaya d'Ain Defla. Les degrés d'infestation diffèrent d'une commune à une autre voir d'une parcelle à une autre. 62,5% des parcelles infestées dépassent le seuil de nuisibilité, cependant Les parcelles d'Ain Defla et Rouina présentent des degrés d'infestation très importants. Le degré le plus élevé est noté dans parcelle P1 d'Ain Defla avec 37,39 œufs+Larves/g du sol. Le degré d'infestation le plus faible a été enregistré dans la commune de Djendel.

L'interaction de différents facteurs (humains, édaphiques, climatiques) ont un rôle essentiel dans l'infestation de ces communes.

Dans les wilayas d'Alger, de Tipaza et de Bouira, uniquement des kystes vides y sont détectés. Les parcelles prospectées sont déclarés indemnes de ces nématodes mais d'autres inspections doivent être effectuées dans ces parcelles pour confirmer ces résultats.

L'enquête réalisée dans les wilayas de Tipaza, Bouira et Alger a révélé que l'itinéraire technique suivi par les agriculteurs des wilayas diffère selon les exploitations agricoles. D'une manière générale, il présente quelques aspects intéressants pour la gestion des nématodes à kystes de la pomme de terre (le type de rotation qui fait appel à des plantes non hôtes dans plusieurs parcelles, la pratique de la jachère, type de labour, la lutte chimique qui fait recours à des produits pouvant avoir un effet sur les nématodes), et d'autres peuvent contribuer à la multiplication et à la dissimulation de ces parasites en cas d'apparition d'une infestation (choix des variétés, mode d'irrigation....).

Cette enquête a montré une méconnaissance de ces ravageurs par les agriculteurs et un manque ou une inefficacité de système de vulgarisation agricole.

Cette présente étude n'est qu'une ébauche, pour établir une cartographie de répartition de ces ravageurs. Cette étape est importante pour protéger la culture de pomme de terre contre ces nématodes et s'orienter vers un programme de lutte intégrée.

Pour les travaux futurs il serait intéressant de compléter cette étude et d'élargir l'échantillonnage sur d'autres sites dans ces wilayas et d'autres régions productrices de pomme de terre en Algérie. Il serait judicieux d'identifier les espèces présentes dans les différentes régions, étudier leur bio écologie, caractériser les patotypes et évaluer la virulence des populations.

Il serait primordial d'organiser des campagnes de vulgarisation et de sensibilisation des agriculteurs sur les dégâts que peuvent occasionner ces nématodes sur la culture de pomme de terre ainsi que sur les méthodes les plus appropriées pour prévenir l'installation de ces parasite dans leur plantations et sur les mesures de lutte en cas de l'apparition d'une infestation.

Il serait aussi intéressant de rechercher des méthodes alternatives à la lutte chimique telle que la lutte biologique.

## Résumé

Notre travail consiste à l'étude de l'état d'infestation de quelques parcelles cultivées en pomme de terre dans quatre wilayas d'Algérie (Tipaza, Bouira, Alger et Ain Defla) par les nématodes *Globodera* sp. Il consiste aussi à une enquête sur ces parasites auprès des exploitations agricoles situées dans ces wilayas.

Les résultats indiquent la présence de ces parasites sous forme de kystes pleins seulement dans les parcelles d'Ain Defla. Le degré d'infestation le plus élevé est enregistré dans une parcelle située dans la commune d'Ain Defla avec 37,39 d'œufs+juvéniles/g du sol. Les parcelles prospectées dans les autres wilayas ne sont pas infestées par ces nématodes.

L'enquête réalisée dans les wilayas d'Alger, Tipaza et Bouira a révélé un manque de formation agricole chez les agriculteurs et l'inefficacité de système de vulgarisation agricole. Le mode de conduite de la culture de pomme de terre dans ces wilayas présente quelques aspects intéressants pour la gestion de ces parasites et d'autres qui contribuent à leur multiplication et désamination.

**Mots clé :** *Globodera*, enquête, degré d'infestation, pomme de terre.

## Abstract

Our work consists to the survey of the state of infestation of some parcels cultivated in potato in four wilayas of Algeria (Tipaza, Bouira, Algiers and Ain Defla) by the nematodes *Globodera* sp. He/it also consists to an investigation on these parasites by the agricultural exploitations situated in these wilayas.

The results indicate the presence of these parasites as full cysts only in the parcels of Ain Defla. The most elevated infestation degree is recorded in a parcel situated in the township of Ain Defla with 37,39 œufs+juvéniles/g of soil. The parcels prospected in the other wilayas are not infested by these nematodes.

The investigation achieved in the wilayas of Algiers, Tipaza and Bouira revealed an agricultural formation lack for agriculturists and the agricultural popularization system inefficiency. The fashion of conduct of the potato culture in these wilayas presents some interesting aspects for the management of these parasites and others that contribute to their multiplication and dissemination.

**Keys words:** *Globodera*, investigation, degre of infestation, potato.

## الملخص

يشمل هذا العمل دراسة حالة بعض الأراضي المنتجة للبطاطا في أربع ولايات الجزائر ( تيبازة ، بويرة ، و عين الدفلى الديدان الخيطية ذات الأكياس الضارة للبطاطا . لنتائج تبين وجود هذه الطفيليات على شكل أكياس المدروسة في ولاية عين الدفلى .

ية الموجودة في بلدية عين الدفلى مع 39 37 بيضة و يرقة /

المدروسة في الولايات غير مصابة بهذه الديدان

التحقيق المجرى في ولاية ر، تيبازة و بويرة يبين نقص التكوين الفلاحي التوعية و الارشاد،

نمط الاستغلال المعتمد في زراعة البطاطا في هذه الولايات اضهر المميزات المهمة في هذه يدان يساهم في نموها انتشارها.

كلمة مفتاح : *Globodera* ، البطاطا .

## Références bibliographiques

**Agrios G N., 2005.** Plant pathology. Ed. Ptfh, 922p.

**Akhtar M. et Alam M.M., 1991.** Integrated control of plant parasitic nematodes on potato with organic amendments, nematicide and mixed cropping with mustard. *Nematol. Medit.*, **19**: 169-171.

**Alloy J.P., 2009.** La filière pomme de terre en Champagne-Ardenne. Agreste Champagne-Ardenne N° 9. Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche.

**Amrar M., 2013.** Journée de la Pomme de Terre CCI DAHRA Mostaganem. Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles 18p.

**Amrar M., 2014.** La semaine agricole de la Pomme de Terre CCI DAHRA Mostaganem. Le directeur de l'Institut technique des cultures maraichères et industrielles.

**ARVALIS, 2004.** Principaux ravageur de la pomme de terre, Ed. ISBN N° 268649-264.

**Badaoui M., Berkani A. et Kolaï N. 2011.** Etude de certains caractères et systématique de *Phthorimaea operculella* Zeller (Lipidoptera ; Gelechiidae) de différentes régions d'Algérie. Laboratoire de la production végétale. Université de Mostaganem Pp 60-67.

**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. 116 P.

**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.

**Bélaïr G., 2005.** Les nématodes, ces anguillules qui font suer les plantes par la racine. *Phytoprotection*, éd. Société de protection des plantes de Québec (SPRQ), N° 1, Vol 86. Pp 65-69.

**Bélaïr G. L., Simard L., Gagnon A. et Turcotte P., 2008.** Les variétés résistantes dans la lutte contre le nématode doré de la pomme de terre *Globodera rostochiensis*. *Revue. Phytoprotection*, éd. Société de protection des plantes de Québec (SPRQ), Vol 90, N° 10, m-avril\ avril 2009, Pp 71-76.

**Bernhards U., 1998.** *La pomme de terre Solanum tuberosum L. Monographie.* Institut National Agronomique Paris – Grignon, Paris.

**Beukema H.P. et Van Der Zaag D.E., 1990.** The potato plant 25-31. In *Introduction to potato production*, Beukema H.P., Van Der Zaag D.E. Eds., Pudoc Wageningen, 208 p.

Blanchard A. 2008. Identification, polymorphisme et évolution moléculaire de gène du pouvoir pathogène chez le nématode à kyste de la pomme de terre *Globodera pallida*. INRA- Agro-campus. Rennes. 264p.

Mis en forme : Français (France)

**Blanchard D., Candresse T., Laterrot H. et Marchoux G., 2009.** Les maladies de la tomate: Identifier, connaître, maîtriser. De. Que à. 690 p.

**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.

**Boumlik M., 1995.** *Systématique des spermaphytes.* Edition Office des Publications Universitaires. Ben AKnoun (Alger). 80p.

**Chauvin J., Esnault F. et Ellissèche D., 2008.** Les recherches pour la filière pomme de terre; verrous et avancées. Ressources génétiques et innovation variétale chez la pomme de terre. Stand Inra. Parc

**C.I.P., 1979.** La pomme de terre maladies et nématodes, Ed EL-OUAFAK, PP. 60-64. Des expositions de Paris.

**CIP (Centre International de la pomme de terre), 2008.** Le papa en Cifras .Production Uso, Consomo y Comercializacion. CIP.113.S (AN=50464).

**Cronin D., Moenne-Loccoz Y., Fenton A., Dunne C., Dowling D. N. et O' gara F., 1997.** Rôle of 2, 4-Diacetylphloroglucinol in the interactions of biocontrol Pseudomonad strain Fl 13 with the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*, Appl. Environ. Microbial., Vol 63, Pp 1357-1361.

**D'Addabbo T., Avato P. et Tava A., 2009.** Nematicidal potential of materials from *Medicago* spp. *Eur J Plant Pathol*, 125:39–49.

**D'Addabbo T., Carbonara T., Leonetti P., Radicci V. Tava A. et Avato P., 2011.** Control of plant parasitic nematodes with active saponins and biomass from *Medicago sativa*. *Phytochem Rev*, 10: 503–519.

**Dahou A., 1998.** *Biologie de quelques population de Nématodes à kystes des céréales ou genre Heterodera. Essai de compétition entre deux espèces Heterodera avanae et Heterodera latipons sur blé dur bidi 17.* Mém. Ing. Inst. Nati. Agro.; EL-Harrach. P 170.

**Dallaire C. et Gilbert G., 2010.** Quelques statistiques concernant les nématodes, *laboratoire de diagnostic en phytoptection* MAPAQ-PD9.

**Delaplace P., 2007.** *Caractérisation physiologique et biochimique du processus de vieillissement du tubercule de pomme de terre (Solanum tuberosum L.).* Thèse de doctorat. Académie universitaire WALLONIE-Europe. Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux. 171p.

**DJEBBOUR F., 2015.** *Evaluation de l'état d'infestation de quelques parcelles par les nématodes à kystes Globodera de la pomme de terre-Enquête sur ces parasites dans la région d'Ain Defla.* Thèse Master en Sciences Agronomiques, Université de Djilali Bounaama Khemis Miliana. 71 p.

**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.

**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.

**D.S.A. d'Ain Defla ,2016.** Direction des Services Agricoles de la wilaya d'Ain Defla.

**D.S.A. d'Alger,2016.** Direction des Services Agricoles de la wilaya d'Alger.

**D.S.A. de Bouira,2016.** Direction des Services Agricoles de la wilaya de Bouira.

**D.S.A. deTipaza,2016.** Direction des Services Agricoles de la wilaya de Tipaza.

**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.

**Ellissèche D., 2008.** Production de pomme de terre; quels défis pour aujourd'hui et pour demain. 6p.

**Evans K., 1993.** New approaches of potato cyct nematode management. Nematotropica. Vol. 23., Pp 221-231.

**FAO, 2013.** FILIERE POMMES DE TERRE EN NORD-PAS DE CALAIS. Affaires Economiques et Prospective - Juin 2015.

**FAO, 2013.** Union nationale des producteurs de pommes de terre. CONGRÈS 2014. [www.producteursdepommesdeterre.org](http://www.producteursdepommesdeterre.org)

**Gaugler R. et Bilgramil A., 2004.** Nematode behavior. Ed. CAB international, London. 419 P.

**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.

**Greco N., 1988.** Potato cysts : *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*. *Nematology circular* N° 149. Fla. Depart. Agric. And consumer serv. Devison of plant industry. Italy, Pp 123-127.

**Grison C., 1983.** *La pomme de terre, caractéristiques et qualités alimentaires.* Institut technique de la pomme de terre. Association pour la promotion industrie agriculture, Paris. P290.

**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.

**Halseth D-E., 2006.** Golden nematode technical workgroup. Development and adoption of biological and management control strategies for the golden nematode which allow NYS potato growers to remain competitive, minimize environment impacts and provider consumers with healthy. <http://vivo.library.cornell.edu/entity.Home=lendid=20782>.

Code de champ modifié

**Hawkes JG., 1990.** *The potato, Evolution, biodiversity and genetic resources.* London, Belhaven Press, 259 p.

**Himour Sara, 2006.** Etude comparée de régénération de plants par voie végétative en culture in vitro. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister en biologie et physiologie végétale. Université Mentourie Constantine. PT : 32.

**IIFP, 2001 .** La valeur nutritionnelle. Instituts International. Food Policy Research: <http://www.ifpri.egi.org>.

**INPV, 2016. (Institut national de la protection des végétaux).** Nématodes à kystes de la pomme de terre *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*. ED. INPV.

**INPV, 2009. (Institut national de la protection des végétaux).** Nématodes à kystes de la pomme de terre *Globodera rostochiensis* et *G. pallida*. Ed : INPV. P4.

**INRA, 2010. (Institut national de la protection des végétaux).**Nématode à kystes de la pomme de terre, Nématode doré. Ed. INRA France.

<http://www.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/3gloros.htm>.

**INPV, 2013.** La teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller. Ministère de l'agriculture et du développement. Institut National de la protection des végétaux. 3p.

**I.N.R.A., 2000. (Institut national de la production des végétaux).** Nématode à kystes de la pomme de terre, nématode doré. Ed. INRA France.  
[Http://www.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/3gloros.htm](http://www.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/3gloros.htm).coconsulter le 17-03-2011.

**INRA., 2012. (Institut National De La Protection Des Végétaux).** Résistance aux nématodes à kyste chez la pomme de terre : Nouveaux marqueurs pour la sélection de variétés présentant un niveau de résistance élevé et durable à *Globodera pallida* Ed. INRA France. P2.

**I.T.C.F., 1998.**Maladies de la pomme de terre. Ed. I.TCF. p48.

**ITCMI., 2005 (Institut Technique des cultures Maraîchères et Industrielles).** La production de la pomme de terre en Algérie .Agriculture et développement .INVA, Alger.

**Jatala, P 1987.**Nématodes parasites de la pomme de terre, *Bulletins d'information technique*) [Perù],1(19),49-56.

**Jhon Libbey, 2008.** La lutte contre les nématodes à kyste de la pomme de terre *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*. DOI : 10.1684/agr.2008.0217. P 368-74.

**Julien Saguez, 2007.** *Dérégulation des activités chitinasés : vers de nouvelles perspectives de lutte contre les aphides.* Life Sciences [q-bio]. Thèse de doctorat de l'Université de Picardie Jules Verne. PT: 119p.

**Kort J., 1974.** Identification of pathotypes of the potato cyst nematode. *Bulletin OEPP\EPPO Bulletin* 4. PP 511-518.

**Lehman P. S., 1994.** Dissemination of phytoparasitic nematodes. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, Gainesville. Circular N° 208. 4p.

**LNPV. 2013.** ER9-Reseau-Nematologie. Pdf.

**Maurin G., Paternelle M-C, et Cluzeau S., 1999.** *Guide pratique de défense des cultures : Reconnaissance des ennemis. Notion de protection des cultures.* Ed : ACTA. Parais. France .574p.

**Mazouz K., 2011.** *Etude préliminaire de la répartition et de la distribution des nématodes à kyste, de pomme de terre, du genre Globodera dans la wilaya de Chlef. Thèse d'ingénieur en Agronomie. Institut des Sciences Agronomiques. Université Hassiba Ben Bouali Chlef. 45p.*

**Merah F., 1998 .** *Etude comparative de l'infestation des régions du littoral et les plaines intérieures par le nématode doré de la pomme de terre. Mémoire d'ingénieur en Agronomie, Institut National Agronomique El-Harrach, Alger, 74 p.*

**Méziane D., 1991.** Histoire de la pomme de terre. *Diététique* n°25. 29p.

**Meziani N. et Meziane S., 2015.** *Enquête sur les nématodes à kystes Globodera de la pomme de terre et état d'infestation de quelques parcelles dans la wilaya d'Ain Defla. Thèse Master en Sciences Agronomiques, Université de Djilali Bounaama Khemis Miliana. 53p.*

**Mokhtar A., 2007.** *Contribution à l'étude de l'impact d'une rotation sur l'évolution des densités de deux nématodes Heterodera et Globodera (Nématoda- Héteroderae à Mekhatria, Ain Defla). Mém. Ing. Inst. Nati. Agro., El Harrach , Alger, 84 p.*

**Mugniery D., 1975.** Importance des dégâts provoqués en France par les nématodes à kystes. *FR.*, 60, 636-644.

**Mugniery D. et Fayet G., 1984:** Détermination du sexe de *Globodera rostochiensis* et influence de niveau d'infestation sur la pénétration, le développement et le sexe de ce nématode. *Rev. Nematol.*, pp 233- 238.

**Mugniéry D. et Phillips M., 2006.** The nematodes parasites of potato. In: *Potato biology and biotechnology*. Ed: D. Vrengdenbil. Elsevier B. V. publisher. P569.

**Nyabyenda P., 2005.** Les plantes cultivées en région tropicales d'altitude d'Afrique. Ed. Lavoisier. 223p.

**OEPP., 2006. (Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes).** Les organismes de quarantaine : *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*. [http://www.eppo.org/QUARANTINE/nematodes/Globodera\\_rostochiensis/F-hetdro.pdf](http://www.eppo.org/QUARANTINE/nematodes/Globodera_rostochiensis/F-hetdro.pdf)

**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.

**PNTTA., 1999.** Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture.

**Pousset J., 2004.** Culture de la pomme de terre : des pratiques intéressantes méconnues, nouvelle édition. Groupement régional d'agriculture. Document Bio doc n ° 5, biologique de basse-Normandie (GRAB), 1.

**PPTQ., 2015.** Histoire de la pomme de terre, fédération des producteurs de pomme de terre de Québec CF.PPTQ. <http://www.pptq.ca/histoire.htm>

**Reddy P-P., 1983.** Plant nematology. Ed: Agro. Publ. Acad. New Delhi. 287p.

**Ren o M., Sasanelli N. et Ková ik P., 2011-** The effect of soil compost treatments on potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. *Helminthologia*, 48: 184 – 194.

**Rousselle P., Robert Y. et Crosnier J.C., (1996).** La pomme de terre. Production, amélioration, ennemis et maladies. Ed. INRA. Paris. 49 p.

**Rousselle P., Robert Y. et Crosnier J.C., 1996.** La pomme de terre. Production, amélioration, ennemis et maladies. Ed. INRA. Paris. 607p.

**Rousselle P., Robert Y. et Crosnier J., 1996.** La pomme de terre production, amélioration, ennemis et maladies, utilisation. Ed : INRA. 640p.

**Rousselle P., Rousselle-Bourgeois. F et Ellisseche D., 1992.** La pomme de terre. In Amélioration des espèces végétales cultivées. Gallais A., Bannerot H.1992. Pp 243-263.

**Sawyer L., 1972.** *La pomme de terre, bulletins d'information technique de 1 à 19.* Centre internationale de la pomme de terre (CIP). 136p.

**Scholte K., 2000.** Screening of non-tuber bearing *Solanaceae* for résistance to and induction of juvenile hatch of potato cyst nematodes and their potential for trap cropping. *Ann appl biol*.

**Soltner D., 1998.** *Les grandes productions végétales : céréales, plantes sarclées, prairies.* Sainte-Gemme-Sur-Loire, Sciences et Techniques Agricoles (In INA P-G-Département AGER-2003).

**Soltner D., 2005.** *Les grandes productions végétales, phytotechnie spéciale-céréales-plantes sarclées-prairies.* Collection Sciences et Techniques Agricoles Ed : 20éme 472p.

**Stone AR. 1972.** *Heterodera pallida* n. sp. (Nematode: Heteroderidae), a second species pests of potatoes cyst nematode: *Nematologica*, 20 pp 591-606.

**Stuart J., Wale H., William P., Nigel D. Cattlin., 2008.** *Diseases, pests and disorders of potatoes: a color handbook.* Ed: academic press, 176 p.

**Taupin P., 2012.** Les nématodes en production de pomme de terre. Ed: ARVALIS. Paris. 6p.

Mis en forme : Français (France)

**Tobin JD., Haydock P J., Hare M C., Woods SR. et Crump DH., 2008.** Effet of the fungus *Pochonia chlamydosporia* and *fosthiazate* on the multiplication rate of potato cyst nematodes (*Globodera pallida* and *G. rostochiensis*) in potato crops grown under UK field conditions. *Biological control*. Pp 194-201.

**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 haut -chelif.* Thèse Doctorat en Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El-Harrach, Alger.

**Vanderhofstadt B., Jouan B., 2008.** Guide pratique de la culture de la pomme de terre en Afrique de l'Ouest. Edition : CDE ,ACT ,Ex-Change, SOC International, Agro Sans Frontière, AIDE et COOPERATION ,FACE sprl. PT :76.

**Vehees J., 2002.** Cell cycle and storage related gene expression in potato tubers. Thèse de doctorat. Wageningen: Wageningen Agricultural University, 133P.

**Annexe 1 : Dénombrement des kystes de *Globodera* sp. (pleins, vides et total) dans les cinq parcelles de la wilaya de Tipaza.**

| La commune.             | Parcelle. |      | Nombre de kyste vide. | Nombre de kyste plein. | Totale de nombre de kyste. | Heterodera |           |
|-------------------------|-----------|------|-----------------------|------------------------|----------------------------|------------|-----------|
|                         |           |      |                       |                        |                            | P          | V         |
| Hadjout.                | P1        | R1.  | 24                    | 0                      | 24                         | 0          | 0         |
|                         |           | R2.  | 15                    | 0                      | 15                         | 0          | 0         |
|                         |           | R3.  | 15                    | 0                      | 15                         | 0          | 0         |
|                         |           | R4.  | 9                     | 0                      | 9                          | 0          | 0         |
|                         |           | MOY. | <b>15,75</b>          |                        | <b>15,75</b>               |            |           |
|                         |           | ET.  | <b>16,18</b>          |                        | <b>16,18</b>               |            |           |
|                         | P2        | R1.  | 11                    | 0                      | 11                         | 0          | 1         |
|                         |           | R2.  | 27                    | 0                      | 27                         | 0          | 1         |
|                         |           | R3.  | 25                    | 0                      | 25                         | 0          | 0         |
|                         |           | R4.  | 14                    | 0                      | 14                         | 0          | 3         |
|                         |           | MOY. | <b>19,25</b>          |                        | <b>19,25</b>               |            |           |
|                         |           | ET.  | <b>7,93</b>           |                        | <b>7,93</b>                |            |           |
|                         | P3        | R1.  | 48                    | 0                      | 48                         | <b>0</b>   | <b>20</b> |
|                         |           | R2.  | 29                    | 0                      | 29                         | <b>0</b>   | <b>25</b> |
|                         |           | R3.  | 10                    | 0                      | 10                         | <b>0</b>   | <b>13</b> |
|                         |           | R4.  | 22                    | 0                      | 22                         | <b>0</b>   | <b>36</b> |
|                         |           | MOY. | <b>27,25</b>          |                        | <b>27,25</b>               |            |           |
|                         |           | ET.  | <b>15,1</b>           |                        | <b>15,1</b>                |            |           |
| Sidi Rached.            | P1        | R1.  | 59                    | 0                      | 59                         | 0          | 2         |
|                         |           | R2.  | 25                    | 0                      | 25                         | 0          | 3         |
|                         |           | R3.  | 60                    | 0                      | 60                         | 0          | 3         |
|                         |           | R4.  | 63                    | 0                      | 63                         | 0          | 0         |
|                         |           | MOY. | <b>51,75</b>          |                        | <b>51,75</b>               |            |           |
|                         |           | ET.  | <b>17,91</b>          |                        | <b>17,91</b>               |            |           |
|                         | P2        | R1.  | 25                    | 0                      | 25                         | 0          | 0         |
|                         |           | R2.  | 26                    | 0                      | 26                         | 0          | 2         |
|                         |           | R3.  | 33                    | 0                      | 33                         | 0          | 2         |
|                         |           | R4.  | 33                    | 0                      | 33                         | 0          | 0         |
|                         |           | MOY. | <b>29,25</b>          |                        | <b>29,25</b>               |            |           |
|                         |           | ET.  | <b>4,34</b>           |                        | <b>4,34</b>                |            |           |
|                         | P3        | R1.  | 22                    | 0                      | 22                         | 0          | 1         |
|                         |           | R2.  | 40                    | 0                      | 40                         | 0          | 0         |
|                         |           | R3.  | 29                    | 0                      | 29                         | 0          | 1         |
|                         |           | R4.  | 72                    | 0                      | 72                         | 0          | 1         |
|                         |           | MOY. | <b>40,75</b>          |                        | <b>40,75</b>               |            |           |
|                         |           | ET.  | <b>22,11</b>          |                        | <b>22,11</b>               |            |           |
| Ahmer El Ain<br>« Est » | P1        | R1.  | 25                    | 0                      | 25                         | 2          | 0         |
|                         |           | R2.  | 23                    | 0                      | 23                         | 1          | 23        |
|                         |           | R3.  | 28                    | 0                      | 28                         | 1          | 2         |
|                         |           | R4.  | 21                    | 0                      | 21                         | 2          | 14        |
|                         |           | MOY. | <b>24,25</b>          |                        | <b>24,25</b>               |            |           |
|                         |           | ET.  | <b>2,98</b>           |                        | <b>2,98</b>                |            |           |
|                         | P2        | R1.  | 45                    | 0                      | 45                         | 0          | 3         |
|                         |           | R2.  | 30                    | 0                      | 30                         | 0          | 0         |
|                         |           | R3.  | 20                    | 0                      | 20                         | 0          | 1         |
|                         |           | R4.  | 23                    | 0                      | 23                         | 0          | 0         |
|                         |           | MOY. | <b>29,5</b>           |                        | <b>29,5</b>                |            |           |
|                         |           | ET.  | <b>11,15</b>          |                        | <b>11,15</b>               |            |           |
|                         | P3        | R1.  | 5                     | 0                      | 5                          | 0          | 0         |
|                         |           | R2.  | 9                     | 0                      | 9                          | 0          | 1         |
|                         |           | R3.  | 5                     | 0                      | 5                          | 0          | 0         |
| R4.                     |           | 3    | 0                     | 3                      | 0                          | 0          |           |

|                                    |           |             |              |             |              |   |   |
|------------------------------------|-----------|-------------|--------------|-------------|--------------|---|---|
|                                    |           | MOY.        | <b>5,5</b>   |             | <b>5,5</b>   |   |   |
|                                    |           | ET.         | <b>2,51</b>  |             | <b>2,51</b>  |   |   |
| <b>Ahmer El Ain<br/>« Ouest ».</b> | <b>P1</b> | R1.         | 10           | 0           | 10           | 0 | 1 |
|                                    |           | R2.         | 21           | 0           | 21           | 0 | 2 |
|                                    |           | R3.         | 6            | 0           | 6            | 0 | 3 |
|                                    |           | R4.         | 10           | 0           | 10           | 0 | 0 |
|                                    |           | MOY.        | <b>11,75</b> |             | <b>11,75</b> |   |   |
|                                    |           | ET.         | <b>6,44</b>  |             | <b>6,44</b>  |   |   |
|                                    | <b>P2</b> | R1.         | 7            | 0           | 7            | 0 | 0 |
|                                    |           | R2.         | 6            | 0           | 6            | 0 | 0 |
|                                    |           | R3.         | 9            | 0           | 9            | 0 | 0 |
|                                    |           | R4.         | 5            | 0           | 5            | 0 | 0 |
|                                    |           | MOY.        | <b>6,75</b>  |             | <b>6,75</b>  |   |   |
|                                    |           | ET.         | <b>1,70</b>  |             | <b>1,70</b>  |   |   |
|                                    | <b>P3</b> | R1.         | 8            | 0           | 8            | 0 | 0 |
|                                    |           | R2.         | 5            | 0           | 5            | 0 | 1 |
|                                    |           | R3.         | 4            | 0           | 4            | 0 | 0 |
| R4.                                |           | 3           | 0            | 3           | 0            | 0 |   |
| MOY.                               |           | <b>5</b>    |              | <b>5</b>    |              |   |   |
| ET.                                |           | <b>2,16</b> |              | <b>2,16</b> |              |   |   |
| <b>Bourkika.</b>                   | <b>P1</b> | R1.         | 12           | 0           | 12           | 0 | 0 |
|                                    |           | R2.         | 20           | 0           | 20           | 0 | 0 |
|                                    |           | R3.         | 16           | 0           | 16           | 0 | 0 |
|                                    |           | R4.         | 18           | 0           | 18           | 0 | 0 |
|                                    |           | MOY.        | <b>16,5</b>  |             | <b>16,5</b>  |   |   |
|                                    |           | ET.         | <b>3,41</b>  |             | <b>3,41</b>  |   |   |
|                                    | <b>P2</b> | R1.         | 7            | 0           | 7            | 0 | 0 |
|                                    |           | R2.         | 9            | 0           | 9            | 0 | 0 |
|                                    |           | R3.         | 4            | 0           | 4            | 0 | 0 |
|                                    |           | R4.         | 11           | 0           | 11           | 0 | 0 |
|                                    |           | MOY.        | <b>7,75</b>  |             | <b>7,75</b>  |   |   |
|                                    |           | ET.         | <b>3</b>     |             | <b>3</b>     |   |   |
|                                    | <b>P3</b> | R1.         | 5            | 0           | 5            | 0 | 0 |
|                                    |           | R2.         | 8            | 0           | 8            | 0 | 0 |
|                                    |           | R3.         | 10           | 0           | 10           | 0 | 0 |
| R4.                                |           | 6           | 0            | 6           | 0            | 0 |   |
| MOY.                               |           | <b>7,25</b> |              | <b>7,25</b> |              |   |   |
| ET.                                |           | <b>2,21</b> |              | <b>2,21</b> |              |   |   |

**Annexe 2:** Dénombrement des kystes de *Globodera* sp. (pleins, vides et total) dans les cinq parcelles de la wilaya de Bouira.

| La commune.        | Parcelle. |      | Nombre de kyste vide. | Nombre de kyste plein. | Totale de nombre de kyste. | Heterodera |    |
|--------------------|-----------|------|-----------------------|------------------------|----------------------------|------------|----|
|                    |           |      |                       |                        |                            | P          | V  |
| El Assnam.         | P1        | R1.  | 37                    | 0                      | 37                         | 0          | 12 |
|                    |           | R2.  | 31                    | 0                      | 31                         | 0          | 10 |
|                    |           | R3.  | 13                    | 0                      | 13                         | 0          | 7  |
|                    |           | R4.  | 25                    | 0                      | 25                         | 0          | 5  |
|                    |           | MOY. | <b>26,5</b>           |                        | <b>26,5</b>                |            |    |
|                    |           | ET.  | <b>10,24</b>          |                        | <b>10,24</b>               |            |    |
|                    | P2        | R1.  | 40                    | 0                      | 40                         | 0          | 9  |
|                    |           | R2.  | 30                    | 0                      | 30                         | 0          | 12 |
|                    |           | R3.  | 26                    | 0                      | 26                         | 0          | 11 |
|                    |           | R4.  | 19                    | 0                      | 19                         | 0          | 5  |
|                    |           | MOY. | <b>28,7</b>           |                        | <b>28,7</b>                |            |    |
|                    |           | ET.  | <b>8,77</b>           |                        | <b>8,77</b>                |            |    |
|                    | P3        | R1.  | 21                    | 0                      | 21                         | 0          | 3  |
|                    |           | R2.  | 17                    | 0                      | 17                         | 0          | 7  |
|                    |           | R3.  | 19                    | 0                      | 19                         | 0          | 5  |
|                    |           | R4.  | 23                    | 0                      | 23                         | 0          | 5  |
|                    |           | MOY. | <b>20</b>             |                        | <b>20</b>                  |            |    |
|                    |           | ET.  | <b>2,58</b>           |                        | <b>2,58</b>                |            |    |
| El Hachimia.       | P1        | R1.  | 18                    | 0                      | 18                         | 0          | 7  |
|                    |           | R2.  | 23                    | 0                      | 23                         | 0          | 9  |
|                    |           | R3.  | 15                    | 0                      | 15                         | 0          | 5  |
|                    |           | R4.  | 13                    | 0                      | 13                         | 0          | 7  |
|                    |           | MOY. | <b>17,2</b>           |                        | <b>17,2</b>                |            |    |
|                    |           | ET.  | <b>4,34</b>           |                        | <b>4,34</b>                |            |    |
|                    | P2        | R1.  | 30                    | 0                      | 30                         | 7          | 12 |
|                    |           | R2.  | 36                    | 0                      | 36                         | 1          | 14 |
|                    |           | R3.  | 29                    | 0                      | 29                         | 0          | 19 |
|                    |           | R4.  | 24                    | 0                      | 24                         | 5          | 9  |
|                    |           | MOY. | <b>29,7</b>           |                        | <b>29,7</b>                |            |    |
|                    |           | ET.  | <b>4,92</b>           |                        | <b>4,92</b>                |            |    |
|                    | P3        | R1.  | 10                    | 0                      | 10                         | 0          | 1  |
|                    |           | R2.  | 13                    | 0                      | 13                         | 0          | 5  |
|                    |           | R3.  | 16                    | 0                      | 16                         | 0          | 2  |
|                    |           | R4.  | 9                     | 0                      | 9                          | 0          | 6  |
|                    |           | MOY. | <b>12</b>             |                        | <b>12</b>                  |            |    |
|                    |           | ET.  | <b>3,16</b>           |                        | <b>3,16</b>                |            |    |
| Ain Bessem « Est » | P1        | R1.  | 41                    | 0                      | 41                         | 0          | 0  |
|                    |           | R2.  | 47                    | 0                      | 47                         | 0          | 0  |
|                    |           | R3.  | 36                    | 0                      | 36                         | 0          | 3  |
|                    |           | R4.  | 39                    | 0                      | 39                         | 0          | 1  |
|                    |           | MOY. | <b>40,7</b>           |                        | <b>40,7</b>                |            |    |
|                    |           | ET.  | <b>4,64</b>           |                        | <b>4,64</b>                |            |    |
|                    | P2        | R1.  | 40                    | 0                      | 40                         | 0          | 1  |
|                    |           | R2.  | 36                    | 0                      | 36                         | 0          | 4  |
|                    |           | R3.  | 30                    | 0                      | 30                         | 0          | 0  |
|                    |           | R4.  | 25                    | 0                      | 25                         | 0          | 2  |
|                    |           | MOY. | <b>32,7</b>           |                        | <b>32,7</b>                |            |    |
|                    |           | ET.  | <b>6,60</b>           |                        | <b>6,60</b>                |            |    |
|                    | P3        | R1.  | 65                    | 0                      | 65                         | 0          | 0  |
|                    |           | R2.  | 55                    | 0                      | 55                         | 0          | 3  |
|                    |           | R3.  | 49                    | 0                      | 49                         | 0          | 7  |
|                    |           | R4.  | 60                    | 0                      | 60                         | 0          | 5  |
|                    |           | MOY. | <b>57,2</b>           |                        | <b>57,2</b>                |            |    |
|                    |           | ET.  | <b>6,84</b>           |                        | <b>6,84</b>                |            |    |

|                                  |           |             |             |             |             |   |   |
|----------------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|---|---|
| <b>Ain Bessem<br/>« Ouest ».</b> | <b>P1</b> | R1.         | 45          | 0           | 45          | 0 | 4 |
|                                  |           | R2.         | 34          | 0           | 34          | 0 | 8 |
|                                  |           | R3.         | 41          | 0           | 41          | 0 | 3 |
|                                  |           | R4.         | 27          | 0           | 27          | 0 | 2 |
|                                  |           | MOY.        | <b>36,7</b> |             | <b>36,7</b> |   |   |
|                                  |           | ET.         | <b>7,93</b> |             | <b>7,93</b> |   |   |
|                                  | <b>P2</b> | R1.         | 51          | 0           | 51          | 0 | 3 |
|                                  |           | R2.         | 41          | 0           | 41          | 0 | 2 |
|                                  |           | R3.         | 45          | 0           | 45          | 0 | 0 |
|                                  |           | R4.         | 39          | 0           | 39          | 0 | 6 |
|                                  |           | MOY.        | <b>44</b>   |             | <b>44</b>   |   |   |
|                                  |           | ET.         | <b>5,29</b> |             | <b>5,29</b> |   |   |
|                                  | <b>P3</b> | R1.         | 63          | 0           | 63          | 0 | 3 |
|                                  |           | R2.         | 55          | 0           | 55          | 0 | 2 |
|                                  |           | R3.         | 50          | 0           | 50          | 0 | 5 |
| R4.                              |           | 47          | 0           | 47          | 0           | 7 |   |
| MOY.                             |           | <b>53,7</b> |             | <b>53,7</b> |             |   |   |
| ET.                              |           | <b>7</b>    |             | <b>7</b>    |             |   |   |
| <b>Rawrawa.</b>                  | <b>P1</b> | R1.         | 19          | 0           | 19          | 0 | 9 |
|                                  |           | R2.         | 14          | 0           | 14          | 0 | 2 |
|                                  |           | R3.         | 21          | 0           | 21          | 0 | 1 |
|                                  |           | R4.         | 27          | 0           | 27          | 0 | 5 |
|                                  |           | MOY.        | <b>20,2</b> |             | <b>20,2</b> |   |   |
|                                  |           | ET.         | <b>5,37</b> |             | <b>5,37</b> |   |   |
|                                  | <b>P2</b> | R1.         | 38          | 0           | 38          | 0 | 2 |
|                                  |           | R2.         | 21          | 0           | 21          | 0 | 6 |
|                                  |           | R3.         | 14          | 0           | 14          | 0 | 4 |
|                                  |           | R4.         | 33          | 0           | 33          | 0 | 2 |
|                                  |           | MOY.        | <b>26,5</b> |             | <b>26,5</b> |   |   |
|                                  |           | ET.         | <b>10,7</b> |             | <b>10,7</b> |   |   |
|                                  | <b>P3</b> | R1.         | 20          | 0           | 20          | 1 | 9 |
|                                  |           | R2.         | 21          | 0           | 21          | 1 | 6 |
|                                  |           | R3.         | 25          | 0           | 25          | 0 | 5 |
| R4.                              |           | 19          | 0           | 19          | 0           | 3 |   |
| MOY.                             |           | <b>21,2</b> |             | <b>21,2</b> |             |   |   |
| ET.                              |           | <b>2,62</b> |             | <b>2,62</b> |             |   |   |

**Annexe 3:** Dénombrement des kystes de *Globodera* sp. (pleins, vides et total) dans les cinq parcelles de la wilaya d'Alger.

| La commune.          | Parcelle. |      | Nombre de kyste vide. | Nombre de kyste plein. | Totale de nombre de kyste. | Heterodera |   |
|----------------------|-----------|------|-----------------------|------------------------|----------------------------|------------|---|
|                      |           |      |                       |                        |                            | P          | V |
| Zéralda.             | P1        | R1.  | 9                     | 0                      | 9                          | 0          | 0 |
|                      |           | R2.  | 5                     | 0                      | 5                          | 0          | 0 |
|                      |           | R3.  | 2                     | 0                      | 2                          | 0          | 0 |
|                      |           | R4.  | 9                     | 0                      | 9                          | 0          | 0 |
|                      |           | MOY. | <b>6,25</b>           |                        | <b>6,25</b>                |            |   |
|                      |           | ET.  | <b>3,4</b>            |                        | <b>3,4</b>                 |            |   |
|                      | P2        | R1.  | 7                     | 0                      | 7                          | 0          | 1 |
|                      |           | R2.  | 4                     | 0                      | 4                          | 0          | 2 |
|                      |           | R3.  | 12                    | 0                      | 12                         | 0          | 2 |
|                      |           | R4.  | 14                    | 0                      | 14                         | 0          | 1 |
|                      |           | MOY. | <b>9,25</b>           |                        | <b>9,25</b>                |            |   |
|                      |           | ET.  | <b>4,57</b>           |                        | <b>4,57</b>                |            |   |
|                      | P3        | R1.  | 16                    | 0                      | 16                         | 0          | 0 |
|                      |           | R2.  | 10                    | 0                      | 10                         | 0          | 0 |
|                      |           | R3.  | 8                     | 0                      | 8                          | 0          | 0 |
|                      |           | R4.  | 7                     | 0                      | 7                          | 0          | 0 |
|                      |           | MOY. | <b>10,25</b>          |                        | <b>10,25</b>               |            |   |
|                      |           | ET.  | <b>4,03</b>           |                        | <b>4,03</b>                |            |   |
| Staoueli.            | P1        | R1.  | 2                     | 0                      | 2                          | 0          | 0 |
|                      |           | R2.  | 6                     | 0                      | 6                          | 0          | 0 |
|                      |           | R3.  | 3                     | 0                      | 3                          | 0          | 0 |
|                      |           | R4.  | 5                     | 0                      | 5                          | 0          | 0 |
|                      |           | MOY. | <b>4</b>              |                        | <b>4</b>                   |            |   |
|                      |           | ET.  | <b>1,82</b>           |                        | <b>1,82</b>                |            |   |
|                      | P2        | R1.  | 7                     | 0                      | 7                          | 0          | 0 |
|                      |           | R2.  | 4                     | 0                      | 4                          | 0          | 0 |
|                      |           | R3.  | 2                     | 0                      | 2                          | 0          | 0 |
|                      |           | R4.  | 9                     | 0                      | 9                          | 0          | 0 |
|                      |           | MOY. | <b>5,5</b>            |                        | <b>5,5</b>                 |            |   |
|                      |           | ET.  | <b>3,11</b>           |                        | <b>3,11</b>                |            |   |
|                      | P3        | R1.  | 1                     | 0                      | 1                          | 0          | 0 |
|                      |           | R2.  | 3                     | 0                      | 3                          | 0          | 0 |
|                      |           | R3.  | 5                     | 0                      | 5                          | 0          | 0 |
|                      |           | R4.  | 2                     | 0                      | 2                          | 0          | 0 |
|                      |           | MOY. | <b>2,75</b>           |                        | <b>2,75</b>                |            |   |
|                      |           | ET.  | <b>1,70</b>           |                        | <b>1,70</b>                |            |   |
| Dar El Béïda « Est». | P1        | R1.  | 23                    | 0                      | 23                         | 0          | 6 |
|                      |           | R2.  | 19                    | 0                      | 19                         | 0          | 0 |
|                      |           | R3.  | 26                    | 0                      | 26                         | 0          | 0 |
|                      |           | R4.  | 19                    | 0                      | 19                         | 0          | 0 |
|                      |           | MOY. | <b>21,75</b>          |                        | <b>21,75</b>               |            |   |
|                      |           | ET.  | <b>3,40</b>           |                        | <b>3,40</b>                |            |   |
|                      | P2        | R1.  | 26                    | 0                      | 26                         | 0          | 6 |
|                      |           | R2.  | 28                    | 0                      | 28                         | 0          | 1 |
|                      |           | R3.  | 20                    | 0                      | 20                         | 0          | 0 |
|                      |           | R4.  | 30                    | 0                      | 30                         | 0          | 0 |
|                      |           | MOY. | <b>26</b>             |                        | <b>26</b>                  |            |   |
|                      |           | ET.  | <b>4,32</b>           |                        | <b>4,32</b>                |            |   |
|                      | P3        | R1.  | 10                    | 0                      | 10                         | 0          | 0 |
|                      |           | R2.  | 9                     | 0                      | 9                          | 0          | 0 |
|                      |           | R3.  | 15                    | 0                      | 15                         | 0          | 0 |
|                      |           | R4.  | 19                    | 0                      | 19                         | 0          | 0 |
|                      |           | MOY. | <b>13,25</b>          |                        | <b>13,25</b>               |            |   |
|                      |           | ET.  | <b>4,64</b>           |                        | <b>4,64</b>                |            |   |

|                                    |           |             |              |             |              |   |   |
|------------------------------------|-----------|-------------|--------------|-------------|--------------|---|---|
| <b>Dar El Beïda<br/>« Ouest ».</b> | <b>P1</b> | R1.         | 9            | 0           | 9            | 0 | 2 |
|                                    |           | R2.         | 8            | 0           | 8            | 0 | 0 |
|                                    |           | R3.         | 11           | 0           | 11           | 0 | 0 |
|                                    |           | R4.         | 7            | 0           | 7            | 0 | 0 |
|                                    |           | MOY.        | <b>8,75</b>  |             | <b>8,75</b>  |   |   |
|                                    |           | ET.         | <b>1,70</b>  |             | <b>1,70</b>  |   |   |
|                                    | <b>P2</b> | R1.         | 3            | 0           | 3            | 0 | 0 |
|                                    |           | R2.         | 2            | 0           | 2            | 0 | 0 |
|                                    |           | R3.         | 5            | 0           | 5            | 0 | 0 |
|                                    |           | R4.         | 7            | 0           | 7            | 0 | 0 |
|                                    |           | MOY.        | <b>4,25</b>  |             | <b>4,25</b>  |   |   |
|                                    |           | ET.         | <b>2,21</b>  |             | <b>2,21</b>  |   |   |
|                                    | <b>P3</b> | R1.         | 5            | 0           | 5            | 0 | 1 |
|                                    |           | R2.         | 9            | 0           | 9            | 0 | 1 |
|                                    |           | R3.         | 2            | 0           | 2            | 0 | 0 |
| R4.                                |           | 3           | 0            | 3           | 0            | 0 |   |
| MOY.                               |           | <b>4,75</b> |              | <b>4,75</b> |              |   |   |
| ET.                                |           | <b>3,09</b> |              | <b>3,09</b> |              |   |   |
| <b>Rouiba.</b>                     | <b>P1</b> | R1.         | 4            | 0           | 4            | 0 | 0 |
|                                    |           | R2.         | 8            | 0           | 8            | 0 | 0 |
|                                    |           | R3.         | 5            | 0           | 5            | 0 | 0 |
|                                    |           | R4.         | 6            | 0           | 6            | 0 | 0 |
|                                    |           | MOY.        | <b>5,75</b>  |             | <b>5,75</b>  |   |   |
|                                    |           | ET.         | <b>1,71</b>  |             | <b>1,71</b>  |   |   |
|                                    | <b>P2</b> | R1.         | 13           | 0           | 13           | 0 | 0 |
|                                    |           | R2.         | 17           | 0           | 17           | 0 | 0 |
|                                    |           | R3.         | 14           | 0           | 14           | 0 | 0 |
|                                    |           | R4.         | 9            | 0           | 9            | 0 | 0 |
|                                    |           | MOY.        | <b>13,25</b> |             | <b>13,25</b> |   |   |
|                                    |           | ET.         | <b>3,30</b>  |             | <b>3,30</b>  |   |   |
|                                    | <b>P3</b> | R1.         | 14           | 0           | 14           | 0 | 0 |
|                                    |           | R2.         | 15           | 0           | 15           | 0 | 0 |
|                                    |           | R3.         | 19           | 0           | 19           | 0 | 0 |
|                                    |           | R4.         | 21           | 0           | 21           | 0 | 0 |
|                                    |           | MOY.        | <b>17,25</b> |             | <b>17,25</b> |   |   |
|                                    |           | ET.         | <b>3,30</b>  |             | <b>3,30</b>  |   |   |

**Annexe 4 : Dénombrement des kystes de *Globodera* sp. (pleins, vides et total) dans les cinq parcelles de la wilaya d'Ain Defla.**

| La commune. | Parcelle. | Nombre de kyste vide. | Nombre de kyste plein. | Totale de nombre de kyste. | % de kyste vide. | % de kyste plein. | Nombre d'œuf /250g. | Nombre de larve/ 250 g. | Œuf+ Larve/ 250 g | Œuf+Larve/g.   |             |
|-------------|-----------|-----------------------|------------------------|----------------------------|------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|----------------|-------------|
| Zeddine.    | P1        | R1.                   | 20                     | 7                          | 27               | 74,07             | 26                  | 1380                    | 45                | 1425           | 5,7         |
|             |           | R2.                   | 16                     | 8                          | 24               | 66,66             | 33,33               | 1018                    | 15                | 1033           | 4,13        |
|             |           | R3.                   | 29                     | 7                          | 36               | 80,55             | 19,44               | 1362                    | 55                | 1417           | 5,66        |
|             |           | R4.                   | 19                     | 5                          | 34               | 55,9              | 14,70               | 1056                    | 8                 | 1064           | 4,25        |
|             |           | MOY                   | <b>21</b>              | <b>6,75</b>                | <b>30,25</b>     | <b>69,29</b>      | <b>24,67</b>        | <b>1204</b>             | <b>30,75</b>      | <b>1234,7</b>  | <b>4,4</b>  |
|             | ET.       | <b>5,60</b>           | <b>1,25</b>            | <b>5,67</b>                | <b>10,58</b>     | <b>9,38</b>       | <b>193,6</b>        | <b>22,77</b>            | <b>215,46</b>     | <b>0,86</b>    |             |
|             | P2        | R1.                   | 14                     | 0                          | 14               |                   | 0                   |                         |                   |                |             |
|             |           | R2.                   | 25                     | 0                          | 25               |                   | 0                   |                         |                   |                |             |
|             |           | R3.                   | 30                     | 0                          | 30               |                   | 0                   |                         |                   |                |             |
|             |           | R4.                   | 28                     | 0                          | 28               |                   | 0                   |                         |                   |                |             |
|             |           | MOY                   | <b>24,25</b>           |                            | <b>24,25</b>     |                   |                     |                         |                   |                |             |
|             | ET.       | <b>7,13</b>           |                        | <b>7,13</b>                |                  |                   |                     |                         |                   |                |             |
|             | P3        | R1.                   | 11                     | 0                          | 14               |                   | 0                   |                         |                   |                |             |
|             |           | R2.                   | 16                     | 0                          | 25               |                   | 0                   |                         |                   |                |             |
|             |           | R3.                   | 27                     | 0                          | 30               |                   | 0                   |                         |                   |                |             |
|             |           | R4.                   | 21                     | 0                          | 28               |                   | 0                   |                         |                   |                |             |
|             |           | MOY                   | <b>18,75</b>           |                            | <b>18,75</b>     |                   |                     |                         |                   |                |             |
|             | ET.       | <b>6,84</b>           |                        | <b>6,84</b>                |                  |                   |                     |                         |                   |                |             |
| Djendel     | P1        | R1.                   | 31                     | 2                          | 33               | 94                | 6,06                | 32                      | 1                 | 33             | 0,13        |
|             |           | R2.                   | 26                     | 1                          | 27               | 96,3              | 3,70                | 9                       | 0                 | 9              | 0,03        |
|             |           | R3.                   | 29                     | 1                          | 30               | 96,66             | 3,33                | 7                       | 0                 | 7              | 0,03        |
|             |           | R4.                   | 42                     | 1                          | 43               | 97,67             | 2,32                | 18                      | 1                 | 19             | 0,07        |
|             |           | MOY                   | <b>32</b>              | <b>1,25</b>                | <b>33,25</b>     | <b>96,15</b>      | <b>3,85</b>         | <b>16,5</b>             | <b>0,5</b>        | <b>17</b>      | <b>0,06</b> |
|             | ET.       | <b>6,97</b>           | <b>0,5</b>             | <b>6,94</b>                | <b>1,55</b>      | <b>1,58</b>       | <b>11,38</b>        | <b>0,57</b>             | <b>11,88</b>      | <b>0,047</b>   |             |
|             | P2        | R1.                   | 10                     | 4                          | 14               | 71,42             | 28,57               | 137                     | 1                 | 138            | 0,55        |
|             |           | R2.                   | 18                     | 6                          | 24               | 75                | 25                  | 237                     | 9                 | 246            | 1           |
|             |           | R3.                   | 20                     | 4                          | 24               | 83,33             | 16,66               | 61                      | 0                 | 61             | 0,24        |
|             |           | R4.                   | 27                     | 3                          | 30               | 90                | 10                  | 154                     | 1                 | 155            | 0,62        |
|             |           | MOY                   | <b>18,75</b>           | <b>4,25</b>                | <b>23</b>        | <b>79,93</b>      | <b>20,05</b>        | <b>147,25</b>           | <b>2,75</b>       | <b>150</b>     | <b>0,60</b> |
|             | ET.       | <b>7</b>              | <b>1,25</b>            | <b>6,63</b>                | <b>8,36</b>      | <b>8,35</b>       | <b>72,21</b>        | <b>4,19</b>             | <b>75,95</b>      | <b>0,31</b>    |             |
|             | P3        | R1.                   | 11                     | 0                          | 11               |                   |                     |                         |                   |                |             |
|             |           | R2.                   | 19                     | 0                          | 19               |                   |                     |                         |                   |                |             |
|             |           | R3.                   | 24                     | 0                          | 24               |                   |                     |                         |                   |                |             |
|             |           | R4.                   | 21                     | 0                          | 21               |                   |                     |                         |                   |                |             |
|             |           | MOY                   | <b>18,75</b>           |                            | <b>18,75</b>     |                   |                     |                         |                   |                |             |
|             | ET.       | <b>5,56</b>           |                        | <b>5,56</b>                |                  |                   |                     |                         |                   |                |             |
| Mekhatria.  | P1        | R1.                   | 19                     | 17                         | 36               | 52,77             | 47,22               | 1649                    | 41                | 1690           | 6,76        |
|             |           | R2.                   | 14                     | 27                         | 41               | 34,14             | 65,85               | 2706                    | 55                | 2761           | 11,04       |
|             |           | R3.                   | 17                     | 12                         | 29               | 58,62             | 41,37               | 2670                    | 33                | 2703           | 10,81       |
|             |           | R4.                   | 22                     | 33                         | 55               | 40                | 60                  | 1567                    | 12                | 1579           | 6,31        |
|             |           | MOY                   | <b>18</b>              | <b>22,25</b>               | <b>40,25</b>     | <b>46,38</b>      | <b>53,61</b>        | <b>2148</b>             | <b>35,25</b>      | <b>2183,25</b> | <b>8,73</b> |
|             | ET.       | <b>3,36</b>           | <b>9,5</b>             | <b>11</b>                  | <b>11,27</b>     | <b>11,27</b>      | <b>624,6</b>        | <b>17,96</b>            | <b>635,7</b>      | <b>2,54</b>    |             |
|             | P2        | R1.                   | 54                     | 0                          | 54               |                   | 0                   |                         |                   |                |             |
|             |           | R2.                   | 44                     | 0                          | 44               |                   | 0                   |                         |                   |                |             |
|             |           | R3.                   | 39                     | 0                          | 39               |                   | 0                   |                         |                   |                |             |
|             |           | R4.                   | 48                     | 0                          | 48               |                   | 0                   |                         |                   |                |             |
|             |           | MOY                   | <b>46,25</b>           |                            | <b>46,25</b>     |                   |                     |                         |                   |                |             |
|             | ET.       | <b>6,34</b>           |                        | <b>6,34</b>                |                  |                   |                     |                         |                   |                |             |
|             | P3        | R1.                   | 18                     | 0                          | 18               |                   | 0                   |                         |                   |                |             |

|            |             |              |              |              |              |                |                |                |                |                |              |
|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
|            |             | R2.          | 22           | 0            | 22           |                | 0              |                |                |                |              |
|            |             | R3.          | 17           | 0            | 17           |                | 0              |                |                |                |              |
|            |             | R4.          | 26           | 0            | 26           |                | 0              |                |                |                |              |
|            |             | MOY          | <b>20,75</b> |              | <b>20,75</b> |                |                |                |                |                |              |
|            |             | ET.          | <b>4,11</b>  |              | <b>4,11</b>  |                |                |                |                |                |              |
| Ain Defla. | P1          | R1.          | 53           | 49           | 102          | 52             | 48,02          | 8939           | 58             | 8997           | 36           |
|            |             | R2.          | 66           | 63           | 129          | 51,16          | 48,83          | 9724           | 101            | 9825           | 39,3         |
|            |             | R3.          | 77           | 48           | 125          | 61,6           | 38,4           | 7825           | 39             | 7864           | 31,45        |
|            |             | R4.          | 81           | 61           | 142          | 57,02          | 42,95          | 10608          | 99             | 10707          | 42,82        |
|            |             | MOY          | <b>69,25</b> | <b>55,25</b> | <b>124,5</b> | <b>55,44</b>   | <b>44,55</b>   | <b>9274</b>    | <b>74,25</b>   | <b>9348,25</b> | <b>37,39</b> |
|            | ET.         | <b>12,55</b> | <b>7,84</b>  | <b>16,66</b> | <b>4,85</b>  | <b>4,86</b>    | <b>1182,35</b> | <b>30,73</b>   | <b>1211,04</b> | <b>4,84</b>    |              |
|            | P2          | R1.          | 15           | 14           | 29           | 51,72          | 48,27          | 2586           | 14             | 2600           | 10,4         |
|            |             | R2.          | 10           | 19           | 29           | 34,48          | 65,51          | 3412           | 20             | 3432           | 13,73        |
|            |             | R3.          | 7            | 10           | 17           | 41,17          | 58,82          | 1092           | 8              | 1100           | 4,4          |
|            |             | R4.          | 18           | 21           | 39           | 46,15          | 53,84          | 6020           | 17             | 6037           | 24,15        |
|            |             | MOY          | <b>12,5</b>  | <b>16</b>    | <b>28,5</b>  | <b>43,38</b>   | <b>56,61</b>   | <b>3277,5</b>  | <b>14,75</b>   | <b>3292,25</b> | <b>13,17</b> |
|            | ET.         | <b>4,93</b>  | <b>4,96</b>  | <b>9</b>     | <b>7,33</b>  | <b>7,33</b>    | <b>2065,1</b>  | <b>5,12</b>    | <b>2068,68</b> | <b>8,27</b>    |              |
|            | P3          | R1.          | 39           | 31           | 70           | 55,71          | 44,28          | 5214           | 44             | 5258           | 21,03        |
|            |             | R2.          | 45           | 36           | 81           | 55,55          | 44,44          | 7042           | 73             | 7115           | 28,46        |
|            |             | R3.          | 47           | 45           | 92           | 51,08          | 48,91          | 8719           | 108            | 8827           | 35,30        |
| R4.        |             | 59           | 40           | 99           | 59,6         | 17,6           | 5594           | 66             | 5660           | 22,64          |              |
| MOY        |             | <b>47,5</b>  | <b>38</b>    | <b>85,5</b>  | <b>55,48</b> | <b>38,80</b>   | <b>6642,25</b> | <b>72,75</b>   | <b>6715</b>    | <b>26,85</b>   |              |
| ET.        | <b>8,38</b> | <b>5,94</b>  | <b>12,71</b> | <b>3,48</b>  | <b>14,30</b> | <b>1592,83</b> | <b>26,55</b>   | <b>1618,27</b> | <b>6,47</b>    |                |              |
| Rouina.    | P1          | R1.          | 31           | 0            | 31           |                | 0              |                |                |                |              |
|            |             | R2.          | 35           | 0            | 35           |                | 0              |                |                |                |              |
|            |             | R3.          | 26           | 0            | 26           |                | 0              |                |                |                |              |
|            |             | R4.          | 28           | 0            | 28           |                | 0              |                |                |                |              |
|            |             | MOY          | <b>30</b>    |              | <b>30</b>    |                |                |                |                |                |              |
|            | ET.         | <b>3,91</b>  |              | <b>3,91</b>  |              |                |                |                |                |                |              |
|            | P2          | R1.          | 17           | 29           | 46           | 36,95          | 63,04          | 5074           | 55             | 5129           | 20,51        |
|            |             | R2.          | 11           | 40           | 51           | 21,56          | 78,43          | 7954           | 89             | 8043           | 32,17        |
|            |             | R3.          | 8            | 25           | 33           | 24,24          | 75,75          | 4503           | 75             | 4578           | 18,31        |
|            |             | R4.          | 22           | 30           | 52           | 42,30          | 57,7           | 2798           | 52             | 2850           | 11,4         |
|            |             | MOY          | <b>14,5</b>  | <b>31</b>    | <b>45,5</b>  | <b>31,26</b>   | <b>68,73</b>   | <b>5082,25</b> | <b>67,75</b>   | <b>5150</b>    | <b>23,66</b> |
|            | ET.         | <b>6,24</b>  | <b>6,37</b>  | <b>8,73</b>  | <b>9,96</b>  | <b>9,95</b>    | <b>2144,78</b> | <b>17,46</b>   | <b>2159,24</b> | <b>7,44</b>    |              |
|            | P3          | R1.          | 15           | 18           | 33           | 45,45          | 54,54          | 3106           | 23             | 3629           | 14,51        |
|            |             | R2.          | 23           | 21           | 44           | 52,27          | 47,72          | 3676           | 19             | 3695           | 14,78        |
|            |             | R3.          | 11           | 27           | 38           | 28,94          | 71,05          | 3976           | 41             | 4017           | 16,06        |
| R4.        |             | 27           | 17           | 44           | 61,36        | 38,63          | 2377           | 33             | 2410           | 9,64           |              |
| MOY        |             | <b>19</b>    | <b>20,75</b> | <b>39,75</b> | <b>47,52</b> | <b>52,98</b>   | <b>3283,75</b> | <b>29</b>      | <b>3437,75</b> | <b>13,74</b>   |              |
| ET.        | <b>7,30</b> | <b>4,5</b>   | <b>5,31</b>  | <b>13,65</b> | <b>13,70</b> | <b>704</b>     | <b>9,93</b>    | <b>705,82</b>  | <b>2,82</b>    |                |              |

**Annexe 5 : Evolution de la production de pomme de terre en Algérie (Ministère d'agriculture, 2013).**

| WILAYA                 | POMMES DE TERRE    |                    |              |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------|
|                        | Superficie<br>(ha) | Production<br>(QX) | Rdt<br>qx/ha |
| <b>1 ADRAR</b>         | 278                | 42 300             | 152,2        |
| <b>2 CHLEF</b>         | 4 777              | 1 498 910          | 313,8        |
| <b>3 LAGHOUAT</b>      | 2 978              | 789 880            | 265,2        |
| <b>4 O.E.BOUAGHI</b>   | 592                | 112 266            | 189,6        |
| <b>5 BATNA</b>         | 2 543              | 736 900            | 289,8        |
| <b>6 BEJAIA</b>        | 328                | 84 245             | 256,8        |
| <b>7 BISKRA</b>        | 94                 | 20 724             | 220,5        |
| <b>8 BECHAR</b>        | 128                | 19 504             | 152,4        |
| <b>9 BLIDA</b>         | 1 045              | 427 770            | 409,3        |
| <b>10 BOUIRA</b>       | 6 101              | 2 081 500          | 341,2        |
| <b>11 TAMANRASSET</b>  | 85                 | 13 815             | 162,5        |
| <b>12 TEBESSA</b>      | 2 229              | 771 350            | 346,1        |
| <b>13 TLEMCEN</b>      | 5 191              | 1 507 000          | 290,3        |
| <b>14 TIARET</b>       | 5 428              | 1 498 369          | 276,0        |
| <b>15 TIZI-OUZOU</b>   | 1 454              | 355 463            | 244,5        |
| <b>16 ALGER</b>        | 2 185              | 824 544            | 377,4        |
| <b>17 DJELFA</b>       | 1 997              | 365 000            | 182,8        |
| <b>18 JIJEL</b>        | 526                | 89 668             | 170,5        |
| <b>19 SETIF</b>        | 2 645              | 681 532            | 257,7        |
| <b>20 SAIDA</b>        | 2 191              | 566 755            | 258,7        |
| <b>21 SKIKDA</b>       | 4 520              | 1 245 570          | 275,6        |
| <b>22 S.B.ABBES</b>    | 1 928              | 602 330            | 312,4        |
| <b>23 ANNABA</b>       | 42                 | 8 750              | 208,3        |
| <b>24 GUELMA</b>       | 2 871              | 947 030            | 329,9        |
| <b>25 CONSTANTINE</b>  | 346                | 89 350             | 258,2        |
| <b>26 MEDEA</b>        | 2 114              | 587 169            | 277,8        |
| <b>27 MOSTAGANEM</b>   | 12 588             | 3 700 808          | 294,0        |
| <b>28 M'SILA</b>       | 1 050              | 273 000            | 260,0        |
| <b>29 MASCARA</b>      | 10 938             | 3 172 000          | 290,0        |
| <b>30 OUARGLA</b>      | 758                | 223 070            | 294,3        |
| <b>31 ORAN</b>         | 423                | 112 410            | 265,7        |
| <b>32 EL-BAYADH</b>    | 821                | 161 975            | 197,3        |
| <b>33 ILLIZI</b>       | 3                  | 379                | 0,0          |
| <b>34 B.B.ARRERIDJ</b> | 214                | 48 252             | 225,5        |
| <b>35 BOUMERDES</b>    | 3 836              | 1 246 600          | 325,0        |
| <b>36 EL-TARF</b>      | 356                | 112 200            | 315,2        |
| <b>37 TINDOUF</b>      | 8                  | 1 200              | 150,0        |

|                      |        |            |       |
|----------------------|--------|------------|-------|
| <b>38 TISSEMSILT</b> | 165    | 25 227     | 152,9 |
| <b>39 EL-OUED</b>    | 35 000 | 11 725 000 | 335,0 |
| <b>40 KHENCHELA</b>  | 93     | 19 030     | 204,6 |
| <b>41 SOUK-AHRAS</b> | 1 360  | 395 000    | 290,4 |
| <b>42 TIPAZA</b>     | 4 204  | 1 085 770  | 258,3 |
| <b>43 MILA</b>       | 1 867  | 704 957    | 377,6 |
| <b>44 AIN-DEFLA</b>  | 24 000 | 7 316 309  | 304,8 |
| <b>45 NAAMA</b>      | 635    | 115 674    | 182,2 |
| <b>46</b>            |        |            |       |
| <b>A.TEMOUCHENT</b>  | 377    | 100 350    | 266,2 |
| <b>47 GHARDAIA</b>   | 112    | 30 240     | 270,0 |
| <b>48 RELIZANE</b>   | 9 283  | 2 743 135  | 295,5 |

**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                       Hors saison                      Autre
- Destination :                       Consommation                      Sem  ces

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.....

Précédant cultural (n°3) ..... Variété.....

Précédant cultural (n°4) ..... Variété.....

Précédant cultural (n°5) ..... Variété.....

Système de culture  Intensif  Extensif  Traditionnel

Environnement de la parcelle

Même culture

Autre culture

Autres

Bordure :  Oui  Non

Texture du sol : .....

Mécanisation  Oui  Non

Type d'irrigation  Absence d'irrigation  Rigoles  Aspersions  Goutte à goutte

Plantes associées  aucune  Principales adventices.....

Cultures.....  Autres fruitiers.....

Pratique de la jachère  Oui  Non

Type de jachère  Travaillée  Non travaillée

Type de labour  Profond  Labour d'été

Type de charrue  A disque  Autre

### **Connaissance des nématodes à kystes *Globodera***

Connaissez-vous les Nématodes *Globodera* ?  Oui  Non

Depuis quand ? .....

Comment vous les appelez? En Français.....

En arabe.....

Dialecte local (Derdja).....

Quelle est leur forme ? .....

Quelle est leur couleur ? .....

Quels sont les symptômes de ces nématodes ?

Sur feuilles.....

Sur racines.....

Avez-vous réalisé une analyse nématologique  Oui  Non

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    Non

Biofumigation     Oui    Non

Traitement du sol en cours de culture     Oui    Non

#### Produit utilisé :

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

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

Mode d'application .....Nombre de traitements.....Alternance.....

### Amendement

Minéral .....Dose.....

Organique..... Dose.....

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

### Autres traitement

Insecticides .....Fréquence.....Effet nématocide     Oui    Non

Fongicides ..... Fréquences..... Effet nématocide     Oui    Non

Herbicides ..... Fréquence.....Effet nématocide     Oui    Non

Autres ..... Fréquence..... Effet nématocide     Oui    Non