

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université SAAD DAHLEB - Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la vie Département De Biologie

## Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV  
Filière Sciences biologiques

Option : Parasitologie

**Thème :**

*Etude de la diversité des nématodes des cultures  
maraîchères (Cas de la pomme de terre)*

Présenté par :

Mme. AHRAS NESRINE

Mlle. ZATRA SARAH

Date de la soutenance :

12 Juillet 2021

*Devant le Jury :*

Mme SAIGHI H.	M.A.A.	SNV.Univ.Blida1	Présidente
Mr BENDJOUDI D.	Prof.	SNV.Univ.Blida1	Examineur
Mme ZERKAOUI A.	M.A.A.	SNV.Univ.Blida1	Promotrice

*Promotion : 2020/2021*

## **Remerciements :**

*Tout d'abord nous remercions le Dieu, notre créateur de nous avoir donné la force, la volonté et le courage afin d'accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier sincèrement notre promotrice **Mme Zerkaoui EL Ferran A.** qui nous a proposé le thème de ce mémoire, pour sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'elle a accordé du début à la fin de ce travail.*

*Nous tenons très sincèrement à remercier **Mr Bendjoudi D.** et **Mme Saighi H.** pour avoir fait l'honneur d'examiner et d'évaluer ce mémoire.*

*Nos profonds remerciements vont à l'ensemble du personnel du laboratoire de Zoologie du département de Biotechnologie a leurs têtes **Dr Nebih Hadj Sadok.***

*Enfin, nous tenons à remercier ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Je dédie ce travail :*

*À la mémoire de mon cher papa, le plus doux qui m'a toujours entouré par son amour et protégé grâce à sa bienveillance permanente. Que Dieu l'accueille dans son vaste paradis.*

*À ma chère et tendre maman, source d'affection, de courage et d'inspiration qui a tant sacrifié pour me voir arriver au jour d'aujourd'hui. Que Dieu la préserve pour nous.*

*À mon cher petit frère et ma tendre petite sœur.*

*À tous les membres de ma grande famille.*

*À ma chère amie Rina que je remercie pour sa collaboration et son implication pour l'accomplissement de ce travail technique.*

*Sarah*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes parents aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour Dont ils ne cessent de me combler.*

*A ma chérie ma sœur Khadija et a ma princesse et prince daline et Adem.*

*A Celui que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de ce projet Mon mari lotfi et bien-sûr à ma grand mère et mes beaux-parents et mes grands sœurs.*

*A mon binôme Sara qui m'a soutenue.*

*A tout ma famille et mes amis.*

*Nesrine*

## Résumé

Notre étude a porté sur la recherche des nématodes sur la culture de pomme de terre ainsi que l'effet biocide des extraits aqueux de deux plantes médicinales : Le marrube blanc *Marrubium vulgare* et le Genévrier commun ou Genièvre *Juniperus communis* sur les larves L2 du nématode de la pomme de terre de genre *Globodera*.

Afin de réaliser ce travail nous avons utilisé la méthode Fenwick pour l'extraction des kystes *Globodera* à partir du sol. La détection des nématodes a révélé la présence de deux espèces *Globodera pallida* et *Globodera rostochiensis*.

L'effet biocide a montré que les différents extraits de plantes utilisées avec les différentes concentrations se sont révélés qualitativement et quantitativement actifs sur les nématodes à kystes de pomme de terre.

**Mots clés :** Nématodes, *Globodera*, extraits aqueux, pomme de terre.

## Abstracts:

Our study covered the research of nematodes on potato cultivation as well as the biocidal effect of aqueous extracts of two medicinal plants: the white horihound *Marrubium vulgare* and the common juniper *Junepirus communis* on 12 larvae of the potato nematode kind *Globodera* in order to carry out this work we used the

Fenwick method for cyst removal *Globodera* from the ground. The nematode detection revealed the presence of two species *Globodera pallida* and *Globodera rostochiensis*.

The biocidal effect has shown that the different plant extracts used with the different concentration these are revealed qualitatively and quantitatively active on potato cyst nematodes.

**KEYWORDS :** Nematodes, GLOBODERA, Aqueous extracts, Potato.

## ملخص :

ركزت دراستنا على البحث على " نيماتودا " الدودة الخيطية لمحصول البطاطس و أيضا مفعول المستخلصات النباتية لنبتتين طبييتين : *Marrubium vulgare* , *Juniperus communis*

لتحقيق هذا العمل لقد إستعملنا طريقة فانويك لاستخراج حويصلات الدودة الخيطية من التراب.

دراستنا كشفت عن وجود نوعين من الحويصلات : *Globodera rostochiensis* , *Globodera pallida*

مختلف المستخلصات النباتية المستعملة بمختلف تراكيزها نوعيا و كميا أظهرت أنها فعالة على الدودة الخيطية لمحصول البطاطا.

الكلمات المفتاحية : دودة خيطية ؛ مستخلصات نباتية ؛ حويصلات.

## *Liste d'abréviation*

---

ARNr : Acide ribonucléique ribosomique.

C : Concentration.

Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> : Nitrate de calcium.

DSA : Direction des services agricoles.

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

J<sub>1</sub> : Premier stade juvénile.

J<sub>2</sub> : Deuxième stade juvénile.

J<sub>3</sub> : Troisième stade juvénile.

J<sub>4</sub> : Quatrième stade juvénile.

KNO<sub>3</sub> : Nitrate de potassium.

MgSO : Sulfate de magnésium.

NaCl : Chlorure de sodium.

pH : Potentiel d'ionisation.

P : Probabilité.

## ***LISTE DES FIGURES***

---

Figure 1 : Structure d'un nématode femelle.....	6
Figure 2 : Mode de vie des différentes espèces de nématodes.....	8
Figure 3 : Femelles de <i>Globodera pallida</i> (A) et <i>Globodera rostochiensis</i> (B) à maturité sur les racines de pomme de terre.....	9
Figure 4 : Cycle de développement des nématodes à kystes de pomme de terre .....	10
Figure 5 : Les étapes de préparation des plantes. ....	19
Figure 6 : Extraction aqueuse à partir des plantes.....	20
Figure 7 : Méthode d'extraction des nématodes à kyste appareil Fenwick .....	21
Figure 8 : Etape d'extraction des kystes. ....	22
Figure 9 : Racines de pomme de terre .....	23
Figure 10 : Etapes d'obtention des larves. ....	23
Figure 11 : Le mode opératoire des tests nématocides <i>in vitro</i> . ....	24
Figure 12 : Le test de DUNNET. ....	26
Figure 13 : Toxicité de traitement à base d' <i>Artemisia absinthium</i> . ....	27
Figure 14 : Toxicité de traitement à base d' <i>Artemisia herba alba</i> . ....	28
Figure 15 : Toxicité da traitement à base de l'hydrolat d'A. <i>herba alba</i> . ....	28
Figure 16 : Taux de mortalité à base d' <i>Urginea maritima</i> . ....	30
Figure 17 : Toxicité des traitements à base de <i>Lantana camara</i> . ....	31
Figure 18 : Variation de la toxicité des extraits aqueux des deux armoises .....	32
Figure 19 : Toxicité comparée des traitements testés.....	33

# ***LISTE DES TABLEAUX***

---

<b>Tableau I :</b> Les principaux pays producteurs de pomme de terre dans le monde en 2012.....	4
<b>Tableau II :</b> La production de pomme de terre national en 2012 .....	5
<b>Tableau III :</b> Model G.L.M. appliqué au pouvoir nématocide des traitements à base d'Armoises. ....	31
<b>Tableau IIII:</b> Analyse de variance model G.L.M. appliqué au pouvoir nématocide des différents traitements .....	33



# SOMMAIRE

---

## Liste d'abréviations

## Liste des figures

## Liste des tableaux

• Introduction .....	1
<b>Chapitre I</b>	<b>synthèse bibliographique</b>
1. Généralités sur la culture de la pomme de terre .....	3
1.1. Origine, historique et systématique .....	3
2. Les ravageurs des cultures maraichères .....	5
3. Etat des connaissances sur les nématodes .....	5
3.1. Généralités sur les nématodes .....	5
3.2. Les Nématodes à kystes de pomme de terre .....	6
3.3. Position Systématique .....	7
4. Mode de vie .....	8
5. Morphologie des nématodes à kystes .....	8
6. Cycle de vie des nématodes à kystes .....	9
7. Action des facteurs biotiques et abiotiques sur les nématodes .....	10
7.1. Influence des facteurs biotiques .....	10
7.1.1. Effet de La matière organique .....	10
7.1.2. Effet de La végétation .....	11
7.2. Influence des facteurs abiotiques .....	12
7.2.1. Type de sol .....	12
7.2.2. Effets des facteurs chimiques .....	12
7.2.3. Effet de pH .....	13
7.2.4. Effet de La température .....	13
7.2.5. Effet de l'humidité .....	14
8. Méthodes de lutte contre les nématodes à kystes <i>Globoder asp</i> .....	14
8.1. Lutte préventive .....	14
8.2. Lutte curative .....	15
<b>Chapitre II</b>	<b>Matériels et méthodes</b>
1. L'objectif .....	18
2. Les méthodologies .....	18

# SOMMAIRE

---

2.1. Matériel végétal.....	18
2.2. Autre matériel.....	19
3. Préparation des extraits aqueux.....	19
4. Le prélèvement des échantillons de sol.....	20
5. Extraction des kystes de <i>Globodera</i> du sol.....	21
6. Préparation des broyats Racinaires de la pomme de terre.....	22
7. L'obtention des larves (L2) de <i>Globodera</i> .....	23
8. Tests biologiques.....	24
9. Analyse des données.....	25
9.1. Estimation de la mortalité corrigée.....	25
9.2. Estimation des populations résiduelles.....	25
9.3. Analyse de la variance.....	26

## Chapitre III

## Résultats et discussion

1. Résultats de l'extraction des kystes.....	27
2. Toxicité comparée des traitements à base d'Armoise.....	28
3. Toxicité des extraits aqueux du bulbe d' <i>Urginea maritima</i> .....	30
4. Toxicité des extraits aqueux des feuilles de <i>Lantana camara</i> .....	31
5. Analyse comparative des traitements à base d'armoise.....	32
6. Analyse comparative de l'activité biocide des traitements testés.....	33
<b>Discussion</b> .....	35
• <i>Conclusion</i> .....	37

## Annexes

## Références bibliographique



# *Introduction*

# Introduction

---

Les besoins alimentaires en Algérie sont assurés grâce à une production locale complétée par l'importation de quantités complémentaires de produits agricoles tels que : les céréales, les légumes secs, les tubercules et les huiles...

La Pomme de terre : *Solanum tuberosum L.* constitue la principale denrée alimentaire non céréalière et une ressource financière des populations à l'échelle mondiale.

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 dépotage). Elle est aussi utilisée par voies Biotechnologiques dans la production des vaccins contre le diabète et l'hépatite (Arakawa et *al.*, 1999).

En Algérie, la pomme de terre est devenue une des principales cultures, en 2017 la production a atteint le chiffre record de 46 millions de quintaux (Anonyme, 2017).

La culture de la pomme de terre est sujette à de nombreux pathogènes et ravageurs, notamment les insectes, les acariens, les champignons, les bactéries, les virus et les nématodes (Bradshaw, 2007).

Parmi ces bioagresseurs, les nématodes à kystes de la pomme de terre sont des endoparasites obligatoires pour ces cultures. Ils causent d'importantes pertes économiques sur les productions (Turner, 1996).

Selon le niveau d'infestation, les nématodes à kystes peuvent réduire les rendements de pomme de terre jusqu' à 100 % (Brodie et Mai, 1989). Ces parasites sont considérés comme des organismes de quarantaine, ils sont régis par des réglementations strictes au niveau international (Boucher, 2013).

Dans le but de contribuer à la protection de cette culture, la connaissance et la recherche de ces nématodes à kystes est nécessaire pour établir une stratégie de lutte.

Et comme jusqu'à présent, les nématicides synthétiques ont été la principale méthode de lutte contre les nématodes à kystes. La proscription des pesticides chimiques les plus dangereux comme le fumigant «Bromure de Méthyle» a mis l'accent sur la nécessité d'étudier d'autres méthodes de lutte contre les organismes nuisibles et respectueuse de l'environnement (Chitwood, 2002). Les composés végétaux sont

# *Introduction*

---

devenus de plus en plus l'objet de ces stratégies alternatives de lutte biologique contre les agents pathogènes des plantes, soit par l'utilisation d'extraits végétaux et de formulations phytochimiques, soit comme amendements organiques au sol (Ntalli et Caboni, 2012).

Dans ce contexte, nous avons établi ce travail préliminaire afin de connaître les espèces de nématodes infestants la culture de pomme de terre en Algérie ainsi à faire valoir *in vitro* les potentialités nématocides de plantes médicinales vis-à-vis des larves (L2) de *Globodera spp.*

# *Chapitre I*

## *Synthèse bibliographique*

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

### 1.1. Origine, historique et systématique

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

C'est une dicotylédone de la famille des solanacées issue d'une plante sauvage unique, l'espèce *S. tuberosum*, dès 1929, les botanistes avaient montré que cette origine était plus complexe et que l'on retrouvait parmi les ancêtres des espèces de pomme de terre cultivées des plantes sauvages différentes (Rousselle et al., 1992 ; Dore et al., 2006). Hawkes (1994) propose une hypothèse qui donne à *S. tuberosum* une nature allo tétraploïde issue d'un amphidiploïde entre *S. sparsipilum* et *S. stenotomum*. Mais d'autres auteurs pensent qu'il s'agit d'un autotétraploïde compte tenu de son comportement cytogénétique (Iwanga et Peloquin, 1982) et expliquent que l'espèce serait apparue grâce à la présence de diplogamètes chez les ancêtres.

- **Dans le monde**

La pomme de terre joue un rôle clé dans le système alimentaire mondial. C'est la principale denrée alimentaire non céréalière du monde et la production mondiale a atteint le chiffre record de 368 millions de tonnes en 2012 (FAO STAT, 2012). Plus de 150 pays cultivent la pomme de terre sur une superficie de 19 millions d'hectares en 2010 (FAO STAT, 2012).

Le secteur de la pomme de terre est en pleine évolution. Ainsi jusqu'au début des années 90, la plupart de la production était cultivée et consommée essentiellement, en Europe, en Amérique du nord et dans les pays de l'Ex-union soviétique. Depuis, la production et la

demande ont enregistré une forte croissance en Asie, en Afrique et en Amérique Latine, où la production est passée de moins de 30 millions de tonnes au début des années 60, à plus de 165 millions de tonnes entre 2005 et 2006 (FAO STAT, 2007). En 2013, pour la première fois, la production de la pomme de terre du monde en Développement a dépassé celle du monde développé. La Chine est devenue le premier producteur mondial de pommes de terre (23% de la production mondiale), viennent ensuite l'Inde, la Russie, l'Ukraine, les Etats Unies, l'Allemagne et la Pologne (**Tableau I**) (FAO STAT, 2014).

**Tableau I** : Les principaux pays producteurs de pomme de terre dans le monde en 2012

Rang	Pays	Production
1	Chine Continentale	87 260 000
2	Inde	41 483 000
3	Fédération de la Russie	29 532 530
4	Ukraine	23 250 200
5	Etats Unies de l'Amérique	20 990 738
6	Allemagne	10 665 600
7	Pologne	9 091 900
8	Bangladesh	8 205 470
9	Pays-Bas	6 765 618
10	France	6 340 807
11	Iran	5 400 000
12	Turquie	4 795 122
13	Canada	4 590 296
14	Algérie	4 219 476

(FAO, 2014).

### • En Algérie

La pomme de terre est l'un des produits les plus importants pour l'alimentation de la population algérienne : elle occupe la deuxième place après le blé.

La pomme de terre est surtout cultivée sur la côte méditerranéenne, qui jouit d'un climat tempéré propice à sa culture tout au long de l'année. On en trouve aussi à 500 mètres, sur les montagnes et les vallées entre la côte et les monts Atlas ainsi que sur les hauts plateaux (FAO, 2008). La consommation annuelle, qui était de 35 kg/par habitant en 1990, est passée à 57 kg en 2005. L'Algérie occupe la deuxième place, après l'Égypte, dans la production de la pomme de terre en Afrique pour l'année 2010, selon un rapport de la FAO.

La production en Algérie est en évolution, dans la campagne agricole 2011/2012, on a noté des niveaux hauts de production : 42 161 667 quintaux. El Oued est classée première ville



production de pomme de terre au niveau national avec un taux de 27% de la production nationale (**Tableau II**) (DSA d'Ain Defla, 2012).

**Tableau II** : La production de pomme de terre national en 2012.

Années	Production en quintaux
2006-2007	15 068 590
2007-2008	21 710 580
2008-2009	26 360 570
2009-2010	32 947 283
2010-2011	38 621 936
2011-2012	42 194 758
2012-2013	49 280 280
2013-2014	46 735 155
2014-2015	45 000 000

(DSA d'AinDefla, 2016).

## 2. Les ravageurs des cultures maraichères

En Afrique de l'Ouest, les 27 espèces recensées comme cultures maraichères concernent des légumes traditionnels ou d'origine exotique les plus importants. Cette diversité est fortement liée à la pluralité des communautés culturelles (locales et étrangères) et à la demande du marché et des organes consommés (Kanda et al., 2014).

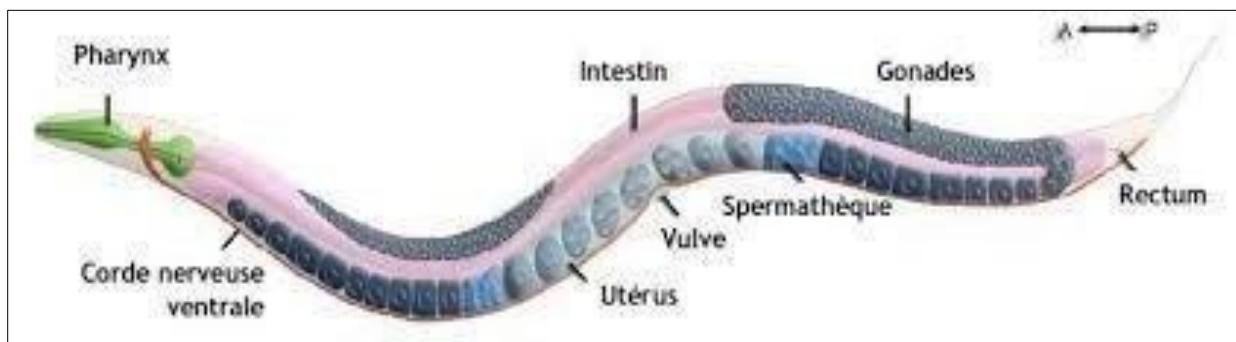
A la diversité des légumes cultivés correspond celle des bioagresseurs observés. Parmi eux, les arthropodes (insectes et acariens) causent des dégâts d'importance économique sur une large gamme de cultures (James et al., 2010 ; Sæthre et al., 2011). Les chenilles des ravageurs comme *Plutella xylostella* Linné (Lepidoptera : *Plutellidae*), (Asare-Bediako et al., 2010 ; James et al., 2010 ; Abbes et al., 2012). D'autres groupes de bioagresseurs comme les nématodes à galles, les champignons et les bactéries peuvent causer également des pertes d'importance économique sur de nombreuses spéculations maraichères (James et al., 2010 ; Afouda et al., 2012).

## 3. Etat des connaissances sur les nématodes

### 3.1. Généralités sur les nématodes

Les nématodes sont des organismes vermiformes cylindriques non segmentés occupant des niches écologiques très diverses sur la planète (Figure 01). S'ils comprennent différentes formes, libres ou parasites d'animaux ou de végétaux, les nématodes sont tous des animaux aquatiques. Ils exploitent différents milieux tels que les océans et les mers, les eaux douces

mais aussi les fluides corporels, les films d'eau dans le sol ou sur les végétaux. Ce sont les organismes les plus abondants de tous les métazoaires en terme de nombre d'individus dans de nombreux écosystèmes, notamment ceux du sol (1.20.1011 individus/m<sup>2</sup> contre 105/m<sup>2</sup> pour les acariens qui constituent le deuxième groupe le plus abondant) (Kevan, 1965). Excepté leur morphologie très homogène, les nématodes présentent une très grande diversité avec un nombre total d'espèces dans le phylum Nemata estimé entre 40000 et 10 millions (Blaxter et al., 1998; Dorris et al., 1999 ; Blumenthal et al., 2004). Ce grand nombre d'espèces (26000 décrites), (Hugot et al., 2001) les place au deuxième rang dans le règne animal après les insectes. Les nématodes ont également des régimes alimentaires très diversifiés. Certaines espèces sont bactériophages, comme le nématode "modèle" *Caenorhabditis elegans*, d'autres sont entomopathogènes (ex : *Steinernema spp* ou *Heterorhabditis spp*), parasites d'animaux (ex : *Ascaris spp*, *Brugia spp* ou *Trichinella spp*) ou encore prédatrices (ex : *Mononchus spp*). Enfin, parmi toutes les espèces de nématodes décrites, seulement 15% sont des parasites de plantes (ex : *Globodera spp*, *Meloidogyne spp*, *Pratylenchus spp*, *Ditylenchus spp*...)



**Figure 01 : Structure d'un nématode femelle (Altun et Hall in Blanchard,2006).**

### 3.2. Les Nématodes à kystes de pomme de terre

Les deux espèces de nématodes à kystes de la pomme de terre sont des parasites obligatoires de certains membres de la famille des solanacées, dont la pomme de terre (*Solanum spp.*) est l'hôte principal, suivie de la tomate (*Lycopersicum esculentum*) et de l'aubergine (*S. melongena*). Au total, 90 espèces du genre *Solanum* sont reconnues comme étant des hôtes de ces ravageurs (ACIA, 2012). À l'échelle mondiale, ils sont les nématodes qui causent les plus importantes pertes économiques pour la culture de la pomme de terre (Turner, 1996). Par leur petite taille, ils peuvent être facilement transportés passivement par l'homme lors du déplacement de matériel végétal ou de machineries contaminées, ou encore par des phénomènes naturels tels que le vent ou le ruissellement (Turner et Evans, 1998). Ils

possèdent également une capacité de survivre jusqu'à 30 ans dans le sol en absence de plantes hôtes (Turner, 1996). Selon le niveau d'infestation, les nématodes à kystes de pomme de terre peuvent réduire les rendements de la pomme de terre jusqu'à 100 % (Brodie et Mai, 1989). En réponse aux pertes économiques qu'ils causent, ils sont régis par des réglementations, afin de minimiser les risques de propagation.

### 3.3. Position Systématique

Les nématodes sont des organismes triploblastiques (trois feuilletts embryonnaires) et possèdent une cavité interne (formée par l'endoderme) non complètement recouverte de mésoderme. Au sein des métazoaires, les nématodes avaient été placés en fonction de ce critère morphologique dans les pseudo-coelomates. Avec l'apparition des techniques de biologie moléculaire, des phylogénies ont pu être réalisées. Basée sur la séquence 18S de l'ARNr, les nématodes peuvent être regroupés avec les arthropodes pour former les Ecdysozoa (animaux capables de renouveler leur cuticule par des mues) (Aguinaldo et al., 1997 ; Adoutte et al., 1999).

### Systematique

**Phylum** : Nematoda.

**Classe** : Secernentea.

**Ordre** : Tylenchida.

**Sous ordre** : Tylenchina.

**Super famille** : Tylenchoidea.

**Famille** : Heteroderidae.

**Sous famille** : Heteroderinea.

**Genre** : *Globodera* (Skarbilovich, 1959).

#### 4. Mode de vie

D'après Cayrol et *al.*(1992), la considération de leur mode de vie par rapport à la plante est variée. On distingue les nématodes des racines parasites externes (*Tylenchus*) ou internes comme *Pratylenchus*, des nématodes des partie aériennes (*Ditylenchus*, *Aphelenchoides*), d'autres sont sédentaires comme les nématodes à kystes (*Heterodera*, *Globodera*) ou bien nématodes à galles (*Meloidogyne*). Selon la nature de parasitisme des nématodes, on distingue deux groupes les sédentaires et les migrants, ou sont classés trois catégories de nématodes les endoparasites, les ectoparasites et les semi endoparasites (Ritter, 1991) (Figure 02).

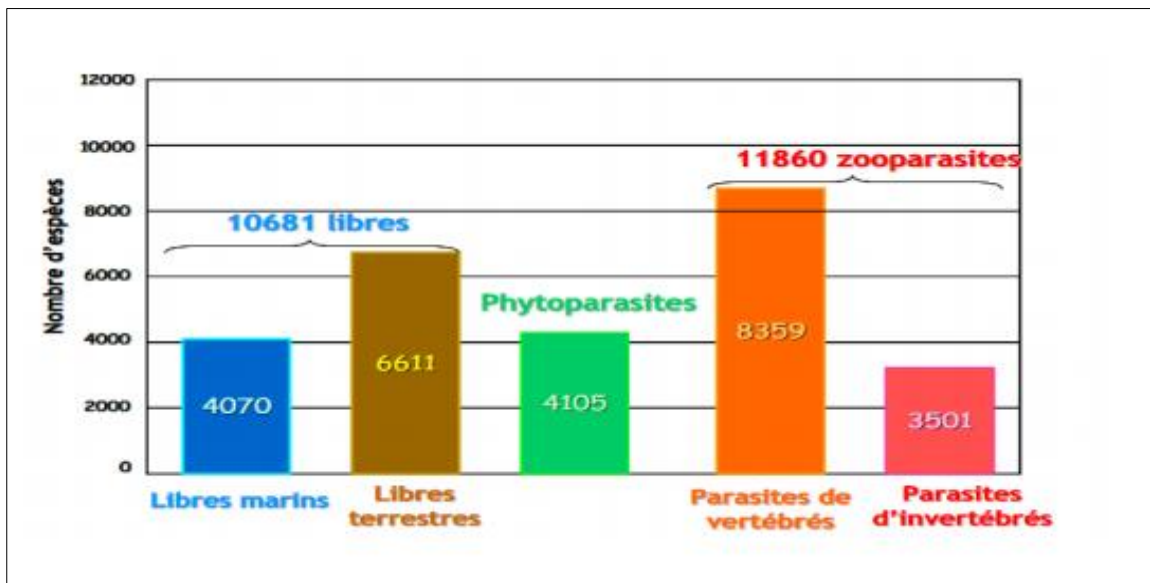


Figure 02 : Mode de vie des différentes espèces de nématodes (Hugot et *al.*,2001).

#### 5. Morphologie des nématodes à kystes

Les nématodes *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida* sont des endoparasites sédentaires des racines, 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 (Riga et *al.*, 1996) résistants, de couleur brune rouge, remplis d'œufs (jusqu'à 500), appelés kystes, qui font de 0.3 à 0.9µm de diamètre.

Malgré leurs grandes similitudes morphologique et biologique les *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida* sont deux espèces distinctes (Stone, 1972). En outre les caractères morphologiques permettant de différencier ces deux espèces sont la couleur des kystes ; pour *Globodera rostochiensis* qui sont de couleur jaune dorée et pour *Globodera pallida* ils sont de couleur blanche (figure 03). Concernant les larves, nous avons le stylet qui est plus long chez

*Globodera rostochiensis* que chez *Globodera pallida*. Les boutons basaux sont ronds et étroits chez *Globodera rostochiensis* et larges et orientés vers l'avant chez *Globodera pallida*.



**Figure 03 : Femelles de *Globodera pallida* (A) et *Globodera rostochiensis* (B) à maturité sur les racines de pomme de terre (Hockland, 2002).**

## 6. Cycle de vie des nématodes à kystes

Les nématodes à kyste sont des endoparasites sédentaires qui passent par 4 stades juvéniles et un stade adulte (ACIA, 2011). Le premier stade juvénile (J1) des nématodes à kyste se déroule à l'intérieur de l'œuf où le nématode mue pour donner un deuxième stade juvénile (J2) avant l'éclosion (Raski, 1950). Les exsudats racinaires stimulent l'éclosion des œufs dans le sol (Brodie, 1999). Les œufs éclosent sous forme de juvéniles infectieux de stade deux (J2). Le nématode doré a un stylet qui lui sert à percer les parois cellulaires. Ce stylet permet aussi au nématode d'injecter les sécrétions produites par ses glandes œsophagiennes, ainsi que d'aspirer le contenu cytoplasmique et les nutriments de la cellule de l'hôte (Williamson et Kumar, 2006). Après l'éclosion, les nématodes juvéniles entrent dans la racine de l'hôte et migrent dans le système vasculaire (Williamson et Kumar, 2006). Des modifications sont induites dans les cellules des racines pour former le syncytium. Il est la seule source de nutriments pour le nématode tout au long de sa durée de vie et il est formé par plus de 200 cellules fusionnées (Gheysen et Mitchum, 2008). L'expansion du syncytium est assurée par la digestion des parois de nombreuses cellules adjacentes. Une fois le développement du syncytium complété, le nématode commencera à s'alimenter et deviendra sessile (Williamson et Kumar, 2006). Les J2 subiront deux mues successives, donnant des juvéniles J3 puis J4, avant de se transformer lors d'une dernière mue en adultes sexués, le mâle redeviendra mobile et migrera dans le sol pour aller féconder les femelles (ACIA, 2011) et les femelles restent en place et grossissent jusqu'à l'éclatement de l'épiderme de la racine et la libération



d'un kyste. Les œufs se développent dans le corps de la femelle. Une fois leur développement complété, la femelle meurt. Son corps durcira pour former une enveloppe protectrice des œufs. Un kyste peut contenir de 200 à 1000 œufs et rester viable dans le sol pour plus de 20 ans (ACIA, 2011). Lorsque les conditions sont favorables, le cycle recommence (Fuller et al., 2008) (Figure 04).

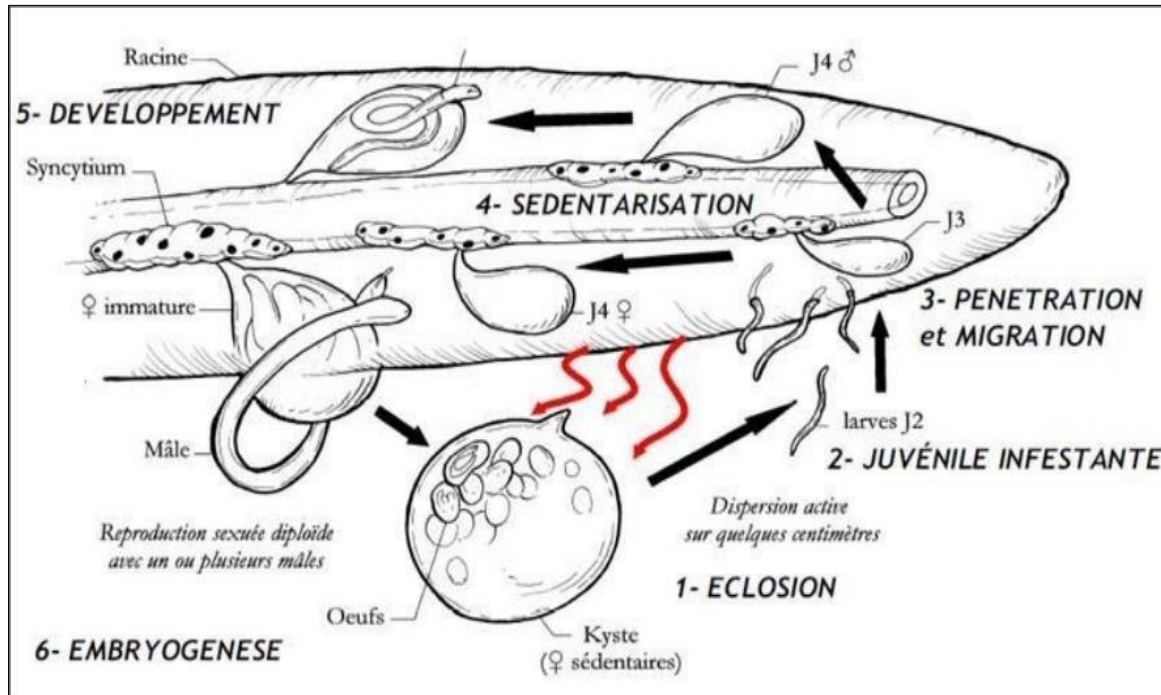


Figure04 : Cycle de développement des nématodes à kystes de pomme de terre (Chauvin et al., 2008).

## 7. Action des facteurs biotiques et abiotiques sur les nématodes

Tout organisme est soumis, dans le milieu où il vit à des actions simultanées des différents agents, physique, chimique, édaphiques, climatiques et biotiques contrôlant ses diverses activités.

### 7.1. Influence des facteurs biotiques

#### 7.1.1. Effet de La matière organique

La matière organique constitue la base nutritionnelle des micro et meso organismes. Chaque année, le stock organique du sol diminue par décomposition et humification et il est alimenté par des matières organiques induit une augmentation dans l'abondance et la diversité spécifique des nématodes du sol. La fertilisation par l'azote organique augmente le nombre de bactérivores et diminue le nombre de fongivores (Sohlenius et al., 1987).

L'excès d'azote peut réduire les populations probablement à cause de l'importante multiplication des bactéries, lesquelles pour la plupart peuvent obstruer ou occuper les pores du sol par les mucilages qu'elles sécrètent. Noe et Barker (1985), constatent que la texture, l'acidité et le taux d'humidité associés à la teneur en matière organique, affectent plus les espèces ectoparasites que les endoparasites sédentaires. Par ailleurs, (Jones et Milne, 1982) affirment que lors de la décomposition de la matière organique libère certains produits toxiques tels que l'acide butyrique qui sont impliqués dans la réduction des nématodes.

## 7.1.2. Effet de La végétation

Le matériel végétal est le principal facteur influençant le nombre de nématodes dans le sol, qu'ils soient phytoparasites ou non. Le système racinaire de la plante est la composante biotique majeure du sol, pourvoyeur d'énergie pour la majorité de la faune tellurique. Selon leur nature et le stade physiologique, les plantes agissent différemment sur les nématodes. Les plantes pérennes sont une ressource permanente qui permet un grand degré de maturité des peuplements du sol, tandis que les plantes annuelles représentent une source alimentaire éphémère pour les nématodes, particulièrement pour les parasites obligatoires (Freckman et Caswell, 1985).

Les nématodes parasites des racines affectent la physiologie de la plante en agissant sur la nodulation, la fixation de l'azote et la mycorhization.

*Scutellonema cavenessi* modifie la physiologie d'*Arachishypogea* en altérant l'établissement et le fonctionnement de la symbiose de la plante avec les mycorhizes et *Rhizobium* (Germani, 1980).

Il peut avoir un effet négatif sur la croissance et la fixation de l'azote sur plant de Soja (Germani, 1981). Une corrélation négative entre la fixation de l'azote par l'arachide et les densités des nématodes *S. cavenessi* et *Aphasmatylenchus straturatus*, a été rapportée par Germani et *al.*

Les exsudats racinaires jouent un rôle stimulateur pour le développement des nématodes (Jones et Milne, 1982). Des études réalisées par Greco et *al.* (1981) révèlent que les exsudats racinaires intensifient l'éclosion des oeufs des nématodes à kystes (*Heterodera*).

## 7.2. Influence des facteurs abiotiques

### 7.2.1. Type de sol

La relation (nématode-type de sol), nommée relation mésologique, est connue depuis longtemps. De nombreux auteurs ont observé que la répartition des nématodes phytoparasites est en relation avec le sol (Quénéhervé, 1988). Les facteurs physiques du sol peuvent agir directement sur les nématodes. Ils peuvent affecter leur mobilité (Graham, 1980), ainsi que leur reproduction (Norton., 1989). Ils compromettent l'accès à la racine nourricière (Cadet, 1987) et les probabilités de rencontrer des individus mâles et femelles chez les espèces amphimictiques (Norton, 1989).

La granulométrie influence directement les peuplements de nématodes, mais ses effets dépendent des caractéristiques morphologiques (taille) et biologiques (mode de reproduction) de l'espèce. *Pratylenchus zeae* (endoparasite migrant) se rencontre préférentiellement dans les sols argileux alors que *Meloidogyne sp* (endoparasite sédentaire) est plutôt observé dans les sols sableux (Cadet, 1987).

La présence d'une plante ne détermine pas obligatoirement les espèces de nématodes qui sont capables de la parasiter. Estioko et Reyes (1984) affirment que pour une même plante, les espèces de nématodes présentes dans les sols sableux sont souvent différentes de celles que l'on rencontre dans les sols argileux. L'étude de Cadet et Debouzie (1990) dans les parcelles de la canne à sucre au nord de la côte d'Ivoire montre que sur les plateaux gravillonnaires les plantes sont principalement attaquées par *Meloidogyne*, alors que celles situées sur les zones limono argileuses en bordure des rivières sont attaquées par *Pratylenchus*. Par ailleurs, Cadet et al. Signalent au sud de la Martinique dans les vertisols (sols à argile de type smectite) la présence d'*Helicotylenchus retusus*. Par contre, celle-ci est absente dans les andosols (sols à minéraux argileux de type allophane) situés à faible distance, mais notent la présence des espèces *H. erythrinae* ou *H. dihystra*.

### 7.2.2. Effets des facteurs chimiques

Les fortes concentrations en sels minéraux ( $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{MgSO}$ ), ont un effet répulsif sur les *Meloidogyne*, mais ce comportement n'est pas généralisable à toutes les espèces de nématodes. Indépendamment du mode d'action de ces sels, ces résultats indiquent que l'on peut contrôler une population de nématodes en manipulant des facteurs environnementaux abiotiques (Le Saulx et Quénéhervé., 1997). Les résultats de ces mêmes



auteurs révèlent qu'une protection de 86 à 91 % des plants de tomate contre *Meloidogyne incognita* a été obtenue en utilisant quatre nitrates en un sulfate. L'action de ces sels semble être liée à un effet chimique et non à des différences de pression osmotiques dans le milieu. Il apparaît également que la concentration en ions dans la solution du sol est à l'origine de modification du comportement de nombreuses espèces de nématodes. Elles peuvent modifier les déplacements de nématodes phytoparasites dans le sol.

Taylor in (Cadet, 1987), signale que les engrais chimiques n'ont aucune action sur les communautés de nématodes. Toutefois, le magnésium et le calcium semblent avoir un effet positif sur le développement des espèces *Helicotylenchus dihystera*, *Scutellonema cavenessis* et *Tylenchorhynchus gladiolatus*.

### 7.2.3. Effet de pH

Le pH du sol est connu comme étant un paramètre important influençant la disponibilité biologique en métal et donc aussi sa toxicité pour les invertébrés de sol (Van Gestel et al., 1995). Les travaux de (Ritter, 1971) signalent une éclosion maximale des œufs de *Meloidogyne javanica* à un pH 6,5. La modification du pH du sol par l'apport d'amendements calciques peut être une méthode de lutte efficace contre *Pratylenchus brachyurus* en culture d'ananas dans les conditions de côte d'Ivoire (Sarah, 1991). Il est généralement admis, sans preuves, que le pH agit indirectement sur les populations de nématodes à travers les réactions de la plante hôte (dynamique racinaire, physiologie de la plante, parois cellulaires etc...)

### 7.2.4. Effet de La température

La température est un facteur de régulation relativement mineur en zones tropicales humides où elle est relativement stable, et d'autant plus que les fluctuations peuvent être tamponnées dans la couches profondes du sol. Dans les zones à fort ensoleillement toutefois l'échauffement artificiel du sol par pose d'un film plastique transparent (solarisation) peut être utilisé comme méthode de lutte (Katan, 1981). D'après Wallace (1963) l'influence de température sur les nématodes peut s'envisager sous trois aspects différents:

- \* Les températures non létales qui inhibent seulement le développement ;
- \* les températures optimales permettent un bon développement des nématodes ;
- \* les températures létales.

## 7.2.5. Effet de l'humidité

Les Nématodes des eaux libres ne peuvent généralement pas vivre dans les sols par suite des sécheresses temporaires et inversement, la plupart des Nématodes du sol ne peuvent pas vivre en eau profonde sauf pour les espèces communes à ces deux biotopes (Luc et Hoestra, 1960). Les observations ont montré qu'à une humidité donnée, les nématodes se meuvent le plus rapidement quand leur corps peut se maintenir rectiligne ou tout au moins faiblement ondulé, un sable humide naturellement drainé paraît être à 20" un milieu idéal pour le déplacement des nématodes, mais leur capacité de propulsion varie beaucoup avec les espèces, selon que celles-ci peuvent nager en eau plus ou moins profonde ou ne peuvent au contraire que ramper (Wallace, 1963 , Wallace et Doncaster, 1964).

## 8. Méthodes de lutte contre les nématodes à kystes *Globodera spp*

Les nématodes à kyste de la pomme de terre constituent une grande menace pour le commerce international (Burns, 2009). Il faut donc prendre toutes les précautions nécessaires pour empêcher l'introduction et la propagation de ces phytoravageurs. Il y'a plusieurs méthodes pour lutter contre les nématodes phytoparasites. Selon la nature de la méthode employée, elles peuvent être regroupées en quatre catégories principales : les pratiques culturales, les méthodes physiques, la lutte biologique et la lutte chimique.

### 8.1. Lutte préventive

Elle consiste en différentes pratiques : contrôle des végétaux aux frontières pour éviter l'introduction de nouvelles populations sur un territoire, nettoyage des machines agricoles pour éviter les contaminations inter parcelles et la rotation des cultures pour éviter la multiplication du pathogène. Cependant, les capacités de survie des nématodes dans le sol sont supérieures à dix années et rendent cette méthode difficilement applicable. Il est admis qu'un minimum de sept ans est nécessaire entre deux cultures de pomme de terre (Mugniery et Phillips, 1989).

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

## 8.2. Lutte curative

### a. Lutte culturale

L'objectif de cette méthode est d'abaisser le niveau de population au-dessous du seuil de nuisibilité par utilisation de plantes nématicides ou de plantes pièges (Scholte, 2000).

Elle consiste en la modification des pratiques culturales pour éviter la multiplication du nématode :

- L'emploi de la jachère qui permet de réduire la population des nématodes de moitié voire plus (Mugniery, 1975). Les champs nus, sans plantes adventices, et labourés et exposés au soleil, privent les nématodes de leur alimentation, et sont, donc, un bon moyen de réduire la population des nématodes. L'irrigation pendant les périodes sèches peut aussi aider à réduire les populations de nématodes, sous réserve que les mauvaises herbes soient contrôlées efficacement (Overman, 1964; Rhoades, 1982; Johnson et Fassuliotis, 1984).

-La rotation des cultures, Elle joue un rôle dans la constitution des sols, la lutte contre les organismes nuisibles comme les nématodes et l'accroissement du rendement, la rotation est plus efficace lorsqu'on la combine à des pratiques telles que l'épandage d'engrais (Baldwin, 2006).

-Récolte précoce des pommes de terre avant maturité des nématodes, par exemple (Rousselle et al., 1996).

-éviter les semis ou plantations d'espèces sensibles dans des terrains contaminés et le repiquage des plants déjà atteints. Pour obtenir une destruction complète, il est nécessaire de ne pas cultiver de pommes de terre sur un sol contaminé pendant une période d'au moins cinq ans. Ces méthodes ne sont pas forcément les plus adaptées ou les plus faciles à mettre en place (Blanchard, 2006).

### b. Lutte physique

Il existe deux moyens de lutte physique :

- La solarisation (augmentation de la température du sol, en surface, par bâchage), Cette technique de lutte estivale après récolte, consiste à bâcher la parcelle sous un film plastique pour capturer les radiations solaires et chauffer le sol en profondeur pour détruire les kystes. Ce processus désinfecte le sol des nématodes et des autres phytopathogènes (Guét, 2003).

Cependant, cette solarisation change la microflore, qui peut engendrer des effets négatifs. Une autre méthode thermique pour désinfecter le sol est la vaporisation. Elle consiste à introduire de la vapeur d'eau dans le sol sous les bâches en plastique pour augmenter la température à un niveau létal pour les organismes nuisibles vivants dans le sol (Braga et al., 2001).

- L'inondation (les nématodes meurent par asphyxie), l'inondation tard à l'automne augmente la formation de glace dans le sol et diminue la survie des nématodes lors de nos hivers rigoureux (Dufour et al., 2003). Ce sont deux moyens très peu utilisés pour des raisons pratiques (manque d'ensoleillement, utilisation des parcelles difficile après inondation, coût).

### c. Lutte chimique

Il existe trois types de traitements chimiques :

- Les fumigants : qui ont des propriétés nématocides, Ils détruisent les nématodes dans le sol donc, utilisables avant ou après la culture de pomme de terre (Franco, 1987).
- Les carbamates : désorientent les juvéniles infectants qui ne peuvent pénétrer dans les racines.
- Les organophosphorés : ont une double action et doivent donc être utilisés à la plantation (Rousselle et al., 1996).

Les organophosphorés et les carbamates sont très efficaces, induisant 80 à 90% de mortalité. Cependant, en Europe, leur utilisation est limitée ou interdite du fait de leur toxicité pour l'environnement et pour l'utilisateur (Blanchard, 2006).

### d. Lutte biologique

La lutte biologique contre les nématodes phytoparasites emploie des organismes vivants antagonistes aux nématodes comme des champignons ou des bactéries (Stirling, 1991 ; Davies et Spiegel, 2011). Différents types des champignons sont utilisés en lutte contre les nématodes phytoparasites ont été décrits tels que :

Les champignons prédateurs comme *Arthrobotrys irregularis*, Les champignons ovicides comme *Paecilomyces lilacinus* (Jatala et al., 1979 ; Cayrol et al., 1992 ; Kiewnick et Sikora 2006) ou *Verticillium chlamydosporium*, qui attaquent les embryons dans les œufs de nématodes (Godoy et al., 1983 ; Kerry et al., 1984 ; Rodriguez- Kabana et al., 1984 ; Kerry et Deleu, 1991).

Ils existent aussi des bactéries antagonistes des nématodes, par exemple, *Pasteuria sp.*

Une bactérie à endospores. *Pasteuria sp.* sont des agents pathogènes de plusieurs genres de nématodes phytoparasites (Brown et al., 1985 ; Bird et Brisbane, 1988; Gowen et Ahmed, 1990 ; Gowen et Tzortzakakis, 1994).

Des nombreuses plantes, par exemple les tagetes, le ricin, la perdrix, le pois, les asperges et le sésame, possèdent des propriétés nematicides. Les tagetes sont les plantes le plus étudiées pour leur propriétés nematicides (McSorley, 1999 ; Ploeg, 1999). Ces plantes peuvent être cultivées pour protéger les cultures sensibles aux nématodes phytoparasites, en culture intercalaire ou en rotation en tant qu'autre culture. Ces plantes peuvent aussi être utilisées comme un engrais vert qui va être enfoui avant la culture sensible. De même, les extraits de ces plantes peuvent être appliqués dans le sol ou en traitant les plantules par ces extraits (Duval, 1993).

### e. Lutte intégrée

C'est une approche de planification et de gestion des cultures et alors de décision dans laquelle on va combiner différents moyens de lutte : culturaux, chimiques, physiques et biologiques, de manière raisonnable, efficace, durable et économique, avec la préservation de l'environnement.

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

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

## *Chapitre II*

### *Matériel et méthodes*

Une partie de notre travail s'est déroulée au niveau du Laboratoire de Zoologie du Département de Biotechnologie sous la direction de Dr NEBIH HADJ SADOK sur une période de 1 mois.

### 1. L'objectif

Les dommages occasionnés par les nématodes phytophages montrent souvent des symptômes qui se confondent avec des perturbations d'ordres physiologiques. L'analyse nématologique reste la seule solution fiable qui confirme le diagnostic de présence et qui fournit des estimations quantitatives et qualitatives des nématodes abritant le sol.

L'objectif de notre travail est la recherche des nématodes à kystes sur la culture de pomme de terre et l'évaluation des potentialités biocides des extraits aqueux de deux plantes médicinales :

*Marrubium vulgare* (le marrube blanc) et *Juniperus communis* (le Genévrier commun ou Genièvre) sur les larves (L2) du nématode de la pomme de terre du genre *Globodera*.

### 2. Les méthodologies

#### 2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé pour tester l'activité biocide dans le présent travail, est représenté par les espèces végétales citées en objectif, elles ont été achetées de chez l'herboriste à la région de Bousaada.

Après séchage des plantes à l'air libre pendant 15 jours en Janvier 2020, elles ont été broyées et tamisées. Les poudres obtenues sont pesées et utilisées pour la préparation des extraits aqueux qui seront testés dans nos expériences (Figure 05).



**Figure 05 : Les étapes de préparation des plantes (Original, 2021).**

### 2.2. Autre matériel

Le matériel est représenté en Annexe.

### 3. Préparation des extraits aqueux

Le procédé d'extraction utilisé dans notre expérimentation est la macération aqueuse qui consiste à maintenir la poudre des organes des plantes en contact avec l'eau à une température ambiante pendant un laps de temps afin de libérer les molécules actives existantes dans la plante (Djellout, 2009).

Pour cela trois quantités (5, 10, 15g) de poudre des deux plantes ont été préparées et sont mises séparément en suspension avec 125ml d'eau distillée dans des flacons hermétiquement fermé et parfaitement enveloppé par du papier aluminium. Ces derniers sont ensuite placés sous un agitateur vertical pendant 72h (Figure 06).

Après ce temps, les extraits sont filtrés à l'aide du papier filtre dans des bouteilles en verre stérile de 125ml, entièrement couverte par du papier aluminium afin d'éviter toute dégradation des molécules actives par la lumière. Ces derniers sont ensuite conservés au réfrigérateur à 4°C jusqu'au moment de son utilisation.



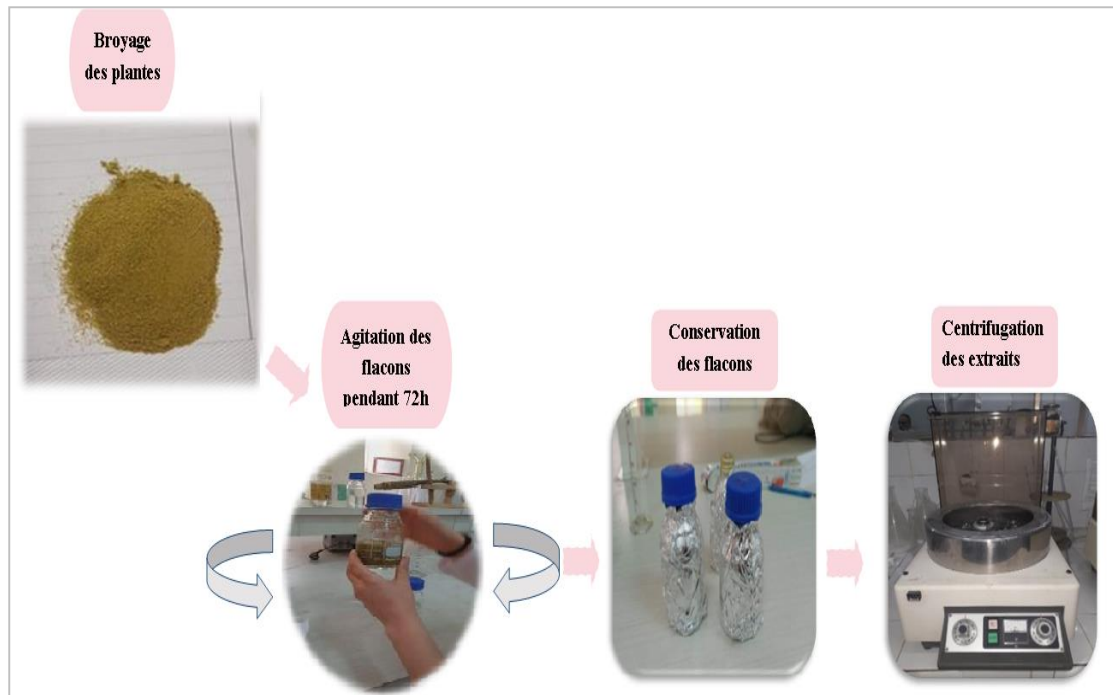


Figure 06 : Extraction aqueuse à partir des plantes (original, 2021).

#### 4. Le prélèvement des échantillons de sol

Le groupe zoologique utilisé dans notre essai est représenté par les nématodes à kystes du genre *Globodera*. Le sol infesté a été prélevé dans une parcelle de pomme de terre à la wilaya d'OUED SOUF. Les prélèvements de sol ont été réalisés à l'aide d'une pioche autour de la rhizosphère des plants à la profondeur de 30 à 40 cm.

Le sol a été conservé pendant 2 ans dans le laboratoire Zoologie.

#### 5. Extraction des kystes de *Globodera* du sol

Pour extraire les kystes des échantillons, la méthode de FENWICK (1940) est adoptée. Le principe de technique repose sur la flottaison des Kystes (Densité des kystes par rapport à la densité de l'eau). Un kyste plein et humide possède une densité supérieure à 1,08. Par contre, un kyste sec a une densité inférieure à 1. De ce fait, les Kystes pleins et humides se précipitent (sédimentent) rapidement alors que les secs flottent en surface de l'eau. Ce qui facilite la récupération des kystes, d'où l'intérêt du séchage préalable du sol (Nakachian et Jacquemont, 1971). L'extraction des kystes consiste à faire passer le sol séché à travers une passoire à petites mailles (1 mm) à

l'intérieur du corps de l'appareil à l'aide d'un jet d'eau. Les particules fines passent alors que les grosses sont retenues. Les kystes flottant en surface de l'eau sont entraînés dans une gouttière, puis s'écoulent sur le tamis de 250  $\mu$  m. Ce qui reste sur le tamis est récupéré dans des boîtes de Pétri en utilisant une pissette d'eau et des pinceaux sous loupe binoculaire. (Figure 07-08)



**Figure 07 : Méthode d'extraction des nématodes à kyste appareil Fenwick (Fenwick, 1940).**



Figure 08 : Etape d'extraction des kystes (Fenwick, 1940)

### 6. Préparation des broyats Racinaires de la pomme de terre

Nous mettons les racines de la pomme de terre dans de l'eau minérale et nous les écrasons avec le bras mixeur (Figure 09).



Figure 09 : Racines de pomme de terre (Original, 2021).

### 7. L'obtention des larves (L2) de *Globodera*

Cette opération consiste par mettre les kystes dans des salières remplies d'eau distillée ou dans des tamis en plastiques placés dans des boîtes de Pétri immergés dans de l'eau distillée avec le broyat des racinaires de la pomme de terre. Les dispositifs sont ensuite mis à une température comprise entre 20 et 28°C (Étuve). Le contrôle des éclosions des œufs des kystes se déroule quotidiennement sous loupe binoculaire (G x40). Les larves (J2) de *Globodera* fraîchement éclos sont récupérées dans des salières pour les essais. Pour les tests in vitro, nous avons compté et réparti les larves de *Globodera* en des lots de 10 larves (L2) par puits de microplaque de culture cellulaire renfermant 12 puits avec de 0,5 µl d'eau (Figure 10).

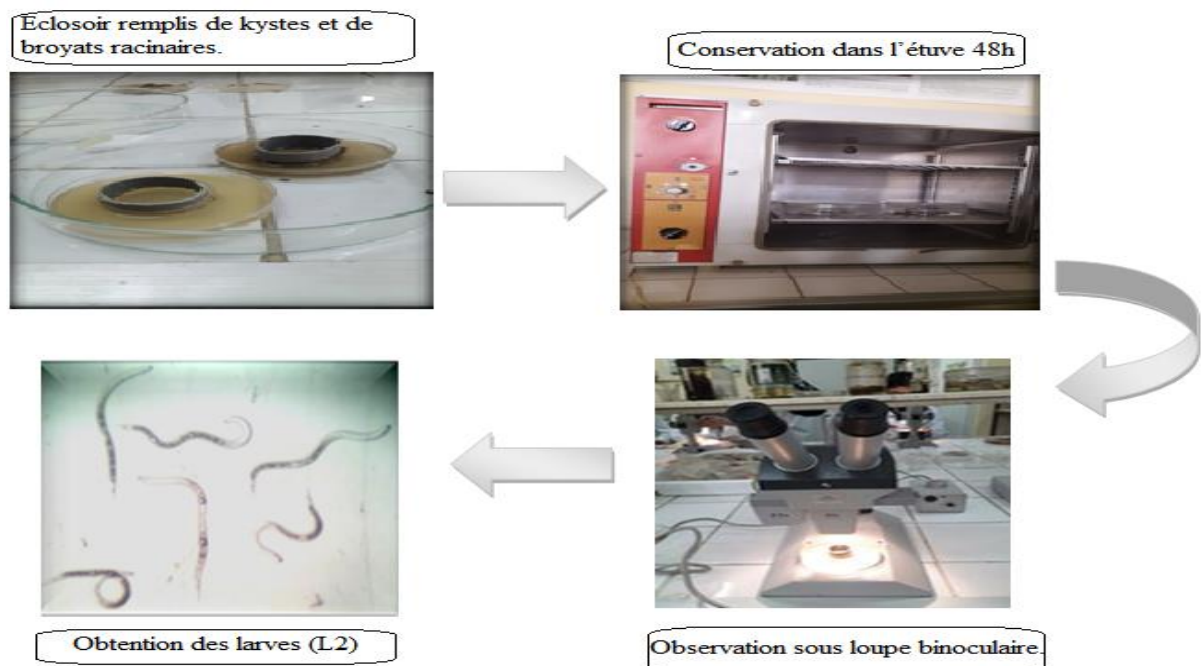


Figure 10 : Etapes d'obtention des larves (Original, 2021).

### 8. Tests biologiques :

Tous les traitements à base des plantes préparés ont servi pour les tests biologiques.

Les tests sont effectués dans des puits de microplaque de culture cellulaire renfermant 12 puits, chaque puits contient de 0,5 cc d'eau distillée additionnée de (10) larves du deuxième stade préalablement comptées. Les différents traitements aux extraits aqueux et leurs concentration (05, 10,15 g/ml) sont alors ajoutés à la suspension de larves à raison de 1 ml chacun (Agbenin et *al.*, 2005). Pour comparer l'efficacité des traitements, nous avons préparé des témoins à l'eau distillée.

L'effet toxique des différents traitements est évalué après un temps d'immersion de 24, 48 et 72 heures. Chaque traitement est répété trois fois (Figure 11).

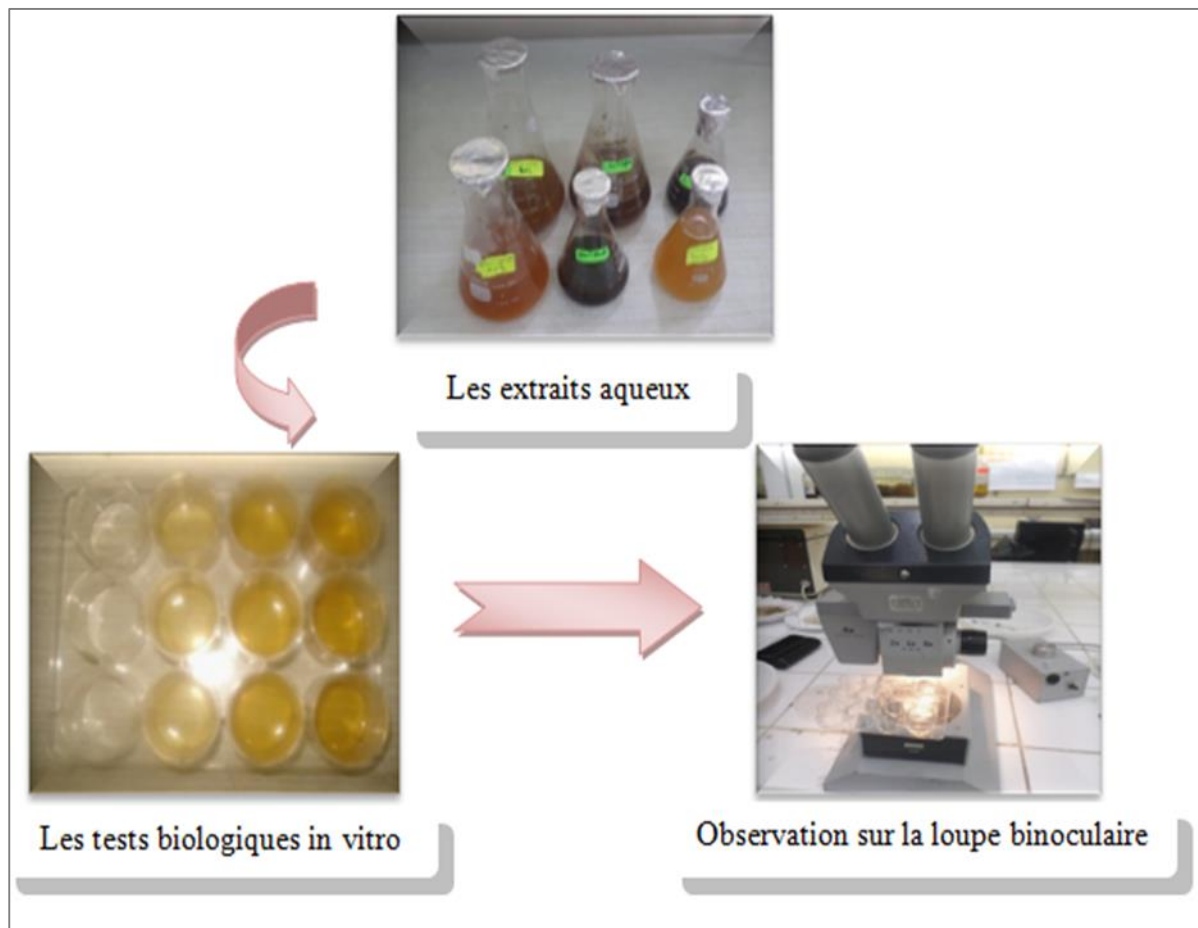


Figure 11 : Le mode opératoire des tests nématocides *in vitro* (Original, 2021).



Après préparation des extraits nous n'avons pas pu obtenir des larves de *Globodera*, pour cela et afin de prouver l'efficacité des extraits de plantes sur les larves (L2) nous avons pris en considération les résultats précédents effectués par Dr Nebih-Hadj Sadok à savoir ceux de l'Armoise : *Artemisia absinthium*, *Artemisia herba-alba* et ceux de *Lantana camara* et *Urginea maritima*.

### 9. Analyse des données :

#### 9.1. Estimation de la mortalité corrigée :

Les taux de mortalité ont été traités par la formule d'Abott (Abott, 1925), qui donne les valeurs corrigées de la mortalité en fonction des mortalités des échantillons traités et du témoin. Cette correction permet d'exclure le biais dû à la mortalité naturelle observée dans nos conditions expérimentales.

Le pourcentage de mortalité larvaire :

$$\% \text{ Moralité Larvaire} = \frac{\text{Nombre de larves mortes}}{\text{Nombre total de larves}} \times 100$$

#### 9.1. Estimation des populations résiduelles :

L'évaluation de l'effet toxique des traitements biologiques ont été estimée par la comparaison des populations résiduelles (P.R) selon le test de DUNNET (Megali, 2009).

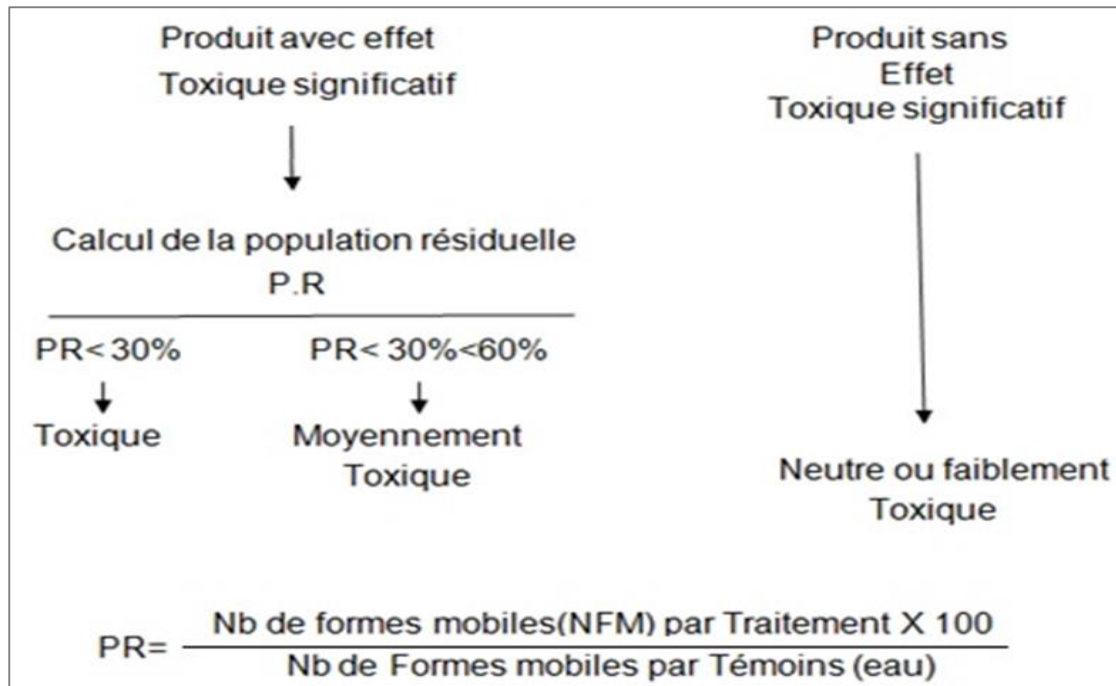


Figure 12 : Le test de DUNNET.

### 9.3. Analyse de la variance :

La présentation des résultats sur l'efficacité des différents traitements testés sous forme de tableaux ou graphiques sur les pourcentages des larves non vivantes ou morts afin d'évaluer leur potentiel toxique vis-à-vis des nématodes *Globodera spp.* L'opération se réalise avec le logiciel EXCEL. Les analyses statistiques s'effectuent avec les logiciels SYSTAT version 1.2, SPSS 2009). Les données brutes sont soumises à une analyse de la variance (GLM), Les valeurs de p inférieures à 0.05 sont considérées comme significatives.

## *Chapitre III*

### *Résultats et discussion*



**1. Résultats de l'extraction des kystes :**

Après utilisation de la méthode de Fenwick et récupération des kystes de tamis dans des boîtes pétri en utilisant une pissette d'eau et des pinceaux sous loupe binoculaire

Et après identification par **Dr Nebih Hadj Sadok** nous avons confirmé que ce sont des kystes de genre *Globodera*.



**Figure :** Nématode à kyste de genre *Globodera* (Original, 2021).

Dans cette partie nous avons exploité les résultats d'un article de la Revue *Agrobiologia* (2019) 9(1) : 1234-1241

L'article scientifique est intitulé : Toxicité des extraits de plantes sur les larves (L2) du nématode à kyste de la pomme de terre *Globodera spp.* (NEMATODA, HETERODERIDAE) de NEBIH HADJ-SADOK Dhaouya1\* et CHARIF Faiza.

Des tests *in vitro* de 4 plantes médicinales ont été testés sur les juvéniles L2 des nématodes à kystes de la pomme de terre *Globodera spp.*

Les plantes utilisées :

*Urginea maritima*, *Artemisia absinthium* et *Lantana camara* qui ont été collecté de la région sub-humide de Blida Alors qu'*Artemisia herba-alba* provient de la région saharienne d'El Oued.

### 1. Toxicité comparée des traitements à base d'Armoise

Les résultats obtenus révèlent que les traitements utilisés à base des espèces d'Armoise se sont montrés toxiques vis à vis des larves (L2) de *Globodera spp.* En comparaison avec le témoin eau distillée (Figure 13 et 14).

Toutefois le degré de toxicité varie selon le type de solution, la concentration de l'extrait et la durée d'immersion.

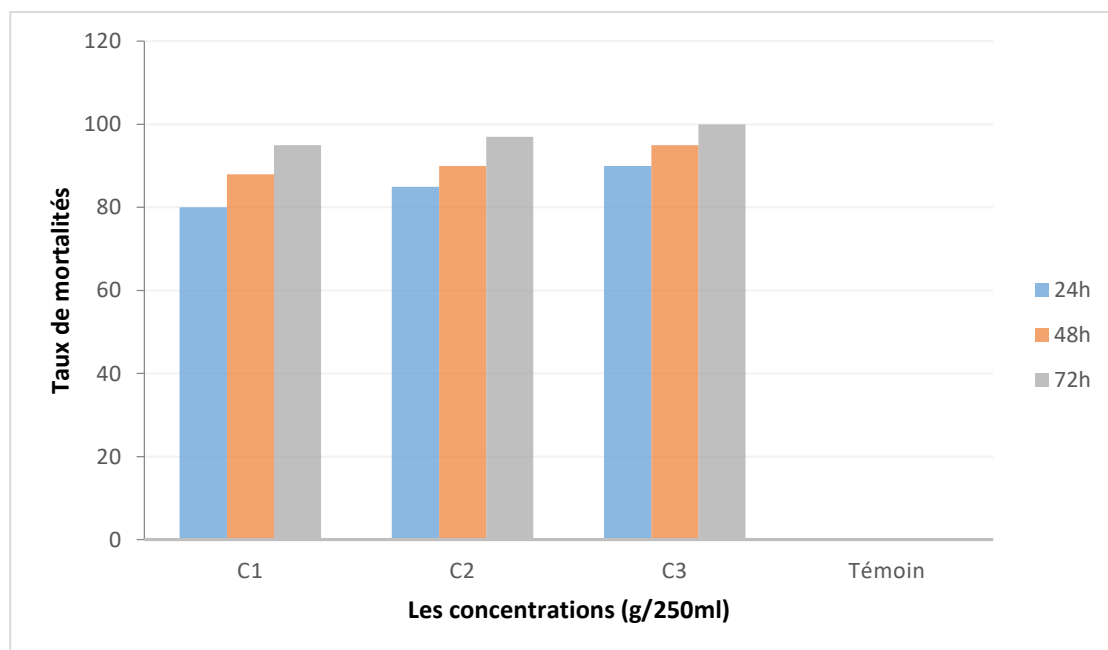


Figure 13 : Toxicité de traitement à base d'*Artemisia absinthium*.

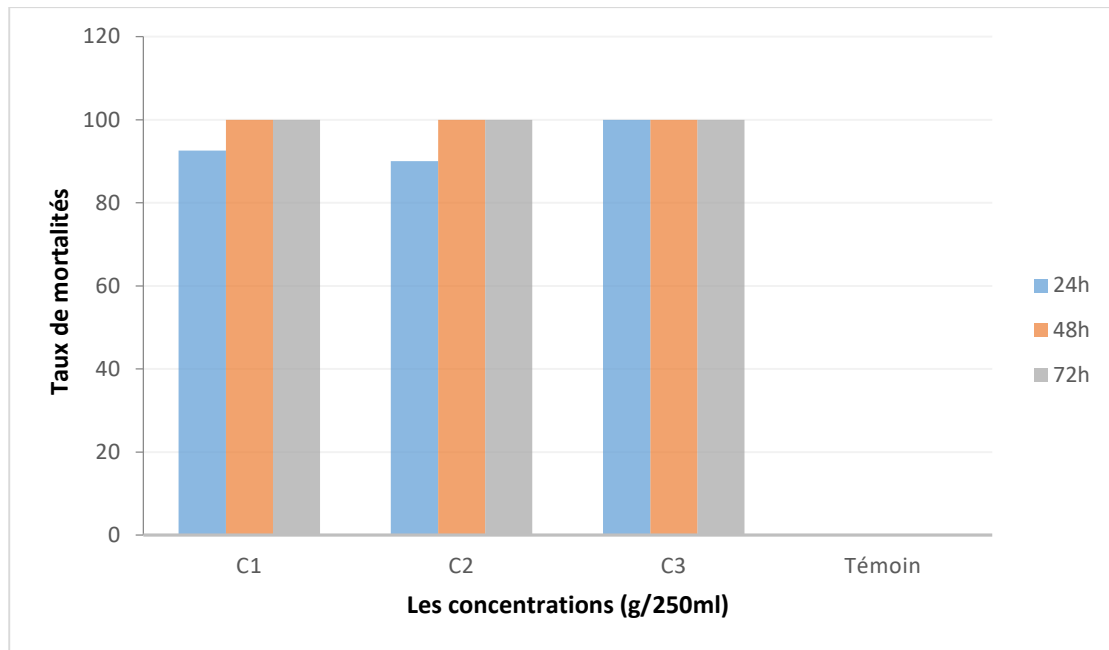


Figure 14 : Toxicité de traitement à base d'*Artemisia herba alba*.

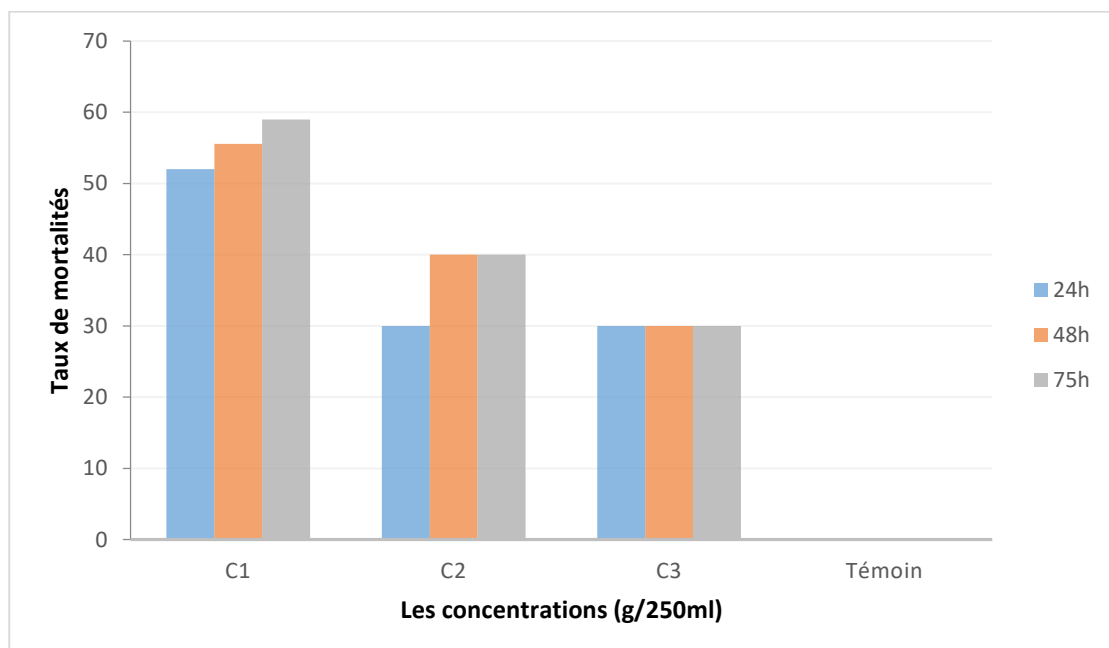


Figure 15 : Toxicité da traitement à base de l'hydrolat d'*A. herba alba*.

L'effet biocide s'avère plus important dans les extraits aqueux des deux espèces d'Armoises par rapport à l'hydrolat d'*A. herba alba* (Figure 15).

Pour ce type de traitement «Hydrolat *A. herba alba*», les taux moyens de mortalité de *Globodera spp* enregistrés sont inversement proportionnels aux concentrations testées. Il s'avère que la dose C1 (10g) est plus toxique. Elle a occasionné plus de

(50%) de mortalité dès les premières 24h. Ces taux ont augmenté sensiblement pour atteindre 55,56% et 59,26% respectivement après 48 et 72h. Alors que pour les concentrations élevées C2 et C3 (20 et 30g) la mortalité est faible quel que soit le temps d'immersion elle ne dépasse pas les 40%.

En ce qui concerne la toxicité des extraits aqueux des deux espèces d'armoises, nous avons enregistré un effet biocide plus élevé pour *A. herba alba* par rapport à *A. absinthium*. En effet, pour l'armoise blanche nous avons constaté 100% de mortalité des (L2) de *Globodera spp.* Après 24 et 48h d'immersion pour toutes les concentrations testées (C1, C2 et C3).

L'effet toxique est très rapide dès les premières heures d'exposition (24h) pour les extraits à faible dose (10 et 20 g). Les taux de mortalité sont de 92,59%.

Quant à l'armoise absinthe, sa toxicité est aussi importante que l'espèce su-citée. Néanmoins, le nombre de survivant a été signalé dans toutes les concentrations quelque soit le temps d'exposition à l'exception pour la dose C3 (30g) après 72 heures avec 100% mortalité.

### **2. Toxicité des extraits aqueux du bulbe d'*Urginea maritima***

Comparé au témoin ou la mortalité est nulle, les extraits aqueux d'*U. maritima* ont dévoilé un effet toxique inversement proportionnel aux doses testées. Il s'avère que la faible dose C1 a présenté un effet biocide plus important dès les 24h d'exposition des larves (L2) de *Globodera spp.* Nous avons enregistré une mortalité de 70%, ce taux a accédé les 78% après 72h. Cependant, pour les doses élevées la toxicité diminue sensiblement particulièrement pour la C3 (30 g). Après 24h, la létalité des larves est inférieure à 50%, elle a augmenté après 72h pour atteindre 63% (Figure 16).

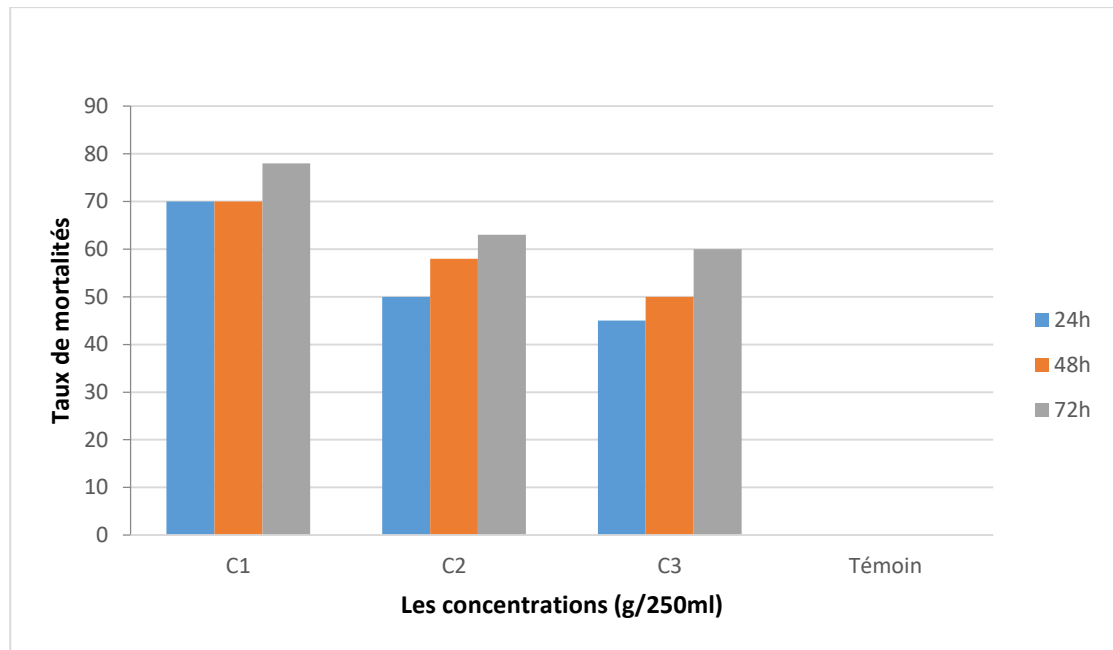


Figure 16 : Taux de mortalité à base d'*Urginea maritima*.

### 3. Toxicité des extraits aqueux des feuilles de *Lantana camara*

Les résultats dévoilent que les extraits de *L. camara* quel que soit la concentration testées après 72h d'exposition ont présenté un effet toxique élevé sur les larves L2. Les taux de mortalité oscillent entre 81 et 92,59%.

Par ailleurs nous notons que l'activité biocide de ces extraits est importante même à faible dose (C1) dès les 1ères heures d'immersion (24h). Le taux de mortalité obtenu dépasse les 50% (Figure 17).

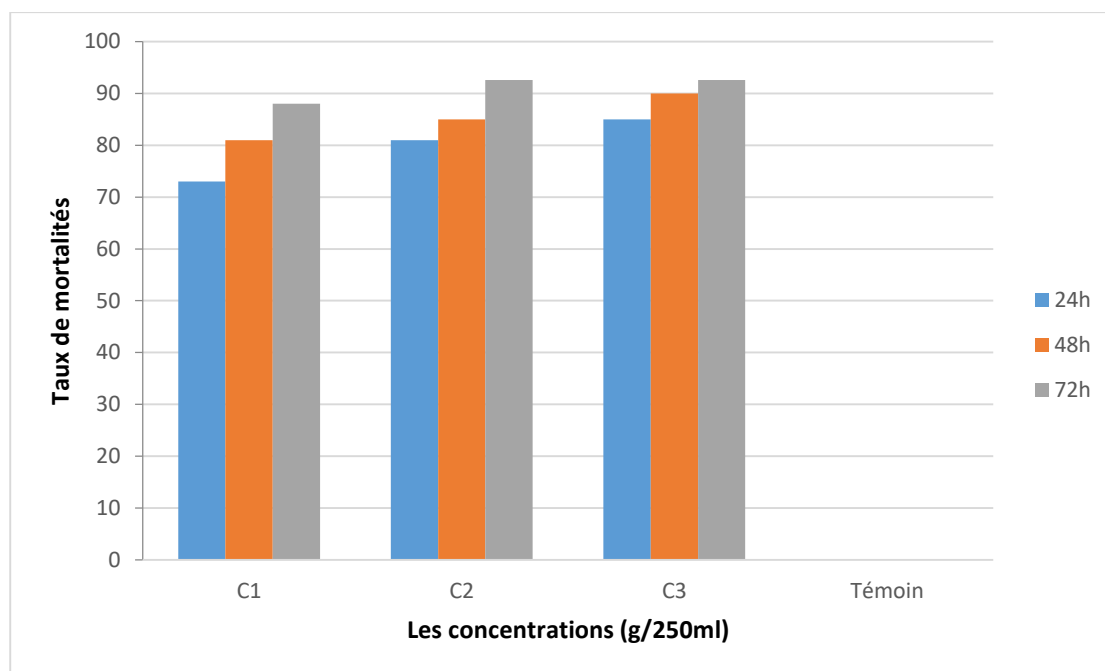


Figure 17 : Toxicité des traitements à base de *Lantana camara*.

#### 4. Analyse comparative des traitements à base d'Armoise

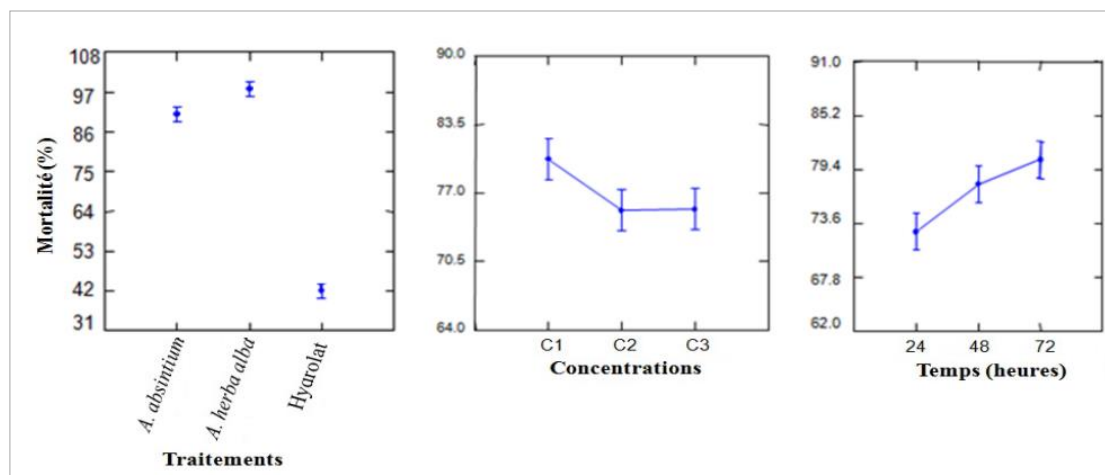
L'analyse de la variance modèle G.L.M. (tableau III) a montré que la toxicité des traitements à base d'Armoise varie d'une manière très significative dans le temps ( $p=0,022$  ;  $p<0,05$ ) et selon le type de traitement ( $p=0,000$  ;  $p<0,05$ ). Alors que la différence est non significative en fonction des doses testées ( $p=0,141$  ;  $p>0,05$ ).

Tableau III : Model G.L.M. appliqué au pouvoir nématocide des traitements à base d'Armoises.

Source	Sommes des carrés	d.I.I	Carrés moyens	F. ratio	P (valeur)
Traitements	50.458.296	2	25.229.148	241,623	0,000***
Doses	420.667	2	210.333	2,014	0,141 NS
Temps	838.296	2	419.148	4,014	0,022*
Erreur	7.726.741	74	104.415		

N.S. : Non significative, \* : Significative à 5 %, \*\* : Significative à 1%,

\*\*\* : Significative à 0.1 %.



**Figure 18 : Variation de la toxicité des extraits aqueux des deux armoises  
C1: 10g; C2: 20g ; C3: 30g/250ml.**

### 5. Analyse comparative de l'activité biocide des traitements testés :

L'analyse de la variance G.L.M (tableau III) a révélé que la toxicité varie d'une manière très hautement significative selon le type de traitement ( $p=0,000$  ;  $p < 0,05$ ) et le temps ( $p=0,000$  ;  $p < 0,05$ ). Alors que pour les doses testées la différence est significative ( $p=0,049$  ;  $p < 0,05$ ).

La figure 19, relative aux différents traitements a dévoilé l'effet toxique des traitements sur les larves de *Globodera*. L'activité biocide des extraits aqueux des quatre plantes s'avère plus importante que l'hydrolat. Les extraits aqueux des deux espèces d'armoise ont dévoilé une toxicité presque comparable, néanmoins *A. herba alba* a exposé un effet nocif plus élevé.

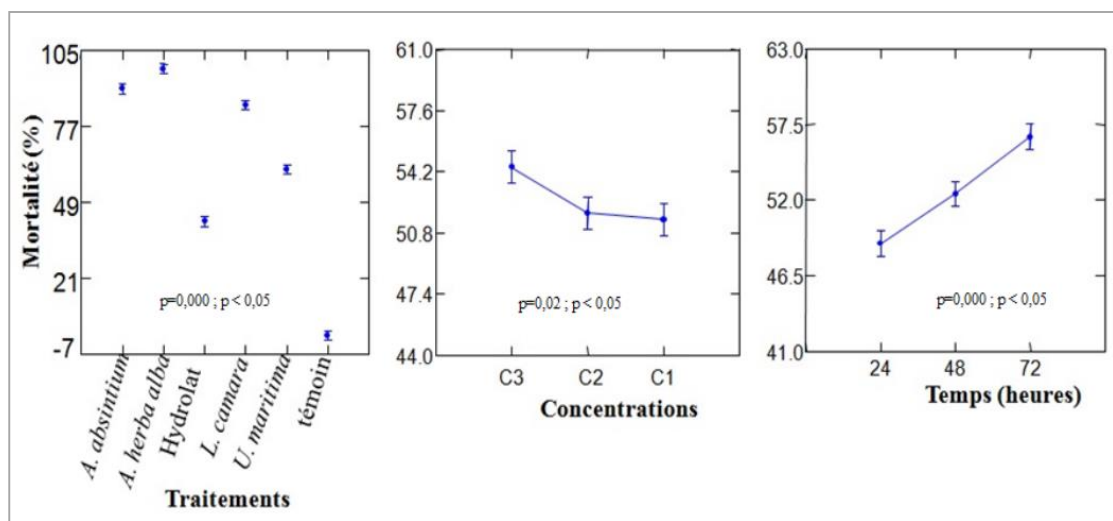
L'effet toxique des extraits de *L. camara* est aussi important par rapport à ceux du bulbe d'*U. maritima*.

**Tableau III :** Analyse de variance model G.L.M. appliqué au pouvoir nématocide des différents traitements :

Source	Somme des carrés	d.I.I	Carré moyens	F-ratio	P (valeur)
Traitement	257.122.626	8	32.140.328	474,567	0,000***
Doses	414.848	2	207.424	3,063	0,049*
Temps	2.646.033	2	1.223.016	18,058	0,000***
Erreur	15.576.897	230	67.726		

N.S. : Non significative, \* : Significative à 5 %, \*\* : Significative à 1%,

\*\*\* : Significative à 0.1 %.



**Figure 19 : Toxicité comparée des traitements testés**

**C1: 10g; C2: 20g ; C3: 30g/250ml.**



### Discussion

Les plantes et leurs métabolites secondaires sont une source importante de molécules pour le développement de nouveaux biopesticides.

Actuellement, les extraits des plantes commencent à avoir un intérêt très promoteur comme une source potentielle de molécules naturelles bioactives. Ils ont fait l'objet de plusieurs études pour leur éventuelle utilisation comme alternative aux traitements chimiques (insecticides, bactéricides, nématocides et fongicides) (Yakhlef, 2010).

Plusieurs auteurs ont mis en évidence la présence de molécules actives telles que les composés phénoliques efficace dans la lutte contre les nématodes (Siddiqui et Alam, 1988) et (Faouzi, 2002).

Les résultats obtenus ont montré que les extraits aqueux de quatre espèces végétales présentent une activité nématocide. Effet biocide *in vitro* des extraits de plantes sur *Globodera spp* a été rapporté par les travaux de (Maistrello et al., 2013) et de (Renco et al., 2012).

L'activité des extraits aqueux des plantes dépend d'une manière significative des concentrations testées et du temps d'exposition des larves (L2) de *Globodera spp*. Ce résultat rejoint les travaux de (Nebih-Hadj- Sadok et al., 2014), (El badri et al., 2012) et (Ploeg, 2000).

La toxicité comparée des traitements a révélé pour ceux à base d'Armoise (extraits aqueux des feuilles d'*A. herba alba* et *A. absinthium* et l'hydrolat d'*A. herba alba*) une activité biocide plus importante des extraits d'*A. herba alba* et d'*A. absinthium* par rapport à l'hydrolat d'*A. herba alba*.

L'effet toxique des extraits de *L. camara* se classe en troisième position suivi par ceux du bulbe d'*U. maritima*.

Selon Addabbo et al. (2013) les larves de *Globodera rostochiensis* sont fortement affectées par les plus faibles concentrations de l'artémisinine et de deux composés phénoliques (acide caféique, l'acide chlorogénique) extraites de l'*Artemisia annua*.

L'activité nématocide de *Lantana camara* est due à ces composés chimiques, notamment le Pomolique, le lantanolique, et les acides lantoliques. Ces composés ont

montré une mortalité de 100% sur les larves de *M. incognita* après 24 h (Siddiqui et *al.*, 2008) et (Srivastava et *al.*, 2006).

Par ailleurs, la nocuité d'*U. maritima* et de l'hydrolat d'*A. herba-alba* est inversement proportionnelle aux concentrations testées.

La réponse toxicologique des larves (L2) de *Globodera spp* aux différents traitements peut être attribuée d'une part à ces caractéristiques morpho-anatomique en relation avec la perméabilité de la cuticule (Davies et curtis, 2011) et (Yeats et *al.*, 1993) et d'autre part aux différentes propriétés chimiques des composés des plantes (Addabbo et *al.*, 2013).



# *Conclusion*

## Conclusion

---

Les nématodes à kystes de la pomme de terre sont représentés par deux espèces *Globodera pallida* et *Globodera rostochiensis* qui sont des ravageurs endoparasites et sédentaires importants de la culture de pomme de terre.

Les dommages occasionnés par ses nématodes phytophages montrent souvent des symptômes qui se confondent avec des perturbations d'ordre physiologique.

Par conséquent, le développement des futures biopesticides d'origine végétal, est une méthode plus saine et écologique pour la protection des plantes et les cultures maraîchères.

Les résultats ont montré que les différents extraits de plantes utilisées avec les différentes concentrations se sont révélés qualitativement et quantitativement actifs sur les nématodes à kystes se traduisant par une augmentation de la mortalité des larves du deuxième stade en fonction de l'augmentation du temps de traitement.

Il est à noter que la toxicité d'*A. herba alba*, *A. absinthium* et *L. camara* est plus importante.

Ces plantes ouvrent la voie à la possibilité de leur utilisation dans le cadre d'un programme de lutte intégrée. Des recherches restent à développer, principalement sur les formulations, les modes d'application et sur la stabilité de ces composés dans le sol, afin de développer des bio-nématicides conformes aux attentes des producteurs.

Pour contribuer à la protection de cette culture nous recommandons :

Une connaissance parfaite de ces nématodes à kystes pour établir une stratégie de lutte notamment leurs répartition et les facteurs qui déterminent leurs développement.

Les agriculteurs doivent être soutenus pour pouvoir améliorer leurs connaissances et leurs compétences par des campagnes de sensibilisation régulières.

Il faut aussi créer une collaboration entre les services agricoles, agriculteurs et chercheurs pour mettre en place une stratégie de lutte appropriée.

En perspective, il est primordial de comparer une étude sur ces nématodes dans les deux systèmes de culture ; intensif et traditionnel pour mieux connaître le développement des espèces de ce genre de nématode.

## *Conclusion*

---

Enfin, ces données pourraient constituer des éléments de base pour mieux protéger et prévenir la culture de la pomme de terre contre ces parasites de quarantaine dans tout le territoire national.



## *Références bibliographiques*

## Références bibliographiques

---

- Abbes K., Harbi A. & Chermiti B., 2012.** The tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) in Tunisia: current status and management strategies. Bull. OEPP/EPPO Bull., 42(2), 226-233.
- ACIA (Agence Canadienne D'inspection des Aliments), 2011.** Nématode à kyste de la pomme de terre, Nématode doré (*Globodera rostochiensis*), Nématode à kystes pâles (*Globodera pallida*), [En ligne], URL : <http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/pestrava/gloros/tech/glorosf.shtml>.
- ACIA, 2019- Agence Canadienne d'Inspection des Aliments (2012).** Nématode à kystes pâles – *Globodera pallida* (online) <http://www.inspection.gc.ca/vegetaux/phytoravageurspecies-envahissantes/nematodes-autres/nematode-a-kystespales/fra/1337002354425/1337002587229>.
- Addabbo T., Carbonara T., Argentieri M.P., Radicci V., Leonetti P., Villanova L. and Avato P. (2013).** Nematicidal potencial of *Artemisia annua* and its main metabolites. *Eur J Plant Pathol* 137: 295-304.
- Adoutte, A., Balavoine, G., Lartillot, N., Rosa, R. 1999-** Animal evolution: the end of the intermediate taxa? *Trends Genet.* 15:104-108.
- Afouda L. et al., 2012.** Effet de l'hyptis (*Hyptis suaveolens*), du neem (*Azadirachta indica*), du vernonia (*Vernonia amygdalina*) et de l'amarante (*Amaranthus sp.*) sur les nématodes à galles (*Meloidogyne spp.*) en cultures maraichères. *Agron. Afr.*, 24(3), 209-218.
- Agbenin N.O., Emechebe A.M., Marley P.S. and Akpa A.D. (2005).** Evaluation of nematicidal action of some botanicals on *Meloidogyne incognita* *in vivo* and *in vitro*. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 106: 29–39.
- Aguinaldo, A.M., Turbeville, J.M., Linford, L.S., Rivera, M.C., Garey, J.R., Raff, R.A., Lake, J.A, 1997-** Evidence for a clade of nematodes, arthropods and other moulting animals. *Nature.* 387:489-493.
- Alloy J.P., 2009-** La filière pomme de terre en Champagne- Ardenne. *Agreste Chmpagne- Ardenne N° 9.* Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche.

## Références bibliographiques

---

- ANONYME., 2011.** Profil de la culture de la pomme de terre au Canada, Programme de réduction des risques liés aux pesticides. Centre de la lutte antiparasitaire ; Agriculture et Agroalimentaire. Canada. 63
- Anonyme (2017).** La production de la pomme de terre en Algérie. <http://www.aps.dz/economie/75803> (consulté le 04/06/2019).
- Arakawa T., Yu, J. et Langridge W. H., 1999-** Food plant-delivered cholera toxin B subunit for vaccination and immuno tolerization, Pp. 161-178 In Chemicals via Higher Plant Bioengineering. Springer US.
- Asare-Bediako E., Addo-Quaye A.A. & Mohammed A., 2010.** Control of diamondbackmoth (*Plutellaxylostella*) on cabbage (*Brassica oleracea var capitata*) using intercropping with non-host crops. Am. J. Food Technol., 5(4), 269-274.
- Baldwin K. H., 2006-** Rotation des cultures dans les exploitations biologiques. Ed. CEEC (Centr for Enviromental Farming Système), 18p.
- Bird A. F. et Brisbane P.G., 1988-**The influence of *Pasteuria penetrans* in fieldsoilon the reproduction of root-knot nematodes. Revue Nématol. 11(1), 75-81.
- Blanchard A., 2006.** Identification, polymorphisme et évolution moléculaire de gènes du pouvoir pathogène chez le nématode à kyste de la pomme de terre *Globodera pallida* (Doctoral dissertation, Université Rennes 1).
- Blaxter M. 1998.** *Caenorhabditis elegans* a Nematode. Science 282:2041-2046
- Boucher A.C. (2013).** Caractérisation de La structure génétique des populations québécoises du nématode doré (*Globodera rostochiensis*) et développement d'exsudats racinaires de pomme de terre. Mém. en M.Sc., Univ.de Sherbrooke, 72p.
- Bradshaw J., 2007-** Breeding Potato as a Major Staple Crop. Dans M. KANG, P. PRIYADARSHAN, Breeding Major Food Staples, 1ère éd., Blackwell Publishing, Iowa, p. 277-332.



## Références bibliographiques

---

- Braga R., Labrada R., Fornasari L. et Fratini N., 2001**-Des alternatives aubromure de methyle pour la fumigation du sol. Manuel de formation pour les vulgarisations et les paysans. Unite Energie et Action de l'ozone. Programme des Nations Unies pour l'environnement. *Organisation des Nations Unies pour l'agriculture et l'alimentation. Rome*, pp. 59-60.
- Brodie B. B., 1999**- Classical and molecular approaches for managing nematodes affecting potato. *Canadian journal of plant pathology*, 21(3), 222-230.
- Brown S. M., Kepner J. L. et Smart G. C., 1985**- Increased crop yields following application of *Bacillus penetrans* to field plots infested with *Meloidogyne incognita*. *Soil Biology and Biochemistry*, 17(4), 483-486.
- Burns R., 2009**- Plant pathology: Techniques and protocols. Ed. Human apress, N.Y.USA, 321p.
- Cadet P., Debouzie D.** Evolution spatio-temporelle d'un peuplement de nématodes parasites de la canne à sucre. *Rev Nématol* 1990.
- Cayrol J. C., Djian-Caporalino C., ET Panchaud-Mattei, E., 1992**- La lutte biologique contre les Nématodes phytoparasites. *COURRIER DE LA CELLULE ENVIRONNEMENT INRA*, 17(17), 31-44.
- Chauvin L., Caromel B., Kerlan M. C., Rulliat E., Fournet S., Chauvin J. É. Et Mugniéry D., 2008**- La lutte contre les nématodes à kyste de la pomme de terre *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*. *Cahiers Agricultures*, 17(4), 368-374.
- Chitwood D.J. (2002)**. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annual Review of Phytopathology*, 40: 221-249.
- Davies K.G., and Curtis R.H.C. (2011)**. Cuticle surface coat of plant-parasitic nematodes. *Annual Review of Phytopathology*, 49: 135–156.
- Djellout H. (2009)**. Evaluation de pouvoir antibactérien de quatre plantes spontanées. Thèse. Ing. Phytopathol. Univ. Blida, 60p.

## *Références bibliographiques*

---

- Dorris M, De Ley P, Blaxter ML. 1999.** Molecular analysis of nematode diversity and the evolution of parasitism. *Parasitol Today*. 15:188-193.
- DSA d'Ain Defla, 2012.** Données statistiques. Document interne non publiés.
- DSA d'Ain Defla, 2016.** Données statistiques. Document interne non publiés.
- Dufour R., Guereña M., et Earles R., 2003-** Alternative nematode control–Pest management technical note. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA). NCAT Agriculture Specialists, Fayetteville, AR. [http://attra.ncat.org/attra-pub/nematode.html# B](http://attra.ncat.org/attra-pub/nematode.html#B).
- Estioko RV, Reyes IT.** Population dynamics of plant-parasitic nematodes associated with sugar cane in Negros Occidental in relation to soil type and weather pattern. *Proc Philippine Sugar Technol Ass* 1984 ; 31 : 235-52.
- FAO STAT, 2007-** <http://www.potato2008.org/fr/monde/index.html>.
- FAO, 2008-** Année internationale de la pomme de terre: Eclairage sur un trésor enfoui. Compte rendu de fin d'année. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture, Rome, ISBN : 978-92-5-306142-7, 148 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization), 2012-** Les principaux producteurs et consommateurs de pomme de terre dans le monde. FAOSTAT.
- Faouzi A. (2002).** Etude sur l'utilisation des nématicides et la persistance du fenamiphos sur la culture de tomate sous serre dans la région de Souss Massa. Mémoire de fin d'étude IAVH. Agadir, 55 p.
- Franco J., 1987-** Nématodes à kyste de la pomme de terre; *Globodera spp.* *Bulletin d'information Technique 9. Centre International de la Pomme de terra, Lima Pérou.*
- FRECKMAN D.W. and CASWELL K. P., 1985** - The ecology of nematodes in agro ecosystems. *Ann. Rev. Phytopath.* 23, pp: 275-296
- Fuller V.L., Lilley C.J. et Urwin P.E., 2008-** Nematode resistance. *New Phytologist*, 180 (1), 27-44

## Références bibliographiques

---

- Godoy G., Rodriguez-Kabana R., et Morgan-Jones G., 1983-** Fungal parasites of *Meloidogyne arenaria* eggs in an Alabama soil. Amycological survey and green house studies. *Nematropica*, 13(2), 201-213.
- Gowen S. R. et Ahmed R., 1990-** *Pasteuria penetrans* for control of pathogenic nematodes. *Aspects of Applied Biology*, (24), 25-32.
- Gowen S. R., et Tzortzakakis E., 1994-** Biological control of *Meloidogyne spp.* With *Pasteuria penetrans*. *EPPPO Bulletin*, 24(2), 495-500.
- Guet G., 2003-** Mémento d'agriculture biologique: guide pratique à usage professionnel. France Agricole Editions. France, pp. 189-192.
- Germani G. ; Diem, H.G. et Dommergues, Y.R., 1980 -** Influence of 1-2 dibromo-3-chloropropane fumigation on nematode population, mycorrhizal infection, N<sub>2</sub> fixation and field-growgroundnut. *Rev. Nématol.*, 3, pp 75-78.
- Germani G., 1981 –** Pathogenicity of the nematode *Scutellonema cavenessi* on peanut and soybean. *Revue de Nématologie*, 4, pp 203-208.
- Germani, G. ; André, G. & Memy, G., 1982 –** L'analyse factorielle des correspondances appliquée à l'influence de deux nématodes sur la croissance de l'arachide et sa fixation symbiotique de l'azote. *Rev. Nématol.*, 5, pp 161-168.
- Greco N., 1981 -** Hatching of *Heterodera carotae* and *H. avenae*. *Nematologica*, 27, pp 366-371.
- Graham, C.W., 1980 –** The effects of rainfall and soil type on the population dynamics of cereal cyst-nematode (*Heterodera avenae*) on springbarley (*Hordeum vulgare*) and springoats (*Avenasativa*). *Ann. Appl. Bio.*, 94, pp 243-253.
- Hugot JP, Baujard P, Morand S. 2001.** Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview. *Nematol.* 3:199-208.
- IWANAGA, M., PELOQUIN, S. J., 1982.** Origin and evolution of cultivated tetraploid potatoes via 2n gametes Theoretical 18. I. 1982, Volume 61, Issue 2, pp 161-169.

## Références bibliographiques

---

- James B. et al., 2010.** Gestion intégrée des nuisibles en production maraichère : guide pour les agents de vulgarisation en Afrique de l'Ouest. Ibadan, Nigéria: IITA.
- Jatala P., Kaltenbach R., et Bocangel M., 1979-** Biological-control of *Meloidogyne-incognita acrita* and *Globodera pallida* on potatoes. *Journal of Nematology* (Vol. 11, No. 4, pp. 303-303).
- Kanda M., Akpavi S. & Wala K., 2014.** Diversité des espèces cultivées et contraintes à la production en agriculture maraichère au Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 8(1), 115- 127.
- Kevan DKM. 1965.** The soilfauna-its nature and biology. P.33-51 in:Ecology of soil-borne plant pathogens. Baker KF and Snyder WC, Eds. University of California Press. Berkley.
- Le Saulx R, Quénéhervé P.** Preliminary bioassay screening of ten salt barriers against *Meloidogyne incognita* for tomato plant-protection. *Nematropica* 1997 ; 26 : 285.
- Maistrello L., Vaccari G. and Sasanelli N. (2013).** Nematicidal effect of chestnut tannin solutions on the carrot cyst nematode *Heterodera carotae* Jones. Future IPM in Europe. 19-21 March, Book of Abstracts. 166
- McSorley R., 1999-** Host suitability of potential covercrops for root-knot nematodes. *Journal of Nematology*, 31(4S), 619.
- Mugniery D., 1975-** Importance des dégâts provoqués par les nématodes à kyste de la pomme de terre : *Globodera pallida* et *Globodera rostochienisis* (Wooll). *Ext. Pro. Agro. France*, pp. 636-644.
- Mugniery D., 1982-** Influence de l'hôte sur le développement et l'expression du sexe chez un nématode phytoparasite à déterminisme sexuel epigenique, *Globodera pallida* Stone. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie des Sciences. Serie 3* : 49-52. *Sciences de la Vie*

## *Références bibliographiques*

---

**Mugniery D., Phillips M. S., Rumpfenhorst H. J., Stone A. R., Treur, A. et Trudgill, D. L., 1989-** Assessment of partial resistance of potato to, and pathotype and virulence differences in, potato cyst nematodes. *EPPO bulletin*, 19(1), 7-25.

**Nebih-Hadj- Sadok D., Hadroug S. et Taoussi F. (2014).** Activite nématocide *in vitro* des extraits aqueux des plantes médicinales « *Artemisia campestris*, *Ziziphus lotus*, *Datura stramonium* et *Urginea maritima* » sur des larves de *Meloidogyne*, AFPP – dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier, France

**Ntalli N.G. and Caboni P. (2012).** Botanical nematicides: A review. *J. Agric. Food Chem.*, 60:9929-9940.

**OSWALDO, T., 2010** Hommage à la pomme de terre. Polycopie Information et communication agricoles. Haute école de santé suisse 11p.

**Overman A. J., 1964-** The effect of temperature and flooding on nematode survival in fallow and sandy soil. *Soil Crop Science Society Proceedings*, 24, 141-149.

**Ploeg A. T. (1999).** Green house studies on the effect of marigolds (*Tagetes spp.*) on four *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology*, 31(1), 62.

**POITRINEAU A., 2001.** Les Solanacées. In UNIVERSALLIS 6.

**Quénéhervé P., 1988 -** Population of nematodes in soil under banana CV. Poyo in the Ivory Coast. 2. Influence of soil texture, pH and organic matter on nematode populations. *Revue nématol.*, 11, pp 245-251.

**Raski D.J., 1950-** The life history and morphology of the sugar-beet nematode, *Heterodera schachtii* Schmidt. *Phytopathology*, 40(2), 135-152

## *Références bibliographiques*

---

- Renčo M., Sasanelli N., Papajova I. and Maistrello L. (2012).** Nematicidal effect of chestnut tannin solutions on the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* (Woll.). Behrens. Helminthologia, 49: 108-114.
- Rhoades H. L., 1982-** Effect of temperature on survival of *Meloidogyne incognita* in flooded and fallow muck soil. Nematropica, 12(1), 33-37.
- RIGA E., PERRY R.N. et BARRETT J., 1996** – electrophysiological analysis of the response of males of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* to their female sex pheromones and to potato root diffusate. Nematologica., vol. 42, pp.493-498
- ROUSSELLE, P., ROUSSELLE, BOUR-GEOIS., ELLISSECHE, D, 1992** .La pomme de terre in Amélioration des espèces végétales cultivées. INRA, Paris, 504 p.
- ROUSSELLE P., ROBERT Y et CROSNIER J.C., 1996.** La pomme de terre production, amélioration, ennemis et maladies, utilisation. INRA, Paris, 607 p.
- Scholte K., 2000-** Screening of non-tuber bearing Solanaceae for resistance to and induction of juvenile hatch of potato cyst nematodes and their potential for trapcropping. Annals of Applied Biology, 136 (3), 239-246.
- Skarbilovich, T.S., 1959-** On the structure of the systematics of nematode, order Tylenchida Thorne, 1949. Acta Parasitologica Polonica 7, 117-132.
- Siddiqui M.A. et Alam M.M. (1988).** Control of parasite nematode by *Taget tenuifolia*. Rev Nematology, 11(3):12-19.
- Siddiqi B.S., Begum S., Zehra S. Q., Fayyaz S. and Ramzan M. (2008).** Pentacyclic triterpenoids from the aerial parts of *Lantana camara* and their nematicidal activity. Chem. Biodiversity, 5:1856–1866.
- Srivastava M., Kapoor A., Sharma S., Siddiqi N.U. and Aslam M. (2006).** Microbial active triterpene from *Lantana camara*. Biosci. Biotechnol. Res. Asia, 3:505–507.
- Stirling G. R., 1991-** Biological control of plant parasitic nematodes: progress, problems and prospects (No. QL386. S84 1991). Wallingford: CAB International.

## *Références bibliographiques*

---

**STONE A.R., 1972** – *Heterodera pallida* N. Sp. (Nematoda:Heteroderidae), a Second Species of Potato Cyst Nematode . Nematologica., vol. 18, N°: 04, pp.591-606

**Turner, S. J., 1996**- Population decline of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis*, *Globodera pallida*) in fieldsoils in Northern Ireland. Annals of Applied Biology, 129 (2): 315-322.

**Turner, S.J., Evans, K., 1998**- The origins, global distribution and biology of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* (Woll.) and *Globodera pallida* Stone). Dans Potato cyst nematodes biology, distribution and control, R.J. Marks et B.B. Brodie, éd. (Royaume Uni: CAB International), pp. 7-26.

**WALLACE H.R., 1963** - The movement of Nematodes in relation to some physical properties of soil. In <og'ess in Soil Zoology>, Butt. §ci. Publ. (Lond.), 328-333

**Williamson V. M. et Kumar A., 2006**- Nematode resistance in plants: the battle underground. TRENDS in Genetics, 22(7), 396-403.

**Yakhlef G. (2010)**. Etude de l'activité biologiques de feuilles de *Thymus vulgaris* et *Laurus nobilis*. Thès. Mag. Univ. Batna. 110p

**Yeats G.W., Bongers T., De Goede R.G.M., Freckman D.W. and Georgieva S.S. (1993)**. Feeding habits in soil nematode families and genera for soil ecologists. *Journal of Nematology*, 25:315–331

# *ANNEXES*



# ANNEXES

## Matériels de routine utilisés :



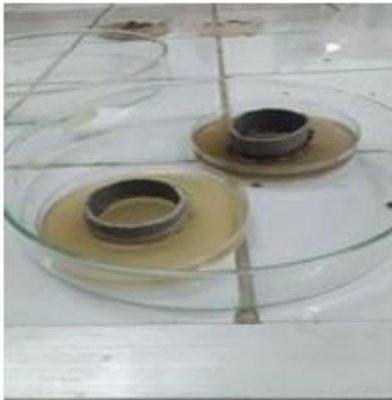
Loupe binoculaire



Centrifugeuse



Boites pétri



Eclosoir



Papier filtre



Flacons

## Revue

Agrobiologia www.agro  
biologia.net ISSN(Print):  
2170-1652  
e-ISSN(Online):2507-7627



## TOXICITÉ DES EXTRAITS DE PLANTES SUR LES LARVES (L2) DU NÉMATODE À KYSTES DE LA POMME TERRE *GLOBODERA SPP.* (NEMATODA, HETERODERIDAE)

NEBIHHADJ-SADOK Dhaouya<sup>1</sup>\* et CHARIFFaiza<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Blida 1, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, département des Biotechnologies, B.P. 270, route des soumaa, Blida, Algérie

Reçue le 16/04/2019, Révisé le 03/06/2019, Accepté le 08/06/2019

### Résumé

**Description du sujet:** Les nématodes à kystes du genre *Globodera* sont inféodés aux solanacées et en particulier la pomme de terre, sont inscrits sur la liste des maladies de quarantaine. La lutte chimique est la méthode la plus utilisée contre ces parasites. Le développement de biopesticides, notamment d'origine végétale peuvent être des alternatives aux moyens chimiques très onéreux et qui polluent l'environnement.

**Objectifs :** Cette étude vise à évaluer la toxicité *in vitro* des extraits aqueux des feuilles de quatre plantes "*Artemisia herba-alba*, *Artemisia absinthium*, *Lantana camara* et *Urginiamaritima*" sur les larves (L2) de *Globodera spp.*

**Méthodes :** Les larves des nématodes ont été exposées pendant 24, 48 et 72 heures à trois doses (10, 20 et 30 g matière sèche / 250ml) de chaque extrait aqueux des plantes testées.

**Résultats :** Les résultats ont montré que les traitements testés sont actifs sur les larves de *Globodera spp.* L'effet biocide des extraits est proportionnel au temps d'exposition des larves (L2). Les taux de mortalité les plus élevés sont enregistrés pour l'extrait aqueux des deux espèces de (*A. herba-alba* et *A. absinthium*) leur action est comparable (95%). L'effet toxique des extraits de *L. camara* occupe la troisième position, suivi de ceux du bulbe de *U. maritima*, tandis que l'hydrolat de *A. herba-alba* a dévoilé une faible toxicité (45%).

**Conclusion :** Ces résultats semblent très prometteurs. Ils ont démontré l'efficacité des extraits aqueux des espèces végétales testées.

**Mots clés:** Activité nématocide, extraits aqueux, *Globodera spp.*, *in vitro*, plantes médicinales

## TOXICITY OF PLANT EXTRACTS ON LARVAE (L2) OF POTATO CYST NEMATODE *GLOBODERA SPP.* (NEMATODA, HETERODERIDAE)

### Abstract

**Description of the subject:** Cyst nematodes of the genus *Globodera* develop on Solanaceae, especially potato. They are on the list of quarantine diseases. Chemical control is the most used method against these pests. The development of biopesticides, especially of plant origin, can be an alternative to the very expensive chemical means that pollute the environment.

**Objectives:** This study aims to evaluate the *in vitro* toxicity of aqueous leaf extracts of four plants "*Artemisia herba-alba*, *Artemisia absinthium*, *Lantana camara* and *Urginiamaritima*" on larvae (L2) of *Globodera spp.*

**Methods:** The larvae of the nematodes were exposed for 24, 48 and 72 hours at three doses (10, 20 and 30 g dry matter / 250ml) of each aqueous extract of the plants tested.

**Results:** The results indicated that the treatments tested are active on *Globodera* larvae. The biocidal effect of the extracts is proportional to the time of exposure of the larvae (L2). The most important mortality rates are recorded for the aqueous extract of the two species of (*A. herba-alba* and *A. absinthium*) their action is almost similar (95%). In addition, *A. herba-alba*'s biocidal activity appears on the larvae of *Globodera* (100%) in the early hours (24 hours). The toxic effect of the extracts of *L. camara* is in third position followed by those of the bulb of *U. maritima*, while hydrolate of *A. herba-alba* revealed low toxicity (45%).

**Conclusion:** These results seem very promising. They demonstrated the efficacy of aqueous extracts of plants species tested.

**Keywords:** Nematicide activity, Aqueous extracts, *Globodera spp.*, *in vitro*, Medicinal plants