

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE BLIDA 1**

**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE**

**DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES**

Projet de fin d'Etudes en vue d'obtention  
du diplôme de Master II en science de la nature et de la vie

**Spécialité : Phytopharmacie Appliquée**

## **Thème**

*Evaluation de la toxicité des extraits de plantes sur les  
nématodes à kystes du Genre Globodera  
(Nematoda, Heteroderidae)*

**Présenté par : CHARIF Faiza**

**Devant le jury composé de :**

Mr MAHDJOUBI .D

M.A.A

U.B.1

Président

Mme NEBIH.D

M.C.B.

U.B.1

Promotrice

Mme OUANIGHI.H

M.A.A.

U.B.1

Examinatrice

**ANNEE UNIVERSITAIRE : 2014/2015**

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à mon  
Très chère père Abdélkader qui m'a toujours soutenu, et qu'a  
été toujours présent pour moi*

*A la plus chère au monde, ma mère Rahouadja qui a toujours  
m'encouragé durant mes études*

*A mon fiancé Youcef*

*A mes soeurs houria ,samira Meriem*

*A mes frères nadir, raouf, farouk*

*A toutes mes amies et surtout  
Ratiba, Hassiba, Assia et houria*

*A toute personne qui me connaît*

Faiza  
Faiza



# *Remerciements*

*Louange à DIEU, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux de m'avoir aidé à finir ce modeste travail de recherche.*

*Merci infiniment à mon encadreur **Mme NEBIH Dhaouya** qui a dirigé ce travail et veillé à ce qu'il soit mené à terme. Je tiens surtout à vous remercier pour vos conseils qui m'ont été de grande utilité.*

*Merci aux membres du jury **Mme OUANIGHI** et **Mr MAHDJOUBI** pour leur présence nécessaire et utile au sein du jury.*

*Je remercie aussi tous mes collègues de la promotion **2014-2015** et les étudiants de master II et je leurs souhaite beaucoup de réussite.*



## SOMMAIRE

Introduction

### CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

I.1. Synthèse bibliographique sur le nématode à kyste de la pomme de terre <i>Globodera spp.</i> .....	4
I.1.1. Généralités .....	4
I.1.2. Position systématique des nématodes à kyste .....	5
I.1.3. Caractéristiques morphologiques .....	5
I.1.4. La biologie de <i>Globodera spp.</i> : .....	7
I.1.5. Répartition géographique .....	8
I.1.6. Relation plante de pommes de terre - nématodes à kystes .....	10
I.1.7. Symptômes et Dégâts des nématodes à kystes de la pomme de terre (NKPT) .....	11
I.1.8. Les méthodes de lutte contre les nématodes à kyste .....	13
I.1.8.1. Lutte culturale .....	13
I.1.8.2. La solarisation du sol .....	14
I.1.8.3. La lutte biologique .....	14
I.1.8.4. Lutte génétique .....	16
I.1.8.5. La lutte chimique .....	17
I.2. Synthèse bibliographiques sur les plantes testées .....	18
I.2.1. Présentation <i>Artemisia herba alba</i> (Asso, 1979) .....	18
I.2.2. Présentation <i>Artemisia absinthium</i> L(1753) .....	20
I.2.3. Présentation <i>Urginea maritima</i> L(1978) .....	23
I.2.4. Présentation <i>Lantana Camara</i> L (1753) .....	25
I.2.5. Importance des plantes testées .....	28
<b>Chapitre II : Matériel et Méthodes</b>	
II.1. L'objectif .....	31
II.2. Les méthodologies .....	31
II.2.1 Matériel végétal .....	31

II.2.2. Préparation des extraits aqueux .....	31
II.2.3. Origine de l'hydrolat .....	33
II.2.4. La préparation des pH.....	33
II.2.5. Les prélèvements des échantillons .....	33
II.2.6. Les méthodes d'extraction les larves de <i>Globodera</i> .....	33
II.2.6.1. Extraction les larves de <i>Globodera</i> du sol .....	34
II.2.6.1.1. Le matériel utilisé.....	34
II.2.6.1.2. Le protocole d'extraction .....	34
II.2.6.1.3. La purification des nématodes par passage actif.....	36
II.2.6.2. Extraction des kystes de <i>Globodera</i> du sol.....	36
II.2.6.2.1. Matériels utilisés .....	37
II.2.6.2.2. Le protocole d'extraction des kystes du sol .....	39
II.2.6.3. L'obtention des larves (L2) de <i>Globodera</i> .....	39
II.2.7. Tests biologiques .....	40
II.2.8. Analyse des données.....	41
II.2.8.1. Estimation de la mortalité corrigée .....	41
II.2.9. Estimation des populations résiduelles.....	41
II.2.10. Analyse de la variance .....	42

### **Chapitre III: Résultats et Discussion**

III.1. Evaluation de la toxicité des plantes testées sur les nématodes du genre <i>Globodera spp</i> .....	44
III.1.1. Toxicité des extraits aqueux des feuilles des deux espèces d'armoise .....	44
III.1.2. Toxicité de l'hydrolat des feuilles d' <i>Artemisia herba alba</i> .....	45
III.1.3. Toxicité comparée des traitements à base d'armoise .....	46
III.1.4. Toxicité des extraits aqueux du bulbe d' <i>Urginea maritima</i> .....	47
III.1.5. Toxicité des extraits aqueux des feuilles de <i>Lantana camara</i> .....	48
III.1.6. Analyse comparative de l'activité biocide des traitements testés .....	49
III.1.7. Évolution temporelle des populations résiduelles du <i>Globodera spp</i> . En fonction des traitements et des doses .....	50
<b>Discussion.....</b>	<b>52</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>57</b>
<b>Référence Bibliographique .....</b>	<b>59</b>

*Globodera*

تقييم سمية المستخلصات النباتية على الديدان الخيطية

(*Nematoda* - *Heteroderidae*)

يركز عملنا على دراسة مخبرية للتأثير السمي للمستخلصات المائية الأربعة لنبت طبية على يرقات الديدان الثعبانية لجذور البطاطس أو نيماتودا البطاطس المتحوصلة , حيث أظهرت النتائج أن العلاجات المختبرة لها نشاط تضادي للديدان البطاطس *Globodera* , و ه ه الاخيرة تتناسب مع وقت التعرض لليرقات .

المستخلص المائي لنبات *A. herba-alba* سمية على اليرقات منذ الأولى يمائه *A. Absinthium* بعد ذلك *L. camara* يليها المستخلص المائي *U. maritima* والآخر *l'hydrolat* .

مضرة *U. maritima* و *d'A. herba-alba* و *l'hydrolat* تناسب عكسيا مع التراكيز المختبرة , التركيز الضعيف ( 40 / ) الأكثر سمية على اليرقات نيماتودا البطاطس *Globodera* .

DUNNET ( *Absinthium* و *d'A. herba-alba* ) *Lantana* سامة على اليرقات

*Globodera* و *U. maritima* و *d'A. herba-alba* أعطت سمية تقريبا ضعيفة .

الكلمات المفتاحية : نشاط ضد الديدان الخيطية , و نيماتودا البطاطس المتحوصلة *Globodera* , *Hydrolat* , نباتات طبية .

## Evaluation de la toxicité des extraits de plantes sur les nématodes à kystes du Genre *Globodera* (*Nematoda* *\_Heteroderidae*)

### Résumé

Notre travail a porté sur l'étude *in vitro* de l'effet nématocides des extraits aqueux des plantes médicinales (*Artemisia herba-alba*, *Artemisia absinthium*, *Lantana camara* et du bulbe d'*Urginia maritima*) ainsi que l'hydrolat d'*Artemisia herba-alba* sur les juvéniles (L2) des nématodes à kystes de la pomme de terre *Globodera*. Les résultats montrent que les traitements testés sont actifs sur les nématodes du genre *Globodera*. L'effet biocide de ces derniers est proportionnel au temps d'exposition des larves (12) *Globodera*. Les taux de mortalité les plus importants sont enregistrés pour l'extrait aqueux des deux espèces d'armoise (*A. herba-alba* et *A. absinthium*) leur action est presque similaire. Par ailleurs l'activité biocide d'*A. herba-alba* apparait dès les premières heures (24h) sur les larves de *Globodera*. L'effet toxique des extraits de *L. camara* se classe en troisième position suivi par ceux du bulbe d'*U. maritima*, alors que l'hydrolat de l'armoise blanche se range en fin de liste. La nocuité d'*U. maritima* et de l'hydrolat d'*A. herba-alba* est inversement proportionnelle aux concentrations testées. La faible dose C1 (40g/l) est plus toxique pour les larves de *Globodera*. D'après le test de DUNNET, les deux espèces d'armoise et *Lantana* sont rangés comme étant toxique sur les larves de *Globodera*. Alors l'hydrolat d'*A. Herba alba* et l'extrait du bulbe d'*U. maritima* sont classé en général dans l'intervalle moyennent à faiblement toxique.

**Mots clés:** Activité nématocide, Extraits aqueux, *Globodera spp*, Hydrolat, Plante médicinales

## Evaluation of the toxicity of the extracts of plants on nematodes with cysts of the Kind Genre *Globodera* (Nematoda \_Heteroderidae)

### Summary

Our work concerned the in vitro study of the effect nématocides aqueous extracts of healing plants (*Artemisia herba-alba*, *absinthium Artemisia*, *Lantana camara* and of the bulb of *Urginia maritima*) as well as Artemisia's hydrolat herba-alba on young (L2) of nématodes with cysts of the potato *Globodera*. The results show that the tested treatments are active on nématodes *Globodera*. The effect biocide of the latter is proportional in the time of exhibition of larvas (L2) *Globodera*. The most important mortality rates are registered for the aqueous extract of both sorts of artemisia (In. Herba-alba and Has. *Absinthium*) their action is almost similar. Besides the biocide activity of *A. herba-alba* appears dice the first hours (24 h) on the larvas of *Globodera*. The toxic effect of the extracts of *L. Camara* follow-up by those of the bulb of *U. maritima* is classified in the third position, while the hydrolat of the white *artemisia* lines up at the end of list. The nocuité of *U. maritima* and of the hydrolat of In. Herba-alba is inversely proportional to the tested concentrations. Low measure C1 (40g / l) is more toxic for the larvas of *Globodera*. According to the test of DUNNET, both species of *artemisia* and *Lantana* are tidied up as being toxic on the larvas of *Globodera*. Then the hydrolat of In. *Herba alba* and extract of the bulb of *U. maritima* are generally classified meanwhile average in weakly toxic.

**Key words:** activity nématocide, aqueous Extracts, *Globodera spp*, Hydrolat, Plant medicinal

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1 :</b> Nématodes à kyste : Femelles et kystes sur des racines de pomme de terre (Franco ,1987). .....	4
<b>Figure 2 :</b> des Kystes et femelle de <i>Globodera</i> spp (Morgan, 2012)Et les kystes rempli (Blancard ,2013 ). .....	6
<b>Figure 3 :</b> Morphologie de Larve (L2) de <i>Globodera</i> spp avec stylet partie en saillie (Hanny, 2013) .....	6
<b>Figure 4 :</b> Le cycle de vie des nématodes à kystes de la pomme de terre.....	8
<b>Figure 5:</b> La Répartition géographique des nématodes à kystes dans le monde (Anonyme, 2013)... ..	9
<b>Figure 6 :</b> Zone dépressive en parcelle fortement contaminée par des nématodes à kystes (Bonsak, 2014).....	12
<b>Figure 7:</b> Dégâts (Piqûres de nématodes sur tubercules) (Mugniery, 2010) .....	
Et sur jeunes racines (l'INRA, 2013) .....	13
<b>Figure 8 :</b> Plante piège <i>Solanum sisymbriifolium</i> (Anonyme,2014).....	14
<b>Figure 9:</b> <i>Artemisia herba Alba</i> (Bouldjadj, 2009).....	19
<b>Figure10:</b> <i>Artemisia absinthium L</i> (Shultz, 2006) .....	20
<b>Figure11:</b> La florescence d' <i>Artemisia absinthium</i> (Jacon, 2010) .....	21
<b>Figure 12 :</b> <i>Urginea maritima</i> (Valentino, 2015) .....	23
<b>Figure 13:</b> Aspect morphologique d' <i>Urginea maritima</i> (Moro, 2004).....	25
<b>Figure 14:</b> Aspect morphologique de <i>Lantana camara</i> (Colvillea, 2010).....	27
<b>Figure 15 :</b> Les étapes de préparation des plantes (original, 2015) .....	31
<b>Figure 16:</b> Extraction aqueuse à partir des plantes (original, 2015) .....	32
<b>Figure 17:</b> Matériels utilisés pour la méthode des seaux (Original, 2015).....	34
Figure 18: Méthode d'extraction des nématodes de Genre <i>Globodera</i> (méthode des seaux) (DALMASSO, 1966) .....	35
<b>Figure 19:</b> Le Passage actif de <i>Globodera</i> sp. (Original, 2015) .....	36
<b>Figure 20:</b> Matériels utilisés pour la méthode de Fenwick (Original, 2015).....	37
<b>Figure 21:</b> Les étapes d'extraction des kystes (original,2015) .....	38
<b>Figure 22 :</b> Présentation les étapes de l'éclosion des kystes (Original, 2015).....	39
<b>Figure 23 :</b> Le mode opératoire des tests nématocides in vitro (Original, 2015) .....	40
<b>Figure 24 :</b> Variation de la toxicité des extraits aqueux <i>Artemisia absinthium</i> (A) et <i>Artemisia herba alba</i> (B) .....	47

<b>Figure 25</b> :Variation de la toxicité de l’hydrolat selon des doses .....	46
<b>Figure 26</b> :.Toxicité comparée des espèces d’armoises ( <i>d’A.herba- alba et A.absinthium et hydrolat d’A.herba- alba</i> .....	47
<b>Figure 27</b> : Variation de la toxicité des extraits aqueux du bulbe <i>d’Urginea maritim</i>	47
<b>Figure 28</b> : Variation de la toxicité des extraits aqueux de <i>Lantana.Camara</i> .....	48
<b>Figure 29</b> : Toxicité comparée des extraits aqueux des traitements testés sur <i>Globodera spp</i> Ab) <i>Artemisia herba-alba</i> Ar) : <i>Artemisia absinthium</i> ; Hyd ) d’ <i>Artemisia herba-alba</i> ; Lan) <i>Lantana camara</i> ;Ur) <i>U.maritima</i> ).....	50
<b>Figure 30</b> :Variation des populations résiduelles en fonction des traitements et des dose Ab : <i>Artemisia herba-alba</i> , Ar : <i>Artemisia absinthium</i> ;Hyd : hydrolat <i>Artemisia herba-alba</i> ; Lan : <i>Lantana camara</i> ;Ur : <i>Urginea maritima</i> .....	51

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : Valeur des PH des extraits et hydrolat testés .....	33
<b>Tableau 2</b> : Model G.L.M. appliqué au pouvoir nématocide des traitements d'armoise en fonction du temps d'exposition et des doses utilisées.....	46
<b>Tableau 3</b> : Model G.L.M. appliqué au pouvoir nématocide des traitements utilisés en fonction du temps et des doses utilisées .....	49

# INTRODUCTION

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 : tomate, poivron, maïs, tabac ... puis dans la deuxième moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle, les colons vont la cultiver pour leur usage, car les algériens y sont réticents malgré les disettes successives. C'est la dernière grande famine des années 30/40 qui viendra à bout de cette opposition (Meziane, 1991).

La culture de la pomme de terre est une production agricole majeure à travers le monde. Elle se hisse au quatrième rang en importance, après le maïs, le blé et le riz. Originnaire d'Amérique du Sud, elle est cultivée depuis plus de 2000 ans (Anonyme, 2005). Cette plante a été introduite en Europe au cours du dernier quart du 16<sup>e</sup> siècle. (Hawkes, 1978).

La pomme de terre est devenue une des principales cultures destinées à la consommation domestique et en 2006 la production a atteint le chiffre record de 2,18 millions de tonnes. La superficie cultivée est de 100 000 ha. Elle peut être plantée et récoltée dans n'importe quelle région, en fonction des saisons. La consommation annuelle, qui était de 35 kg/par habitant en 1990, est passée à 57 kg en 2005 (Anonyme, 2007). Ainsi entre 1990-2006 la production a plus que doublée (Anonyme, 2006).

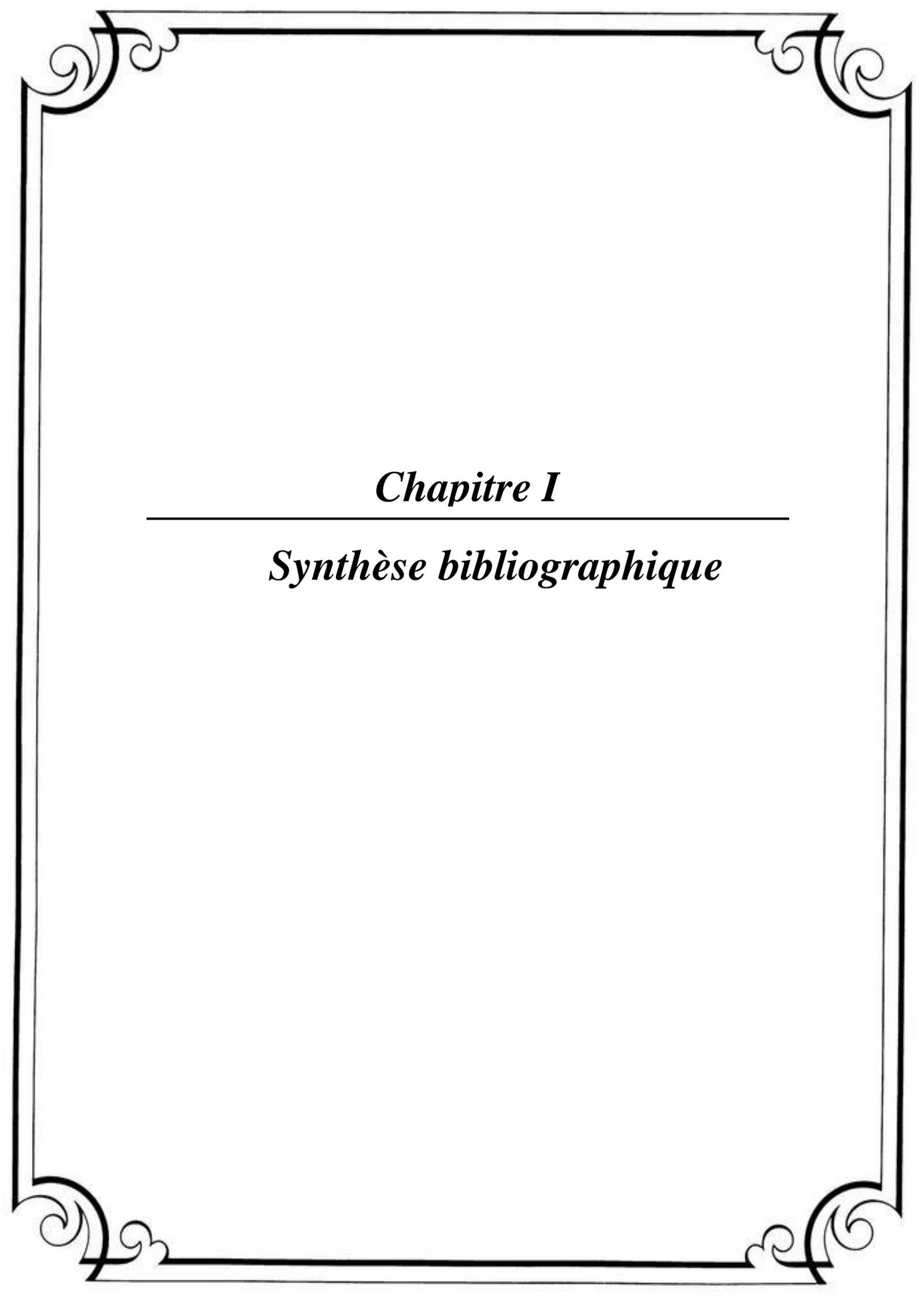
La culture de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) est sujette à de nombreux pathogènes et ravageurs, notamment des insectes, des acariens, des champignons, des bactéries, des virus et des nématodes (Bradshaw, 2007). Le nématode à kyste de la pomme de terre (NKPT). Ils sont des nématodes endoparasites obligatoires de certaines plantes de la famille des *Solanaceae*, dont trois d'intérêt commercial, la pomme de terre, la tomate et l'aubergine (Whitehead, 1997 et Anonyme, 2012a). À l'échelle mondiale, ils sont les nématodes qui causent les plus importantes pertes économiques sur les cultures de la pomme de terre (Turner, 1996). Selon le niveau d'infestation, les nématodes à kystes de la pomme de terre peuvent réduire les rendements de la pomme de terre jusqu' à 100 % (Brodie et Mai, 1989). Pour cette raison, et parce qu'il est largement disséminé, il est considéré comme un organisme

de quarantaine et il est régi par des réglementations strictes au niveau international (Boucher, 2013).

L'utilisation de substances chimiques est actuellement la méthode de lutte la plus utilisée. Néanmoins, face à l'interdiction des fumigants nématicides en 2009 du fait de leur toxicité pour l'environnement et la santé humaines, il est urgent de proposer des méthodes de lutte alternatives. Certaines relevant de pratiques culturales ou d'interventions techniques existent mais ne semblent pas être suffisamment efficaces.

Actuellement, les méthodes de lutte les plus prometteuses reposent sur l'utilisation de variétés résistantes et la protection biologique suffisamment efficaces et qui peuvent assurer un contrôle durable des populations de nématodes (Blanchard, 2006).

Les extraits aqueux des plantes commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules naturelles bioactives. Ils font l'objet d'étude pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour les traitements chimiques et pour la protection de l'environnement. Dans ce but nous avons établi ce travail préliminaire qui vise à faire valoir *in vitro* les potentialités nématicides de quatre plantes médicinales *Artemisia absinthium*, *Artemisia herba-alba*, *Lantana camara*, *Urginea maritima* vis-à-vis des larves (L2) du genre *Globodera*.



*Chapitre I*

---

*Synthèse bibliographique*

## I.1. Synthèse bibliographique sur le nématode à kyste de la pomme de terre *Globodera spp.*

### I.1.1. Généralités

Les nématodes à kyste de la pomme de terre (*Globodera pallida* et *G. rostochiensis*) sont des parasites obligatoires spécifiques des Solanées et de la pomme de terre en particulier. Originaires des Andes et notamment du Pérou (Picard *et al.*, 2004), ils ont été largement disséminés via la diffusion de la culture de pomme de terre et sont aujourd'hui présents sur tous les continents (Fig.1). Protégées à l'intérieur d'un kyste, forme de conservation de ces parasites, les larves peuvent survivre dans le sol une dizaine d'années en l'absence de plante hôte (Wright et Perry, 2006). Cette forme de conservation leur donne un avantage dispersif en particulier via les échanges commerciaux, les outils agricoles ou tout autre moyen physique de transport. De sévères pertes de rendements (Greco *et al.*, 1982), liées aux dégâts engendrés par ces parasites sur les cultures de pommes de terre, justifient leur classification en parasites de quarantaine au titre de la directive 2000/29/CE du 8 mai 2000 et, ainsi l'adoption de mesures de lutte obligatoire (Anonyme, 2000a). Spécifiquement, cette réglementation européenne stipule (i) que les tubercules de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) destinés à la plantation doivent provenir de champs exempts de ces deux nématodes et, (ii) que les plants de pommes de terre doivent être produits dans des parcelles non contaminées. Ainsi, le respect de la réglementation en vigueur suppose nécessairement l'utilisation d'une part des techniques d'extraction des nématodes à partir d'échantillons de sol et d'organes végétaux souterrains et d'autre part de techniques d'identification des espèces présentes (Anonyme, 2013).



**Figure 1** : Nématodes à kyste : Femelles et kystes sur des racines de pomme de terre (Franco, 1987)

### I.1.2. Position systématique des nématodes à kyste

Nématode à kyste ont d'abord été remarqué sur les pommes de terre par Kuhn en 1881 en Allemagne, mais ont été considérés comme une forme du nématode de la betterave (*Heterodera schachtii*) (Jones, 1970; Singh et Sitaramaiah, 1994). En 1923 Wollenweber reconnu ce nématode comme une espèce distincte et a proposé le nom de *Heterodera rostochiensis* (Singh et Sitaramaiah, 1994). Jones *et al.* (1970) ont suggéré qu'il y avait deux espèces du nématode de la pomme de terre, une avec des femelles jaune d'or, *Heterodera rostochiensis* Wollenweber 1923, et deuxième espèce non encore décrite avec des femelles blanches ou crème. En 1972, Stone a décrit la nouvelle espèce *Heterodera pallida*, en allusion aux femelles qui restent blanche. Plus tard Behrens élevé *Globodera* du subgénérique au rang générique (nématodes à kystes ronds) (Brodie *et al.* 1993).

**Règne:** *Animalia*

**Embranchement:** *Nematoda*

**Ordre:** *Tylenchida*

**Famille:** *Heteroderidae*

**Genre:** *Globodera*

**Espèce:** *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923)

*G.pallida* (Stone, 1972)

### I.1.3. Caractéristiques morphologiques :

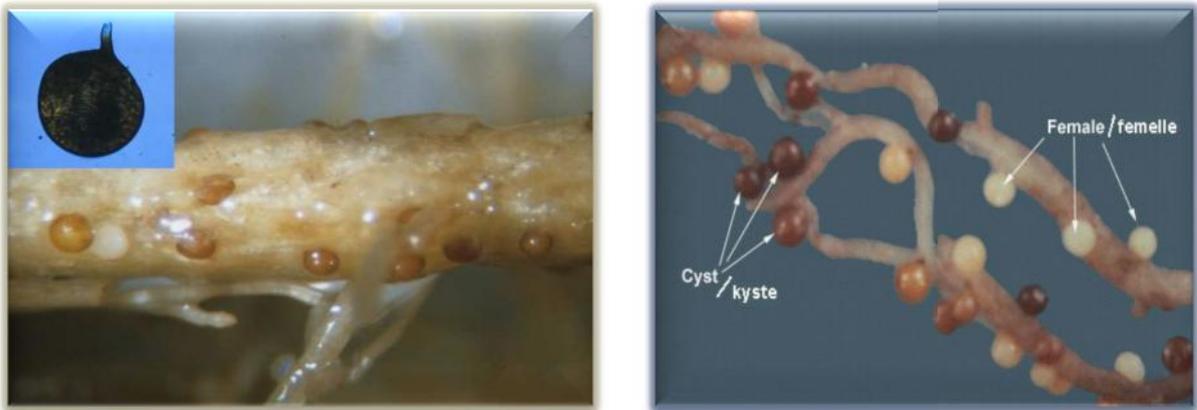
Le genre *Globodera* est caractérisé par un dimorphisme sexuel très remarquable. Les femelles sont globuleuses, d'une teinte blanchâtre avec un cou qui fait saillie et qui contient l'œsophage et les glandes associées d'un diamètre de 450 µm environ. A maturité, le corps de la femelle se transforme, après sa mort, en un kyste. La forme des kystes est similaire à celle des femelles adultes, mais leur peau est tannée et les organes internes ont dégénéré (Golden et Ellington, 1972; Stone, 1973a,b). Une protubérance en forme d'épingle correspond à la tête qui était attachée la racine de la pomme de terre (Franco, 1987).

## Chapitre I

### Synthèse bibliographiques

Les formes juvéniles de deuxième stade sont vermiformes et de 470  $\mu\text{m}$  de longueur environ; leur bouche contient un puissant stylet pour piquer les parois cellulaires et leur queue est effilée (Franco, 1987).

Les mâles ont un aspect général similaire à celui des formes juvéniles (cylindrique et filiforme). Arrivé à maturité, ils mesurent environ 1200  $\mu\text{m}$  de longueur. Ils présentent à proximité de la queue, courte et émoussée, des organes copulateurs (spécules) (Franco, 1987).



**Figure 2 :** Morphologie des Kystes et femelle de *Globodera* spp à droite (Morgan, 2012)

Et les kystes rempli à gauche (Blancard, 2013 )



**Figure 3 :** Morphologie de Larve (L2) de *Globodera* spp avec stylet partie en saillie (Hanny, 2013)

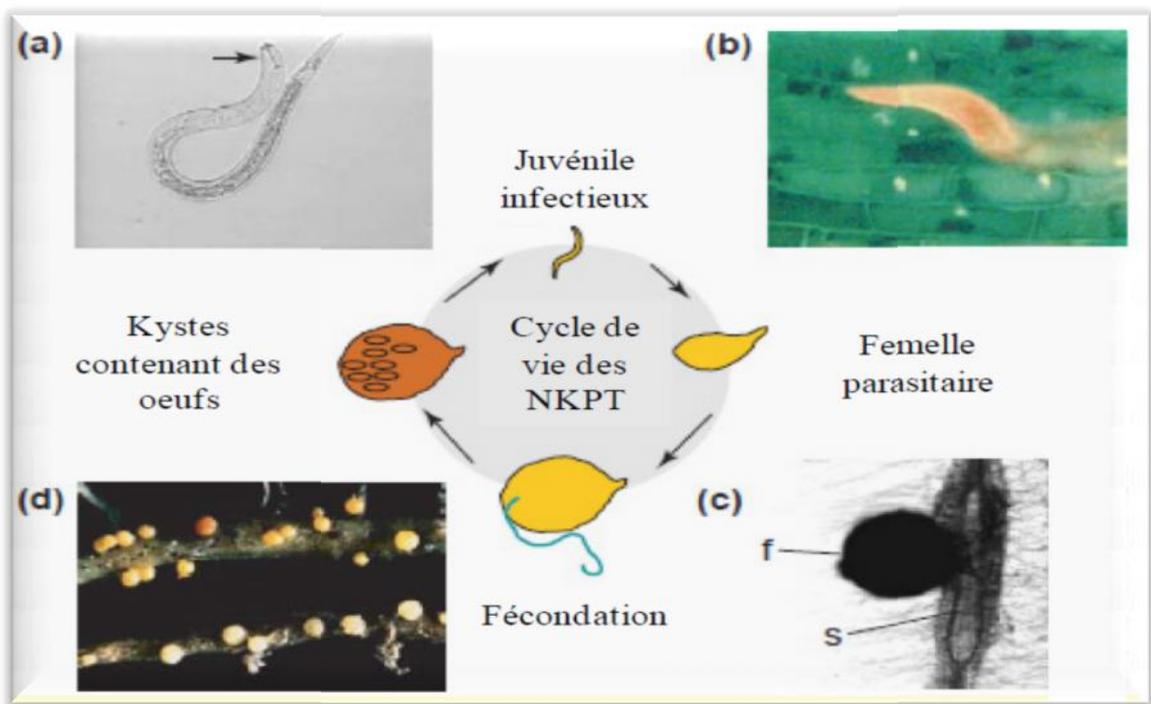
#### I.1.4. La biologie de *Globodera* spp :

Le genre *Globodera* est un nématode à kyste. Son cycle comporte quatre stades juvéniles et un adulte (Anonyme, 2011a). Les substances exsudées par les racines des plantes-hôtes stimulent l'éclosion des œufs des kystes (Brodie, 1999). Les formes juvéniles du deuxième stade sortent et envahissent les racines. Ils créent par injection de leurs sécrétions un site d'alimentation, appelé un syncytium (Fig .4c) au sein des racines de l'hôte (Subbotin *et al.*, 2010). Une fois syncytium formé, le nématode commence à s'alimenter et se sédentariser (Williamson et Kumar, 2006). Cette structure hautement active métaboliquement permet au nématode de se nourrir et d'accomplir son cycle de vie (Subbotin *et al.*, 2010). Le nématode demeure à cet endroit fixé pour le restant de son développement. Il va passer par deux stades juvéniles pour devenir un mâle ou une femelle. Les femelles gonflent et peuvent traverser la surface des racines, mais y restent attachées. À maturité, le mâle mobile et migre dans le sol pour féconder les femelles (Anonyme, 2011a). Ils sont attirés chimiquement par les phéromones des jeunes femelles pour la fertilisation (Whitehead, 1997). La fécondation selon Evans et Stone (1977) est obligatoire chez les deux espèces de *Globodera* (*G. pallida* et *G. rostochiensis*). Après accouplement les mâles meurent (Evans, 1970) et les femelles demeurent sur les racines pendant que les œufs se développent dans leur corps. Une fois leur développement complété, la femelle meurt, son corps durcira pour former une enveloppe protectrice, le kyste. Un kyste peut contenir de 200 à 500 œufs et rester viable dans le sol pour plus de 20 ans (Anonyme, 2011a). A ce moment les kystes se détachent de la racine et se retrouvent dans la terre, où les œufs soit ils éclosent immédiatement pour infesté la culture sur place, soit demeurent dormants pour jouer le rôle de source d'inoculum pour les cultures futures. Les kystes peuvent garder leur pouvoir infectieux pendant de nombreuses années en l'absence de Solanacée hôtes (Stelter, 1971; Stone, 1973b; Jones et Jones, 1974). Lorsque les conditions sont favorables, le cycle du nématode à kyste reprend (Fuller *et al.*, 2008).

Le cycle de vie des *Globodera* dépend de divers facteurs, tel que les exsudats racinaires qui stimulent en général l'éclosion des œufs des kystes (Brodie, 1999), l'humidité du sol, l'aération et le pH (Berger et Clarke, 1971 in Rowe, 2008). Les densités de nématodes restent faibles à basses températures (Mugniery, 1978 et Inagaki, 1984). La température optimale pour l'éclosion des œufs de *G. rostochiensis* est d'environ 15°C (Evans, 1968). Certaines populations de *Globodera* sont capables de s'adapter à des climats avec des

températures plus basses, cas des populations écossaises d'Ayrshire, qui arrivent à se développer sur les premiers récoltés de pommes de terre (Hominick, 1982).

Par ailleurs, le développement des males dans une population est en relation avec les conditions environnementales, par exemple, le manque de sites d'alimentation en raison de la surpopulation entraîne une masculinisation de la population de *G. rostochiensis* (Trudgill, 1967).



**Figure 4 :** Le cycle de vie des nématodes à kystes de la pomme de terre. **a)** Juvénile infectieux du 2<sup>ème</sup> stade, le stylet est indiqué par une flèche. **b)** Le nématode entre dans la racine. **c)** Racine infectée par une femelle [f] fixée à un syncytium [s]. **d)** Section de racines avec des kystes de nématode doré (haut) et de nématode à kystes pâles (bas) (Williamson et Kumar, 2006).

#### I.1.5. Répartition géographique

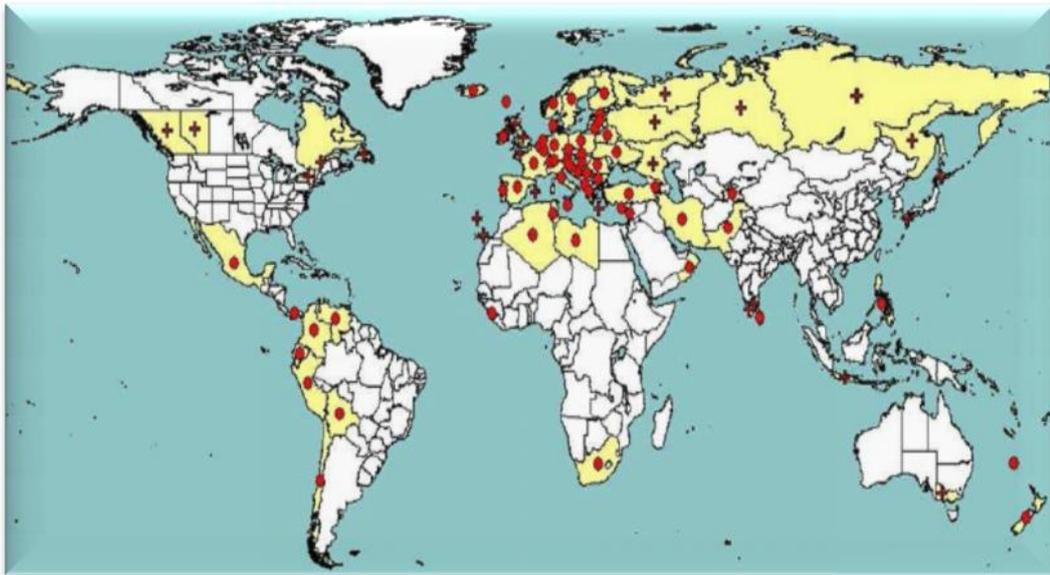
Les NKPT sont retrouvés dans plus de 58 pays (Brodie, 1999). Il a été identifié dans le continent Asiatique divers pays sont concernés, l'Inde (Anonyme, 2014b), le Japon (Anonyme, 2011b), le Pakistan, les Philippines, l'Iran, le Liban, Oman, le Sri Lanka et la Turquie (Anonyme, 2014b). En Amérique du Nord, l'occurrence des ces nématodes est relativement limitée, cependant, les conditions climatiques et de sols seraient propices à leur développement (Brodie, 1999). Toutefois, le genre *Globodera* a été signalé au Canada

## Chapitre I

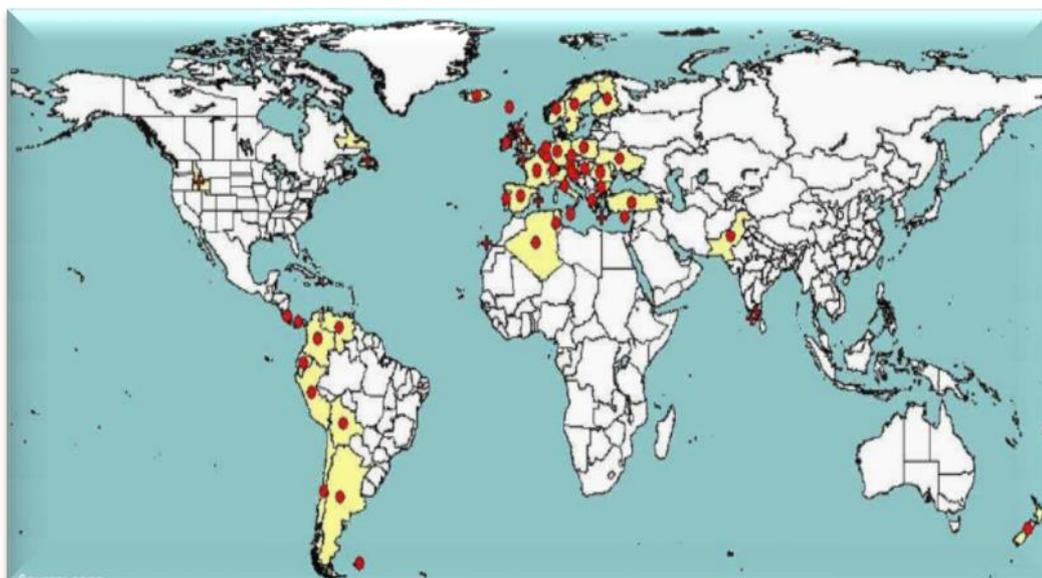
### Synthèse bibliographiques

(Mahran *et al.*, 2010), aux Etats Unis (Anonyme, 2014b) et au Mexique (Desgarenes *et al.*, 2009). La présence de ce nématode a été observé en Amérique Centrale et Caraïbes (Anonyme, 2014b) et en Amérique du Sud : Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Équateur, Pérou, Venezuela (Anonyme, 2014b). En Europe, pratiquement tous les pays où il y'a la culture de pomme de terre, les infestations par le *Globodera* sont enregistrées (Zouhar et Rysanek, 2002, Grubisic *et al.*, 2007, Riel et Mulder, 1998, Elekes-Kaminszky *et al.*, 2004, Ostojic *et al.*, 2011, Santos *et al.*, 1995, Minnis *et al.*, 2002, Martinez-Beringola *et al.*, 1988 et Anonyme, 2014b). En Afrique il a été identifié en Algérie, Maroc, Égypte et Afrique du Sud (Anonyme, 2014b), Tunisie (Kleynhans, 1998), Libye (Ben *et al.*, 1981).

En Algérie le genre *Globodera* a été découvert pour la première fois 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, il a été signalé dans le littoral algérois. En 1961, les surfaces contaminées se sont étendues très rapidement touchant 33 communes aux environs d'Alger. Après, il a été disséminé dans plusieurs wilayas du pays dont les plus importantes sont Aïn Defla, Tipaza, Chlef, Mascara et Sétif (Anonyme, 2014a).



*Globodera rostochiensis*



*Globodera pallida*

**Figure 5:** La Répartition géographique des nématodes à kystes dans le monde (Anonyme, 2013)

**I.1.6. Relation plante de pommes de terre - nématodes à kystes**

La gamme d'hôtes est relativement restreinte (Abou lkhir, 2012). Les principales cultures commerciales atteintes par les nématodes à kyste de la pomme de terre sont la pomme de terre, la tomate et l'aubergine. Un certain nombre d'adventices dans les solanacées sont aussi des hôtes tel que *Datura stramonium*, *Solanum nigrum* et *Solanum sarrachoides* (Roberts et Stone, 1981 ; Stelter, 1987; Sullivan *et al.*, 2007 et Anonyme, 2014b).

L'éclosion massive des kystes et sous l'effet des exsudats racinaires de plantes hôtes appartenant à la famille des Solanacées (Anonyme, 2014b). Plusieurs études ont tenté de caractériser les produits de l'exsudat racinaire provoquant l'éclosion des NKPT. Neuf de ces produits, nommés facteurs d'éclosion (Perry, 1989), ont été décrits par Devine et Jones (2000) et tous possèdent une structure moléculaire similaire. Entre les deux espèces de *Globodera*, il y a des facteurs d'éclosion qui sont différents. Il y'a ceux qui stimulent davantage l'éclosion de l'une des deux espèces et d'autres encore qui ont le même effet (Byrne *et al.*, 2001). En outre la qualité de l'exsudat racinaire est reliée à la phase végétative de la plante hôte. Rawsthorne et Brodie (1986) relatent que le maximum d'éclosion pour le nématode doré se produit trois semaines après l'émergence de la tige. Alors que Byrne *et al.* (2001), affirment qu'il est à 38 jours après la plantation des

tubercules chez le même genre (*G. rostochiensis*) alors que chez le nématode à kyste pâle (*G. pallida*), l'éclosion maximale quand les plants de pomme de terre sont plus jeunes. Lors d'essai d'éclosion en laboratoire Ellenby et Smith (1967) ont signalé que la température de conservation affecte la qualité de l'exsudat racinaire.

Des études suggèrent que des agents autres que les racines de plantes hôtes peuvent avoir un effet sur l'éclosion de ces nématodes. En effet, il a été montré que certaines bactéries libres du sol provenant de la rhizosphère de plantes hôtes et non hôtes peuvent être impliquées (Ryan et Jones, 2004). Selon Ryan *et al.* (2000), les mycorhizes augmentent l'éclosion du nématode à kyste pâle (*G. pallida*), mais pas celle du nématode doré (*G. rostochiensis*). Les mycorhizes pourront agir selon les mêmes auteurs sus cités soit en stimulant les facteurs d'éclosion de la plante hôte, soit la production de facteurs d'éclosion par le champignon lui-même, spécifique au nématode à kyste pâle. La présence des bactéries et des mycorhizes du sol qui possèdent la capacité de produire des facteurs d'éclosion pourrait donc être la cause de l'éclosion spontanée des NKPT. Par contre, la stimulation des NKPT dépend en grande partie de la disponibilité et de la mobilité des facteurs d'éclosion dans le sol (Devine et Jones, 2001).

D'après les conditions d'éclosion, il semble que le nématode à kyste *G. pallida* soit plus conservateur que son espèce voisine *G. rostochiensis*, puisque son éclosion est stimulée par un nombre plus restreint de composés (Ryan et Jones, 2004; Byrne *et al.*, 2001). Au contraire, le nématode doré (*G. rostochiensis*) paraît davantage opportuniste en réagissant à des composés non spécifiques (Den Nijs et Lock, 1992).

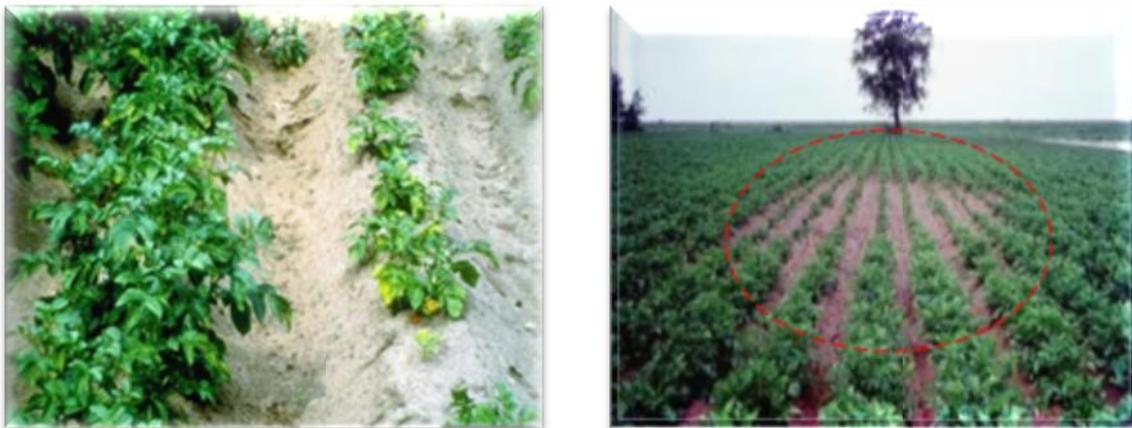
#### **1.1.7. Symptômes et Dégâts des nématodes à kystes de la pomme de terre (NKPT)**

Les symptômes exprimés par la partie aérienne de la pomme de terre à la suite des dommages causés par les nématodes peuvent être confondus avec de nombreux problèmes d'ordre parasitaire ou agronomique. La décoloration, le jaunissement, le flétrissement, le ralentissement de croissance et la réduction de taille des tubercules en sont quelques exemples (Buisson *et al.*, 2011; Anonyme, 2009). Au niveau du champ, la présence de *Globodera* se caractérise par des zones rondes dites foyers (Fig.6) où la croissance des plants peut être particulièrement ralentie (Buisson *et al.*, 2011). Sous de faible densité, le plant de pomme de terre peut tolérer l'invasion et les dommages causés par les nématodes, sans que le rendement ne soit affecté. En réponse à cette infestation, le plant développe

d'abord de plus nombreuses racines latérales (Buisson *et al.*, 2011). Par contre, il arrive un niveau où la plante ne peut plus compenser, ce qui mène à un système racinaire peu développé et inefficace (Fig.7). Le volume de sol que la plante peut exploiter diminue donc de façon drastique. La disponibilité de l'eau et des nutriments se retrouve donc diminuer (Turner et Evans, 1998; Trudgill, 1980; Trudgill *et al.*, 1975). De plus, les dommages mécaniques causés par les NKPT créent des sites d'entrée pour d'autres organismes, comme les champignons et les bactéries (Turner et Evans, 1998; Whitehead, 1997). Ainsi, il en résulte des plants plus petits et dont la sénescence arrive plus tôt (Whitehead, 1997; Trudgill *et al.*, 1975).

Les dégâts causés par les nématodes à kystes de la pomme de terre sont souvent peu apparents et souvent les niveaux de population du prédateur sont masqués. Les populations de nématodes dans le sol peuvent décupler annuellement alors que les dégâts ne deviendront évidents qu'à un certain degré d'infestation lié aux conditions locales telles que la fertilité du sol et l'apport suffisant en eau. En cas de faible fertilité, les dégâts deviennent visibles à partir d'une infestation de 10 à 20 œufs par gramme de sol. Une fertilité élevée avec un contenu en eau suffisant peut masquer une infestation du sol beaucoup plus élevée (Abou lkhir ,2012).

Des diminutions de production allant jusqu'à 15% peuvent se produire alors qu'aucun symptôme n'est visible dans le champ de pommes de terre. La perte de rendement peut être de 2 tonnes par hectare lorsque l'infestation atteint 20 œufs par gramme de sol. Parfois le rendement risque d'être inférieur à la quantité de semences (Abou lkhir ,2012)



**Figure 6** : Zone dépressive en parcelle fortement contaminée par des nématodes à kystes (Bonsak, 2014)



**Figure 7:** Dégâts (Piqûres de nématodes sur tubercules) (Mugniery, 2010)  
Et sur jeunes racines (l'INRA, 2013)

### **I.1.8. Les méthodes de lutte contre les nématodes à kyste**

Les populations de nématodes peuvent être contrôlées de manière à ce que la culture de pommes de terre reste accessible. Cependant, il est impossible d'éradiquer complètement les populations de nématodes (Den Nijs, 2007). Les moyens utilisés pour contrôler les populations de nématodes à kystes dans les champs sont la culture de variétés résistantes, la rotation des cultures, l'application de nématicides, la solarisation, la biofumigation ou l'emploi de cultures dérobées (Den Nijs, 2007). Cependant, la résistance naturelle de l'hôte représente un moyen de contrôle des populations plus économique et moins dommageable pour l'environnement que d'autres méthodes, comme par exemple les nématicides (Williamson et Kumar, 2006)

#### **I.1.8.1. Lutte culturale**

La rotation est fréquemment utilisé pour réduire la densité de population des nématodes à kystes de la pomme de terre, *G. rostochiensis* et *G. pallida*. Les principaux hôtes de ces deux espèces sont limités à la famille solanacées, avec les principales cultures commerciales étant la pomme de terre, la tomate et l'aubergine. Lorsque ces plantes sont cultivées en monoculture pendant plusieurs saisons dans le sol infesté, les densités de nématodes peuvent augmenter à des taux extrêmement élevés et les rendements diminuent notablement (Rowe, 2008). Pour réduire les densités de population de nématode, des cultures non hôtes telles que l'orge sont cultivés, Magnusson (1987) a enregistré une baisse de 87% de la densité de population de *Globodera* avec ce type de rotation. Whitehead (1995) a également obtenu un bon contrôle de *G. rostochiensis* dans microparcelles

infestés avec ce type de rotation (l'orge). Le taux de déclin annuel de nématode à kyste dans le sol est variable, en fonction des plantes non hôtes utilisées, la densité de la population initiale et divers facteurs liés au sol (Rowe, 2008). Si la réduction des densités de population par rotation seul est trop lente, alors des moyens de contrôle supplémentaires peuvent être nécessaires, tels que l'utilisation de cultivars résistants, culture piège ou nématicides (Rowe, 2008).

Culture Piège a été utilisée avec succès pour la réduction des populations de nématodes kyste (Halford, *et al.*, 1999). Des clones de pommes de terre résistantes comme cultures pièges a été utilisé dans les essais sur le terrain en Irlande du Nord. Dix clones ont eu un effet de piège certains d'entre eux ont montré un haut potentiel pour réduire les niveaux de population élevés de NKPT (Turner *et al.*, 2006).

Un autre hôte solanacées, *S. sisymbriifolium* (Fig.8), agit d'une manière similaire (plante piège) peut réduire les densités de *Globodera*. La plante a l'avantage supplémentaire être utilisé comme engrais vert (Scholtze, 2000).



**Figure 8** : Plante piège *Solanum sisymbriifolium* (Anonyme ,2014)

#### **I.1.8.2. La solarisation du sol**

Solarisation est une bonne méthode de tuer les nématodes dans des climats très chauds. Le sol est recouvert de deux couches de polyéthylène, ce qui permet au sol en dessous de chauffer rapidement. En Oman, Mani *et al.* (1993) ont constaté que 62 jours de

solarisation réduit la densité de population de *Globodera* de 95%. Dans les Etats-Unis, 97% des œufs de nématodes ont été inactivé dans les 10 premiers centimètres du sol après la solarisation (La Mondia et Brodie, 1984).

### **I.1.8.3. La lutte biologique**

Les moyens de lutte biologique sont à l'étude intensive dans la recherche de moyens naturels de lutte contre les populations de nématodes parasites de plantes sans l'utilisation de nématicides, qui sont hautement toxiques pour l'environnement.

Travail sur les agents de lutte biologique a été lancé à la fin des années 1930 et se poursuit encore (Crump et Flynn, 1995; Segers *et al*, 1996; Crump, 2004). À l'heure actuelle, il n'y a toujours pas de produit biologique commercial disponible pour contrôler les nématodes à kystes de la pomme de terre. La majorité des études à la fin des années 1990 se sont concentrés sur les agents de lutte fongique *Pochonia*, *Hirsutella* et *Arthrobotrys* et la bactérie *Pasteuria* (Anonyme 2014b).

Selon Anonyme (2014b), *Pochonia chlamydosporia* se développent sur les jeunes femelles dans des pots, mais elle est moins efficace lorsque les pommes de terre sont cultivées en présence de faible densité de population de nématodes.

Les progrès dans le domaine de la lutte biologique nécessite une meilleure compréhension de la dynamique des populations de nématodes à kyste et de ses parasites (Davies et al., 1991; Davies, 1998). Une multitude de facteurs, tels que la plante hôte, l'action des exsudats racinaires, le type de sol et le mode de parasitisme du microorganisme auxiliaire, interagissent pour déterminer le succès de la lutte biologique contre le nématode. les nématodes à kystes peuvent être plus sensibles à l'infection à certains moments de leur cycle de vie. Par exemple, les trois principaux parasites fongiques *Pochonia chlamydosporia*, *Fusarium oxysporum* et *Cylindrocarpon destructans*, ont tous été détectés tout au long du cycle de vie du nématode doré, mais leur activité varie à selon les stades de développemnt ( Crump, 1987).

D'après Anonyme (2014b) cette dernière décennie certains produits biologique sont commercialisés, comme DiTera, un composé à base des extraits de fermentation de bactérie. Un autre agent de lutte biologique fongique *Paecilomyces chlamydosporia*, également disponible sur le marché. Cependant, la plupart des autres agents de lutte

biologique potentiels sont encore à l'essai ou étudiées pour maîtriser les problèmes avec les modes de conservation ou les méthodes d'application. Sikora *et al.*, (2007), affirment que de nombreuses technologies sont impliquées dans la découverte des agents biologiques les plus appropriés pour la commercialisation.

Très peu de travaux citent l'utilisation de plantes à effet nématocide sur le genre *Globodera*. Toutefois, la bibliographie mentionne l'expérience menée par Trifonova et Atanasov (2011) dans des conditions de serre. En effet, l'étude révèle que toutes les formulations testées ont supprimé la multiplication de *G. rostochiensis*. Les formulations à base d'huile de Neem + extrait de *Nicotiana tabacum* à 0,5 % et d'huile de Neem + extrait de *Veratrum album* à 1,0 % sont les plus efficaces pour réduire l'incidence de la maladie

(77,7 à 77,8 %), suivie par neemAzal de 0,3 % (66,6 %) et l'huile de neem à 0,3 % (50,0 %).

#### **I.1.8.4 .Lutte génétique**

Pour se défendre contre divers déprédateurs (virus, bactéries, champignons, insectes, nématodes) les plantes ont développé au cours de leur évolution un système de défense constitué par un large spectre de gènes de résistance. La difficulté est d'identifier ces ressources génétiques afin de les utiliser pour lutter contre ces bioagresseurs (Anonyme, 2014b).

En nématologie, une plante est considérée comme résistante aux nématodes à kystes lorsqu'elle permet de réduire très fortement ou totalement le nombre de femelles formées par rapport à un témoin non résistant.

Ellenby (1954 in, Anonyme, 2014b) fut le premier à signaler un gène de résistance à *G. rostochiensis*. Le gène a été trouvé dans *Solanum tuberosum ssp. andigena* et il s'agit d'un seul gène dominant, dénommé gène H1. Ce dernier est résistant à seulement certaines populations de *G. rostochiensis*. Certains cultivars européens de pommes de terre ont une résistance (souvent que partielle) aux pathotypes de nématode à kystes européens mais certaines populations de nématode à kyste d'Amérique du Sud sont connus pour être plus virulent et sont en mesure de passer outre la résistance des cultivars européens (Turner *et al.*, 1995 in Rowe ,2008).

Chez ces nématodes à kystes, deux modes de résistance ont été observés en fonction de leur délai d'action après attaque par le parasite (Mugniéry *et al.*, 2001). Les réactions les plus précoces sont souvent des réactions d'hypersensibilité pendant l'induction du site nourricier. Cette réaction semble être identique à celles observées contre d'autres pathogènes (Williamson *et al.*, 2006). Les juvéniles de second stade n'évoluent alors pas jusqu'au stade adulte. Un deuxième type de réaction rencontré chez les plantes provoque la masculinisation des nématodes adultes. C'est notamment le cas du gène Hero A qui initie tardivement la réponse à une infestation par le nématode, induisant une atrophie ou un développement anormal du site nourricier provoquant la formation de mâles (la détermination du sexe chez les nématodes à kyste est épi –génétique (Blanchard, 2006).

Les recherches actuelles portent principalement sur la compréhension des interactions entre un hôte et son ou ses pathogènes. Il ya un besoin de développer des cultivars tolérants, qui souffrent moins des infestations du NKPT et qui peut également empêcher la sélection des pathotypes virulents créés par des cultivars résistants dans un champ (Anonyme, 2014). Marshall (1998) signale qu'il y'a pas de cultivars de pomme de terre avec une résistance totale à *G. pallida*. Toutefois, en Nouvelle-Zélande les recherches dévoilent la présence d'une série de cultivars à haute résistance à *G. rostochiensis* et *G. pallida* , par exemple, Karaka (Anderson *et al.*, 1993 ) et Gladiator ( Genet *et al.* , 1995).

#### **I.1.8.5. La lutte chimique**

Les nématicides fumigants sont toxiques et coûteux, mais ont été utilisées pour aider à réduire les fortes infestations de nématode à kyste. La fumigation du sol peut tuer un grand nombre de nématodes, en particulier dans les sols sableux humides. La fumigation peut être injectée dans le sol. Elle est très efficace, mais il y a des risques de contamination des eaux souterraines dans certaines circonstances. De nombreux produits chimiques utilisés auparavant pour le contrôle des nématodes ont été interdits, ou sont en train d'être éliminées, en raison de toxicité (Anonyme, 2014b).

Parmi les nématicides fumigant : Le bromure de méthyle a dans le passé réussi à éradiquer nématode doré. Malheureusement, le bromure de méthyle est nocif pour la couche d'ozone et pour cette raison il a été interdit d'utilisation (Anonyme, 2014b).

Le nématicide 1, 3-dichloropropène est disponible sous plusieurs formes en mélange avec d'autres composés ; tels 1, 2-dichloropropane « Telone II » se compose de 94% 1, 3-

dichloropropène alors DD contient environ 50%. Autres types d'isothiocyanate fumigants libérant du méthyle (MITC), par exemple, « Dazomet », qui est efficace contre nématode à kystes (Whitehead, 1975).

Les nématicides fumigants sont généralement appliqués plusieurs semaines avant la plantation pour éviter la phytotoxicité (Anonyme, 2014b).

Les nématicides non fumigants sont des composés utilisés dans de plus petites quantités et habituellement ne persistent pas dans le sol aussi longtemps que nématicides fumigants (Anonyme, 2014b).

Les nématicides de type organophosphorés et oximecarbamates sont très efficaces. Leur effet sur les nématodes est de les paralyser plutôt que de les tuer, à moins de très grandes doses sont utilisées. Les organophosphorés offrent un bon contrôle de *G. rostochiensis*, mais doivent être incorporés dans le sol avec l'utilisation la rotation des cultures. Ces types de produits chimiques sont mieux adaptés aux sols limoneux légers, et ne sont pas aussi efficace sur des sols organiques (Anonyme, 2014b).

Moss *et al.* (1975) ont utilisé le systémique Isazophos (CGA 12223) dans des sols limons siliceux un contrôle partiel a été enregistré sur *G. rostochiensis* et la population mixte de *G. rostochiensis* et *G. pallida*.

Les produits chimiques non-fumigènes sont plus efficaces lorsqu'ils sont utilisés sous forme granulaire et à 15 cm en dessous de la surface du sol (Anonyme, 2014b).

## **I.2. Synthèse bibliographiques sur les plantes testées**

### **I.2.1 Données bibliographiques sur l'armoise blanche « *Artemisia herba alba* (Asso, 1779) »**

#### **I.2.1.1. Généralités**

Le genre *Artemisia* appartient à la famille des Astéracées (Composites). Il existe plus de 350 espèces différentes qui se trouvent principalement dans les zones arides et semi arides d'Europe, d'Amérique, d'Afrique du Nord et d'Asie. Les espèces d'*Artemisia* (Fig.9) sont largement utilisées comme plantes médicinales en médecine traditionnelle (Nikolova *et al.*, 2010).

### **I.2.1.2 La position Systématique de la plante**

Selon Asso (1779) la classification d'*Artemisia herba alba* est la suivante :

**Règne :** Plantae                      **Ordre :** Asterales

**Sous-règne :** Tracheobionta        **Famille :** *Asteraceae*

**Division:** Magnoliophyta        **Genre :** *Artemisia*

**Classe :** Magnoliopsida        **Espèce :** *A. herba alba* (Asso)

**Sous-classe :** Asteridae            **Nom binomial :** *Artemisia herba alba*

**Nom vernaculaire Algérien :** Chih ; **Français :** Armoise blanche

### **I.2.1.3. Description botanique**

C'est une plante herbacée à tiges ligneuses, ramifiées et tomenteuses de 30 à 50 cm de long (Fig 9). Les feuilles sont courtes, sessiles, pubescentes et argentées. Les capitules sont groupés en panicules de petite taille de 1,5 à 3 mm allongés et étroits contenant de 3 à 6 des fleurs jaunâtres. Les bractées externes de l'involucre sont orbiculaires et pubescentes (Quezel et Santa, 1962 ; Boudjelal, 2013).



**Figure 9:** *Artemisia herba Alba* (Bouldjadj, 2009)

#### I.2.1.4. Composition chimique

Plusieurs métabolites secondaires ont été isolés et identifiés de l'*Artemisia herba alba* dont les plus importants sont les sesquiterpènes lactones tels que les eudesmanolides et les germacranolides (Marco, 1989). Les flavonoïdes détectés dans l'armoise montrent aussi une diversité structurale allant des flavonoïdes communs (flavones glycosides et flavonols) jusqu'aux flavonoïdes méthylés qui sont très inhabituel (Saleh *et al.*, 1987). Les flavonoïdes glycosides comprennent les *O-glycosides* tels que quercitine-3-glucoside et des flavones *C-glycosides* qui sont rares dans le genre *Artemisia*, ainsi que dans l'ensemble des Astéracées (Salah et Jager., 2005). En plus des sesquiterpènes lactones et des flavonoïdes l'analyse phytochimique a montré que la composition des huiles essentielles de l'*Artemisia herba alba* est riche en monoterpènes, triterpènes pentacycliques, santonines, coumarines et tanins (Mohamed *et al.*, 2010).

#### I.2.2. Données bibliographiques sur Absinthe « *Artemisia absinthium* L(1753) »

##### I.2.2.1. Généralité

Le genre *Artemisia*, *absinthium* (Fig.10) est un petit arbuste vivace distribué en Europe et en Asie (Zheng *et al.*, 1998). L'herbe est originaire des pays chauds méditerranéens. Pousse dans les sols riches en azote et le sol lâche. Absinthe a été naturalisée dans l'Amérique du Nord, en Asie occidentale et en Afrique du Nord (Cano et Volpato, 2004).



Figure10: *Artemisia absinthium* L (Shultz, 2006)

### **I.2.2.2 La position systématique**

Position systématique d'*Artemisia absinthium* d'après Linné en 1753

<b>Règne :</b>	Plantae
<b>Sous règne :</b>	Tracheonbionta
<b>Division :</b>	Magnoliophyta
<b>Classe :</b>	Magnoliopsida
<b>Sous classe :</b>	Asteridae
<b>Ordre :</b>	Asterales
<b>Famille :</b>	<i>Asteraceae</i>
<b>Genre :</b>	<i>Artemisia</i>
<b>Espèces :</b>	<i>Artemisia absinthium</i>

### **I.2.2.3. Description botanique :**

L'Absinthe est un arbrisseau vivace, herbacé, de hauteur moyenne comprise entre 40 centimètres et 1 mètre. La tige est droite très ramifiée, recouverte de poils soyeux blancs argentés. Elle porte des feuilles pennatiséquées, opposées à la base, puis alternes pour le reste de la plante, pétiolées, soyeuses, elles sont vert grisâtre au dessus et vert argenté au dessous (Collin, 2008). Les fleurs sont jaunes, tubulaires, réunies en capitules globuleux, penchés, à leur tour réunis en grappes ou longs panicules feuillés et ramifiés à l'extrémité des rameaux. Le fruit est un akène, très petit, ovoïde, lisse et sans aigrette (Anonyme, 2000b).

La plante offre une odeur forte, pénétrante, désagréable, presque vireuse, tenace et une saveur amère (El Fennouni ,2012).



**Figure11:** La florescence d'*Artemisia absinthium* (Jaccon, 2010)

#### I.2.2.4. Composition chimique:

L'*Artemisia absinthium* a fait l'objet de plusieurs investigations chimiques qui signalent la présence de nombreux types de métabolites secondaires dans les huiles essentielles de cette espèce. Elle contient des thuyones ( et -thuyones qui comprennent de nombreux chénotypes : chénotype à Z-époxy- -ocimène (26-47%), à acétate de sabinyle ou à acétate de chrysanthémyle), des polyines (Bruneton, 2009), des flavonoïdes (Canadanovic, 2005), des coumarines, des lignanes, des polyphénols et des lactones sesquiterpéniques en quantité notable (absinthine, artabsine, matricine et artemisinine) (Wright, 2002; Aberham *et al.*, 2010).

Des études phytochimique réalisées sur l'extrait d'*Artemisia Absinthium* ont révélé la présence de -thujene, -pinène, camphène, p-cymène, le 1,8-cinéole, heptenone méthyle, -phelandrene, caryophylleneoxide, -terpinéol, thujyl alcool, le géraninol, thujyl acétate, le caryophyllène, -himachalène, -cadinene et elemol (Lopes *et al.*, 2008). D'autre part, certains études rapportent qu'en plus de l'artémisinine, le genre *Artemisia* est une riche source d'autres lactones sesquiterpéniques et flavonoïdes (Jill *et al.*, 2011). En outre, les travaux de Yiannis *et al.*, (2011), ont démontré que les extraits aqueux d'*A. absinthium* sont riches en caféoyl et dicaféoylquinique.

#### I.2.2.5. Toxicité de l'Absinthe « Absinthisme »

La thuyone est la substance toxique dans l'absinthe car elle est épileptisante; c'est une cétone mono terpénique. Elle possède deux formes stéréo-isomériques l'alpha et la bêta thuyone. L'isomère alpha thuyone est le plus toxique. Elle est particulièrement convulsivante et provoque des hallucinations et des sensations de désinhibitions. Ces deux isomères sont toutes présentes dans l'absinthe mais aussi dans l'armoise (Larrey, 1994).

Cependant il convient d'être prudent car l'absinthe en contenant de la thuyone, elle affecte le système nerveux à doses non contrôlées. La plante elle-même n'est pas toxique, du moins à dose modérée et son amertume intense, due à l'absinthine, tend à en prévenir l'abus ; cette amertume la rend nauséuse à trop fortes doses. Il est arrivé qu'ils l'utilisent à haute dose pour provoquer l'avortement. Cet emploi est dangereux. Son huile essentielle, également en usage externe, agit comme anesthésique local, mais elle irrite les muqueuses (Blanc et Larrey 1993).

**I.2.3. Données bibliographiques sur la Scille « *Urginea maritima* » (L, 1978)**

**I.2.3.1. Généralité**

La Scille, squille ou l'urginée maritime est une plante à bulbe de la famille des Liliacées. Son nom botanique provient d'une part de ce qu'elle croit spontanément sur les rivages de la mer méditerranée et d'autre part du nom d'une population algérienne, les beni-urgine. (El Fennouni ,2012).

La scille est spontanée sur les rivages sablonneux de la mer Méditerranée mais on la retrouve aussi dans les pâturages, forêts et rochers (Quezel et Santa, 1962). Elle est abondante en Sicile, Malte, Grèce, Espagne, Italie et Liban, où l'on trouve la variété blanche dite scille d'Italie ou scille femelle. En Algérie pousse la variété rouge appelée scille d'Espagne ou scille mâle (Paris et Moyses, 1967). On la retrouve sur les côtes atlantiques, au Portugal, aux Canaries et au Maroc. Il existe une variété de scille indienne *Drimia indica* (Liliacée), dont le bulbe contient des glycosides cardiotoniques similaires à ceux de la scille (Reynolds, 1996).



**Figure 12 :** *Urginea maritima* (Valentino, 2015)

### **I.2.3.2.Position systématique**

La position systématique d'*Urginea maritima* d'après Linné (1978) est la suivante

<b>Règne :</b>	Plantae
<b>Division :</b>	Liliophyta
<b>Classe:</b>	Liliopsida
<b>Ordre:</b>	Liliales
<b>Groupe :</b>	Scilleae
<b>Famille:</b>	<i>Liliaceae</i>
<b>Genre:</b>	<i>Urginea</i>
<b>Espèce</b>	<i>Urginea maritima L</i>

### **I.2.3.3.Description botanique**

La Scille est une plante remarquable par sa tige florifère robuste et dressée, vivace par un bulbe tunique ovoïde, volumineux formé d'écailles emboîtées (représentant chacune une base de feuille), insérées sur un plateau qui porte de nombreuses racines charnues, tubéreuses (Anonyme ,2004). Le bulbe est pyriforme peut atteindre 15 à 30 cm de diamètre et son poids peut aller de 3 à 4 kg, dépassant ordinairement le niveau du sol, Les écailles ou squames sont rougeâtres ou blanchâtres selon la variété. Les écailles externes sont unies et membraneuses, les écailles moyennes sont épaisses et charnues (Anonyme ,1960).

Les grandes feuilles de la Scille apparaissent en touffe au printemps, puis disparaissent avant l'été avant la floraison (Merad, 1991). Elles sont entières, très allongées et dressées, étroitement oblongues, largement lancéolées, d'un vert foncé, glabres, épaisses, quelquefois ondulées et aiguës au sommet (Truelle, 2009).

Les fleurs blanches étoilées sont disposées serrées sur la tige en longues grappes, se montrent depuis le mois de juillet jusqu'au mois d'octobre. Elles sont munies de petites bractées très étroites et portées sur des pédoncules plus longs qu'elles. Les sépales et les pétales sont ovales-obtus, blancs, à nervure verdâtre ou rosâtre. Ces fleurs engendrent de petites capsules ovales à 3 loges, chaque loge renfermant 3 ou 4 graines allongées, aplaties, lisses, brillantes, et ailées (Grive, 2011).



Figure 13: Aspect morphologique d'*Urginea maritima* (Moro, 2004)

#### I.2.3.4. Composition chimique

L'étude chimique de la scille, *U. maritima* contient 1-3% glycosides cardiaques, connu comme bufodienolides tels que glucoscillarene A, proscillaridine A, scillarene A, scilliglaucoside et scilliphaeoside, anthocyanines, les acides gras, les flavonoïdes et des polysaccharides (Adamsa *et al.*, 2009 ; Nawal *et al.*, 2009 ; Benitez *et al.*, 2010 ; Kawa et Badr-Aldin, 2010). Les glycosides cardiaques (scillaren et scillarenin) sont utilisés comme diurétique cardiotonique pour le traitement de marasme cardiaque et œdème. Scilliroside. Le principal glycoside toxique, se produit dans toutes les parties de la plante, y compris les feuilles, fleurs, tiges et surtout dans les racines et le bulbe (Sharaf *et al.*, 2006).

#### I.2.3.5. La toxicité de la Scille

La plante est toxique, responsable d'empoisonnements graves. Elle entraîne des troubles du rythme cardiaque pouvant conduire à un arrêt circulatoire; ceux-ci sont habituellement précédés par des troubles digestifs et neurosensoriels (Merad, 1991).

#### I.2.4. Données bibliographiques sur *Lantana Camara* L (1753)

##### I.2.4.1. Généralité

*Lantana camara* L., communément connu sous le nom de carex sauvage ou rouge (Ghizalberti, 2000) est une mauvaise herbe nuisible appartenant à Verbénacées famille qui

comprend d'environ 650 espèces réparties sur 60 pays. Ils sont originaires des zones tropicales et des régions chaudes du monde entier. Ils sont principalement cultivés en tant que plantes ornementales en raison de leurs fleurs qui peut être rose, orange, jaune, lilas blanc en fonction la variété. (Wolfson et Salomon, 1964 ; Motion, 1994).

#### **I.2.4.2. Position systématique**

Selon Cronquist (1988) la plante présente la systématique suivante

<b>Embranchement :</b>	Spermaphytes
<b>Sous-embranchement :</b>	Angiospermes
<b>Classe :</b>	Dicotylédones
<b>Sous-classe :</b>	Asteridae
<b>Ordre :</b>	Lamiales
<b>Famille :</b>	Verbenaceae
<b>Genre :</b>	<i>Lantana</i>
<b>Espèces :</b>	<i>Lantana camara L.</i>

#### **I.2.4.3. Description botanique :**

Le *L. Camara* est un arbuste dressé Kerharo et Adam (1974) ou étalé dépassant 2 m de haut avec de nombreux rameaux anguleux partant de la base et garnis de petites protubérances épineuses recourbées. Ses feuilles sont aromatiques, opposées, ovales triangulaires au sommet, brusquement tronquées à la base, régulièrement dentées sur les bords et légèrement en coin avec des pétioles épineux de 2 cm. La floraison dure presque toute l'année, surtout à proximité des habitations (Fig.14). Les nervures sont saillantes sur la face inférieure. La plante possède également des poils épidermiques sécréteurs. Elle colonise les lieux relativement humides, bosquets, bordures de bas-fond (Ghisalberti, 2000; Arbonnier, 2002; Cavalli, 2002; Judd *et al.*, 2002).

Les fruits, d'environ 3 mm de diamètre, sont des baies globuleuses d'un violet plus ou moins foncé à maturité groupés en glomérules (Kerharo et. Adam, 1974).



**Figure 14:** Aspect morphologique de *Lantana camara* (Colvillea, 2010)

#### I.2.4.4. Composition chimique

La composition phytochimique de *L. camara* a été largement étudiée dans les dernières décennies. Les différentes parties de la plante contiennent des composés phénoliques, les flavonoïdes, les glucides, les protéines, les alcaloïdes, glycosides, phényle, éthanoid oligosaccharides, la quinine, des saponines, des stéroïdes, des triterpènes, sesquiterpénoides et tannin (Venkatachalam *et al.*, 2011 ; Bhakta et Ganjewala, 2009)

Le screening chimique des huiles essentielles établi par Nicolas (2009) sur les différentes parties de la plante a révélé la présence sur :

- ✓ **Les Feuilles** une richesse en sesquiterpènes (43% du type caryophyllène et 21% du type cadinène), alpha-pinène (14%), terpinène (10%), paracymène (6%), triterpénoïdes pentacycliques (lantadène A et B), lancamarone, saponines, tanins, résines, céstéroïdes.
- ✓ **Les Fleurs** du caryophyllène, eugénol, phellandrène, dipentène, terpinéol, géraniol, linalol, cinéole, citral, sucres, tanins, résine, anthocyanes.
- ✓ **Les Fruits et graines** de l'anthocyanosides, potassium, magnésium, protéines, lipides, acide ascorbique.

#### I.2.4.5. Toxicologie

Les feuilles, qui contiennent un terpénoïde toxique, la lantanine, catabolisée par le foie en phylloérythrine, provoquent des réactions de photosensibilisation suivies d'un ictère et, dans les cas sévères, la mort.

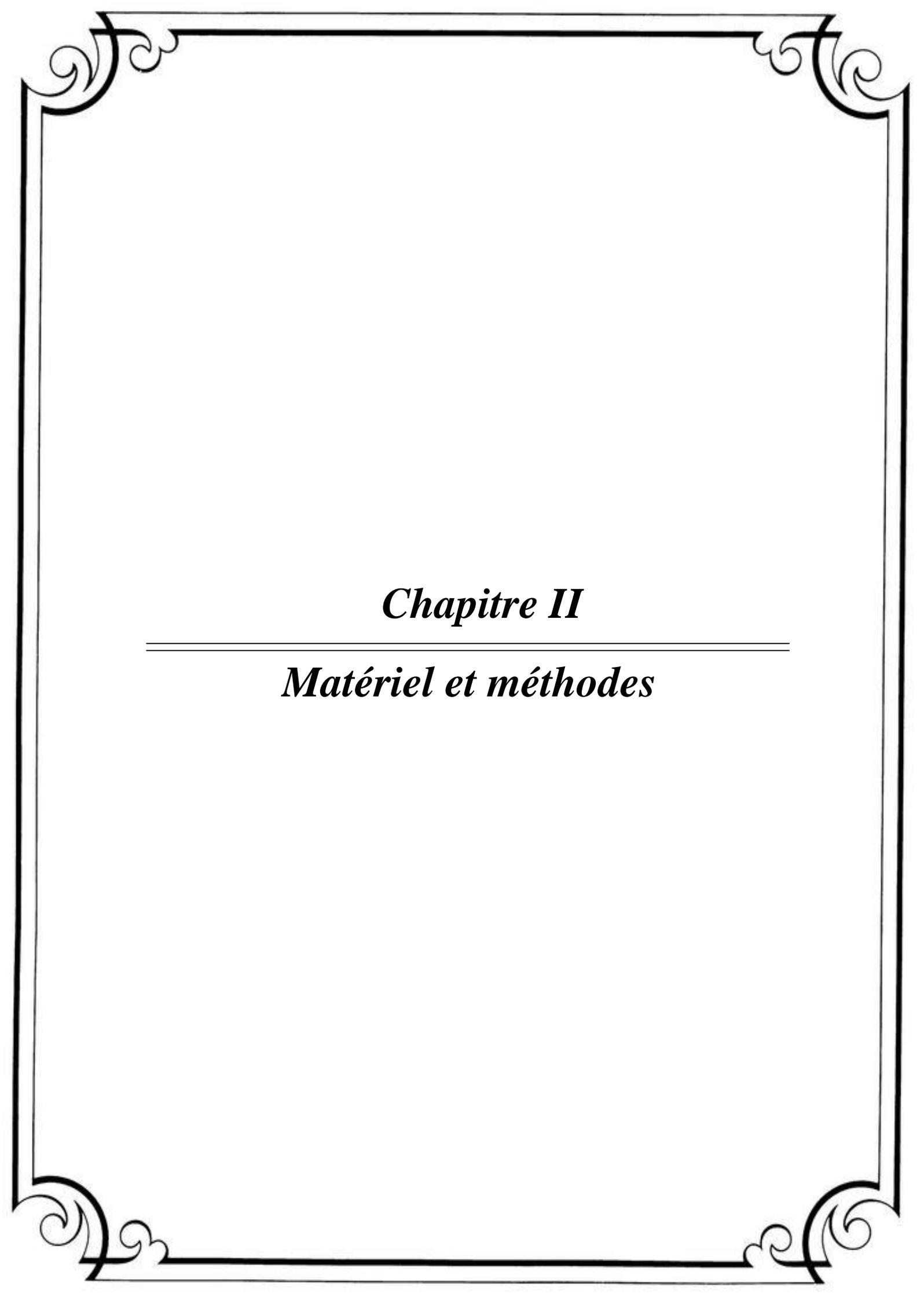
Les toxicités rénales et hépatiques ont été confirmées. L'ingestion des baies provoque vomissements, diarrhées, faiblesses, léthargie, cyanose, bradypnée, mydriase, photophobie, ataxie et coma. La plante contient aussi de la lancamarone, un poison également présent chez certains poissons. Le contact avec la plante provoque des dermatoses allergiques et un prurit (Nicolas, 2009).

### **I.2.5. Importance des plantes testées**

Pendant longtemps, importance des remèdes naturels et en particulier à base des plantes, sont de plus en plus largement utilisés dans le monde, surtout les plantes médicinales qui sont utilisés pour leurs vertus thérapeutiques. Parmi les principales plantes médicinales les plus connues figurent, entre autres l'*Artemisia herba alba*, est utilisée en médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies y compris l'entérite et les troubles intestinales (Yashphe *et al.*, 1987). Plusieurs études scientifiques ont également prouvées l'efficacité de l'armoise blanche en tant qu'agent antidiabétique (Tastekin *et al.*, 2006). L'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* a été testé contre différentes bactéries qui causeraient des troubles intestinaux telle que *Escherichia coli*, *Shigella sonnei* et la *Salmonelle typhos* ((Yashphe *et al.*, 1987). *L'Artemisia absinthium* connaît également a longtemps été utilisée comme plante médicinale traditionnelle. Elle permet de traiter le prévenir, les fièvres simples et intermittentes (Lahsissene *et al.*, 2009). On peut encore citer *Lantana camara* est utilisé dans la plupart des pays du monde pour traiter une grande variété de troubles. Il a été utilisé comme remèdes traditionnels pour le cancer et des tumeurs (Rose, 1999). Le thé de *Lantana camara* (feuilles et fleurs) est utilisé contre la fièvre, la grippe et les maux d'estomac (Nacoulma, 1996; Ross, 1999; Ghisalberti, 2000; Geissler *et al.*, 2002). En ce qui concerne *Urginea maritima* très largement utilisée en pharmacie sous forme d'extrait pour soigner les affections cardiaques, douleurs neurologiques, problèmes de peau, les plaies profondes et des affections des yeux (Merad,1991 ; Truelle,2009).

Les plantes médicinales sont considérés comme des sources potentielles dans la protection de la santé humaine, animale et des cultures (Bouyanzer *et al.*, 2006). A titre d'exemple les deux espèces *Armoise* ont des propriétés vermifuges. Elles sont active contre les nématodes chez les ovins (Tariqu *et al.* , 2009 ; Gharabi *et al.*, 2008). En ce qui concerne *Urginea maritima* est une drogue très ancienne connue des Egyptiens, La scille rouge grâce au scilliroside qu'elle contient à des propriétés raticides (Paola *et al.*, 2005).

Par ailleurs l'activité nématocide sur les larves de *Meloidogyne* a été signalée par Hadroug (2011) .Selon divers auteurs Siddiqui *et al.* (1995) ; Deena et Thoppil, (2000) ; Longanga *et al.* (2000) ; Nikiema *et al.* (2001) ; Nagao *et al.* (2002) ; Mello *et al.* (2005) ; Verma et Verma (2006) ; Nayak *et al.* (2008) la *L. camara* possède de nombreuses activités biologiques importantes notamment contre les bioagresseurs à savoir antibactérien, fongicide, insecticide et nématocide. La lantadène présente dans les espèces est considéré comme responsable de la quasi-totalité des activités biologiques (Barre *et al.*, 1997). L'effet insecticide des huiles essentielles de *L. camara* ont été signalés sur *Sitophilus spp.* (Mohamed et Abdelgaleil, 2008; Zoubiri et Baaliouamer, 2011) et *Tribolium castaneum* (Mohamed et Abdelgaleil, 2008).



## *Chapitre II*

---

### *Matériel et méthodes*

## II.1. L'objectif

L'objectif de notre travail est d'évaluer les potentialités biocides des extraits aqueux des plantes médicinales (*Artemisia absinthium* ; *Artemisia herba-alba*, *Lantana camara*, *Urginea maritima*) et de l'hydrolat d'*Artemisia herba-alba* sur les larves (12) du nématode de la pomme de terre du genre *Globodera*.

## II.2. Les méthodologies

### II.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. La récolte des plantes (*L. camara* et *U. maritima*) a été effectuée, pendant la période novembre au mois de décembre 2014, au niveau de département d'Agronomie de l'université Blida 1. Alors que pour les deux espèces d'armoise, *A. herba-alba* nous été fourni de la région d'El Oued et *A. absinthium* a été acheté de chez l'herboriste.

Après séchage des plantes à l'air libre pendant trois mois, 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 15 :** Les étapes de préparation des plantes (original, 2015)

### II.2.2. 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

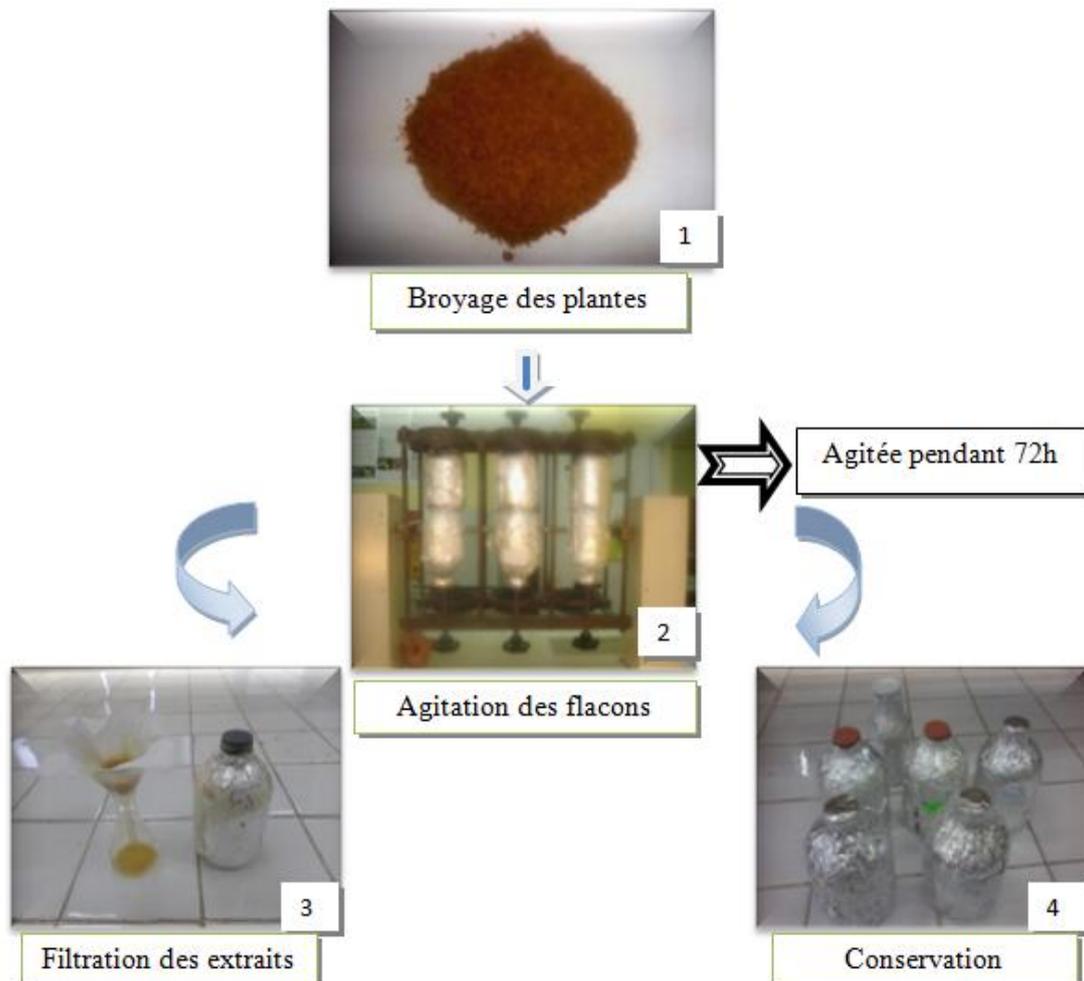
## Chapitre II

### Matériel et Méthodes

(10, 20, 30g) de poudre des différentes plantes ont été préparées et sont mises séparément en suspension avec 250ml 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.

Après ce temps, les extraits sont filtrés à l'aide du papier filtre dans des bouteilles en verre stérile de 250ml, 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.

Les concentrations ont été calculées par rapport au litre d'eau distillée. Nous avons les doses suivantes (10, 20 et 30g/l = 40, 60 et 120g/l).



**Figure 16:** Extraction aqueuse à partir des plantes (original, 2015)

### II.2.3. Origine de l'hydrolat

L'hydrolat d'*A. Herba alba* testé dans notre travail a été préparé au laboratoire de phytopharmacie du département des biotechnologies de l'université Blida1. L'hydrolat a été dilué à 10, 20 et 30%. Ces dilutions ont été testées contre les larves de *Globodera*.

### II.2.4. La préparation des pH

pH des différents extraits et hydrolats de chaque plante ont été mesurés (Tableau1). Ensuite des solutions à trois pH différents ont été préparées avec de l'eau distillée additionnée d'HCL pour le pH acide ou NaOH pour les pH basique. Ils sont représentés par pH acide (3,67); pH neutre (6,67) et au pH basique (8).

Tableau 1 : Valeur des pH des extraits et hydrolat testés

Espèce végétale	Doses (g/l)	pH	Espèce végétale	Doses (g/l)	pH
A.herba alba	40	<b>8.28</b>	L.camara	120	<b>7.27</b>
A.herba alba	80	<b>5.80</b>	U.maritima	40	<b>3.52</b>
A.herba alba	120	<b>5.26</b>	U.maritima	80	<b>3.73</b>
A.absinthium	40	<b>7.50</b>	U.maritima	120	<b>3.76</b>
A.absinthium	80	<b>7.88</b>	Hydrolat	40	<b>6.64</b>
A.absinthium	120	<b>8.60</b>	Hydrolat	80	<b>7.26</b>
L.camara	40	<b>7.4</b>	Hydrolat	120	<b>7.38</b>
L.camara	80	<b>7.14</b>	Témoin	eau	<b>7.00</b>

### II.2.5. Les prélèvements des échantillons

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 de la commune de **Guemar** située à 14 km au nord du chef-lieu de la wilaya d'El Oued. Les prélèvements de sol on été réalisés à l'aide d'une pioche autour de la rhizosphère des plants à la profondeur de 30 à 40 cm durant les mois de février à mars.

### II.2.6. Les méthodes d'extraction les larves de *Globodera*

Pour extraire les larves (12) des nématodes à kystes nous avons fait appel à divers méthodes d'extraction.

### II.2.6.1. Extraction les larves de *Globodera* du sol

La méthode d'extraction utilisée est celle des seaux de Dalmasso (1966), dite méthode de flottaison et sédimentation. Elle permet d'extraire tous les nématodes libres du sol en superposant des tamis à différentes mailles. Elle est basée sur les différences de densité entre les nématodes et les différentes parties du sol.

#### II.2.6.1.1. Le matériel utilisé

Dans cette expérimentation nous avons utilisés les matériels suivant :



**Figure 17:** Matériels utilisés pour la méthode des seaux (Original, 2015).

#### II.2.6.1.2. Le protocole d'extraction

L'opération consiste à mesurer 200 ml de sol dans un bécher. Cette quantité est mise en suspension dans un seau en plastique de 10 L avec 6 ou 7 litres d'eau. A l'aide d'un bâton on mélange le contenu du seau pour mettre en suspension les nématodes et les particules du sol.

**Chapitre II**  
**Matériel et Méthodes**

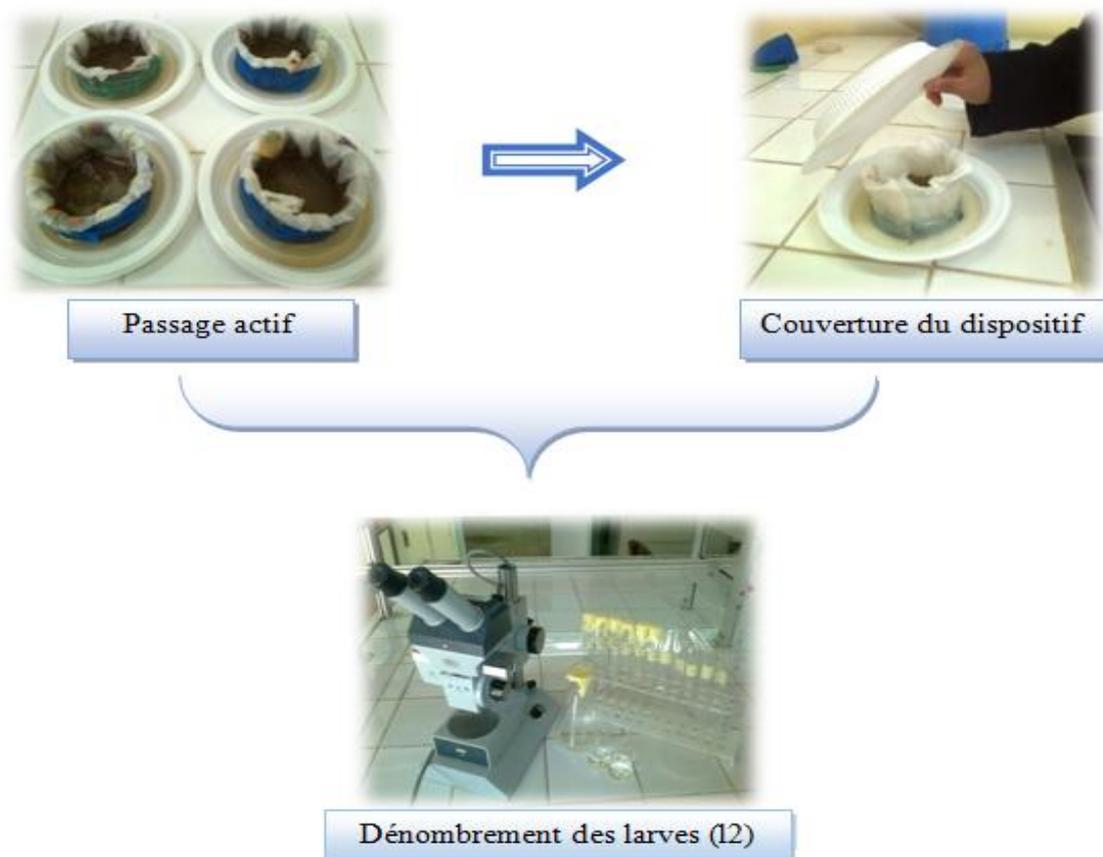
On laisse 30 secondes pour que les particules de sol se sédimentent mais sans que l'eau ne s'arrête de tourbillonner. Le surnageant est versé à travers le tamis (90 $\mu$ ) qui va retenir les nématodes. On récupère le contenu du tamis à l'aide d'un jet d'eau de pissette dans un cristallisoir. L'opération est répétée 3 fois, dans le but de récupérer le maximum de nématodes.



**Figure 18:** Méthode d'extraction des nématodes de Genre *Globodera* (méthode des seaux) (DALMASSO, 1966)

### II.2.6.1.3. La purification des nématodes par passage actif

On procède à la purification par passage actif des nématodes car la solution obtenue après extraction est boueuse. Il est impossible d'observer les nématodes à ce stade. Pour cela on prépare les tamis en plastique avec des filtres kleenex qu'on place dans des assiettes en plastiques. On remplit ces assiettes d'eau jusqu'à affleurement de la surface du tamis. Après 72 h le contenu de chaque assiette est versé dans un tube à essai (100ml). Il est laissé se décanter pendant 1 heure. Ensuite l'eau des tubes est diminuée pour concentrer les nématodes qui seront comptés sous la loupe binoculaire (G x 40).



**Figure 19:** Le Passage actif de *Globodera* sp. (Original, 2015)

### II.2.6.2 .Extraction des kystes de *Globodera* du sol

Pour extraire les kystes de *Globodera* du sol, nous avons utilisé la technique Fenwick (1940). Pour réaliser cette méthode nous avons prélevés un échantillon d'un poids de 200 à 300 g de sol séché.

### II.2.6.2.1. Matériels utilisés

Pour réaliser l'extraction nous avons utilisés les matériels suivant

1. La cruche de Fenwick
2. Entonnoirs en plastique
3. Tamis métalliques à maille de: 2 mm et 90  $\mu$ m
4. Papier-filtre (type Kleenex)



**Figure 20:** Matériels utilisés pour la méthode de Fenwick (Original, 2015).

### II.2.6. 2.2. Le protocole d'extraction des kystes du sol

Pour extraire les kystes, nous avons utilisé la technique de Fenwick (1940). La cruche de Fenwick est lavée puis le bouchon de vidange est fermé. Nous commençons par remplir la cruche d'eau et vérifier qu'il n'y a pas de fuite d'eau au niveau du bouchon de vidange. L'entonnoir qui va maintenir le tamis à maille lâche (2 mm) est placé sur la cruche. L'échantillon de sol séché est déposé dans le tamis (2 mm). L'ensemble du dispositif est placé sous un robinet. Avant de mettre en marche le jet d'eau nous plaçons sous le déversoir de la cruche le tamis à mailles serrées (90 $\mu$ ). Nous mettons en marche le robinet l'eau va couler dans le tamis qui contient le sol infesté par les kystes. Le contenu du tamis sol et kystes sera emporté dans le corps de l'appareil, le sol va se déposer au fond de la cruche alors que les kystes plus léger et les autres matériaux flottants vont monter en surface et seront entraînés par l'eau dans

*Chapitre II*  
*Matériel et Méthodes*

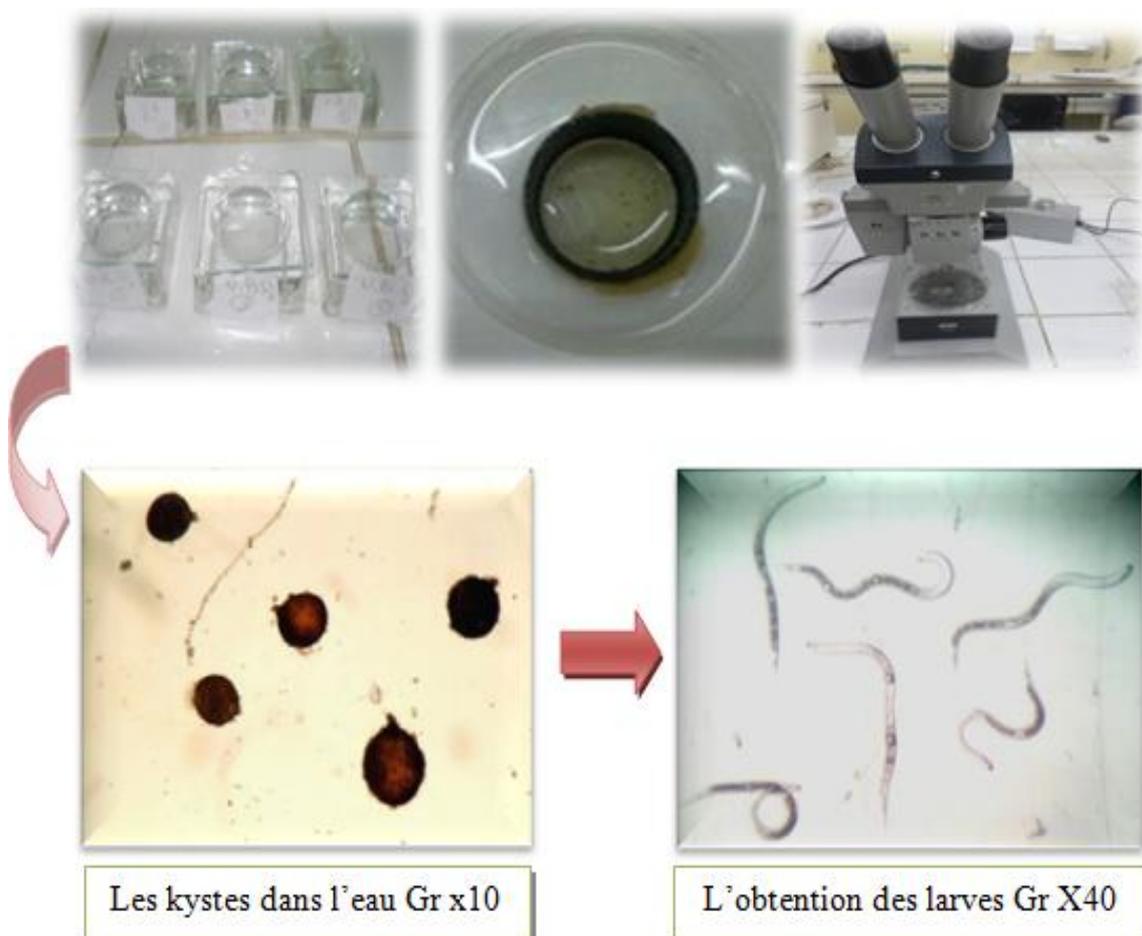
le déversoir et récupérés dans le tamis. Le contenu du tamis sera collecté sur papier filtre et séché dans une étuve à 28°C. Par la suite nous procédons à la collecte des kystes sous loupe binoculaire (G x20) à l'aide de pinceau. Ils seront déposés dans des boîtes de Pétri jusqu'à moment de leur d'utilisation (Figure21).



**Figure 21:** Les étapes d'extraction des kystes (original ,2015)

### II.2.6.3. 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. 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. Un total d'environ 480 larves a été compté.



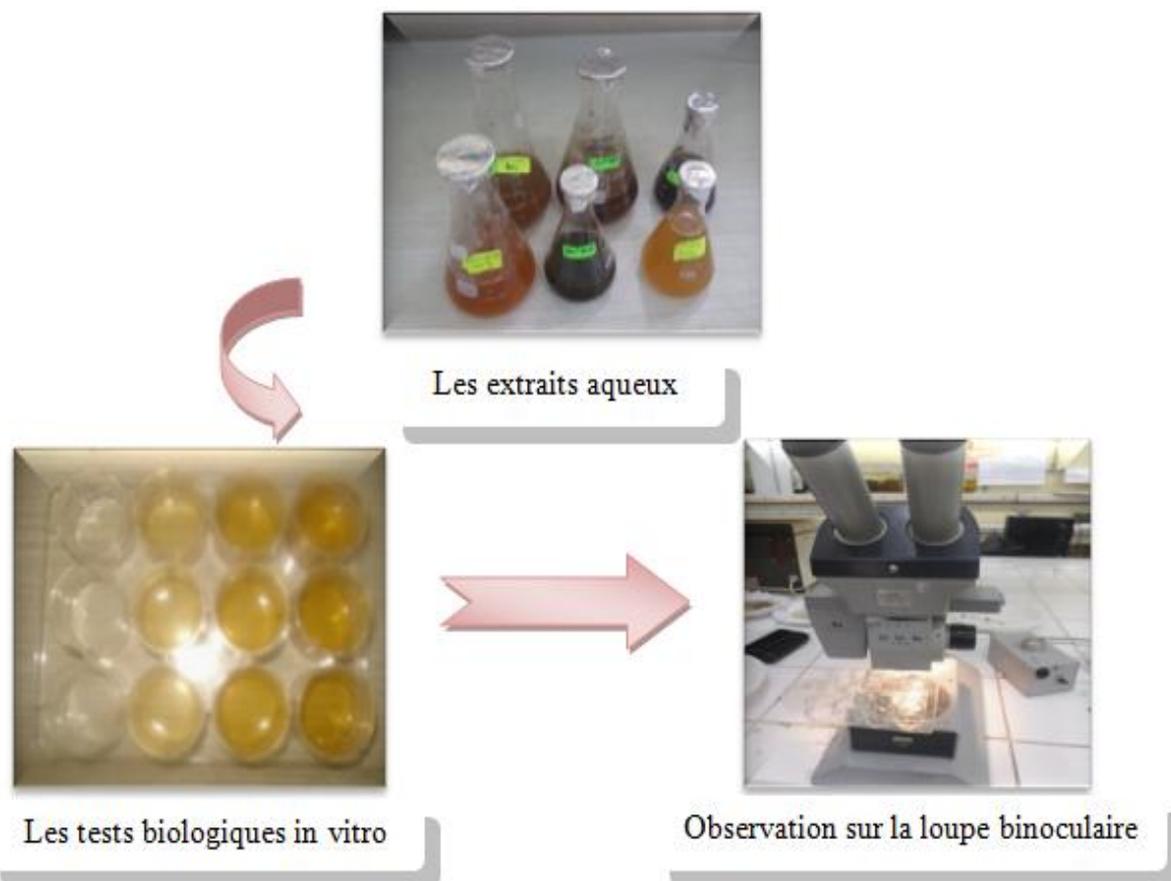
**Figure 22** : Présentation les étapes de l'éclosion des kystes (Original, 2015).

### II.2.7. 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 hydrolats des plantes et leurs concentration (40, 80,120 g/l) 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 23** : Le mode opératoire des tests nématocides in vitro (Original, 2015)

**II.2.8. Analyse des données**

**II.2.8.1. Estimation de la mortalité corrigée**

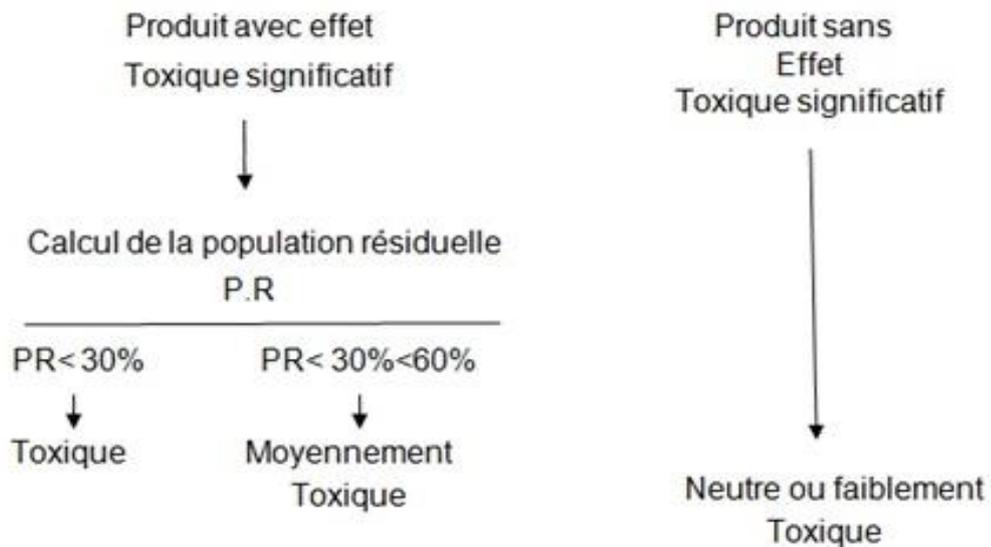
Les taux de mortalité ont été traités par la formule d'Abott (Abott, 1925), qui donne les valeurs corrigées de la mortalité en fonction des mortalités des échantillons traités et du témoin. Cette correction permet d'exclure le biais dû à la mortalité naturelle observée dans nos conditions expérimentales.

**Le pourcentage de mortalité larvaire :**

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

**II.2.9. Estimation des populations résiduelles**

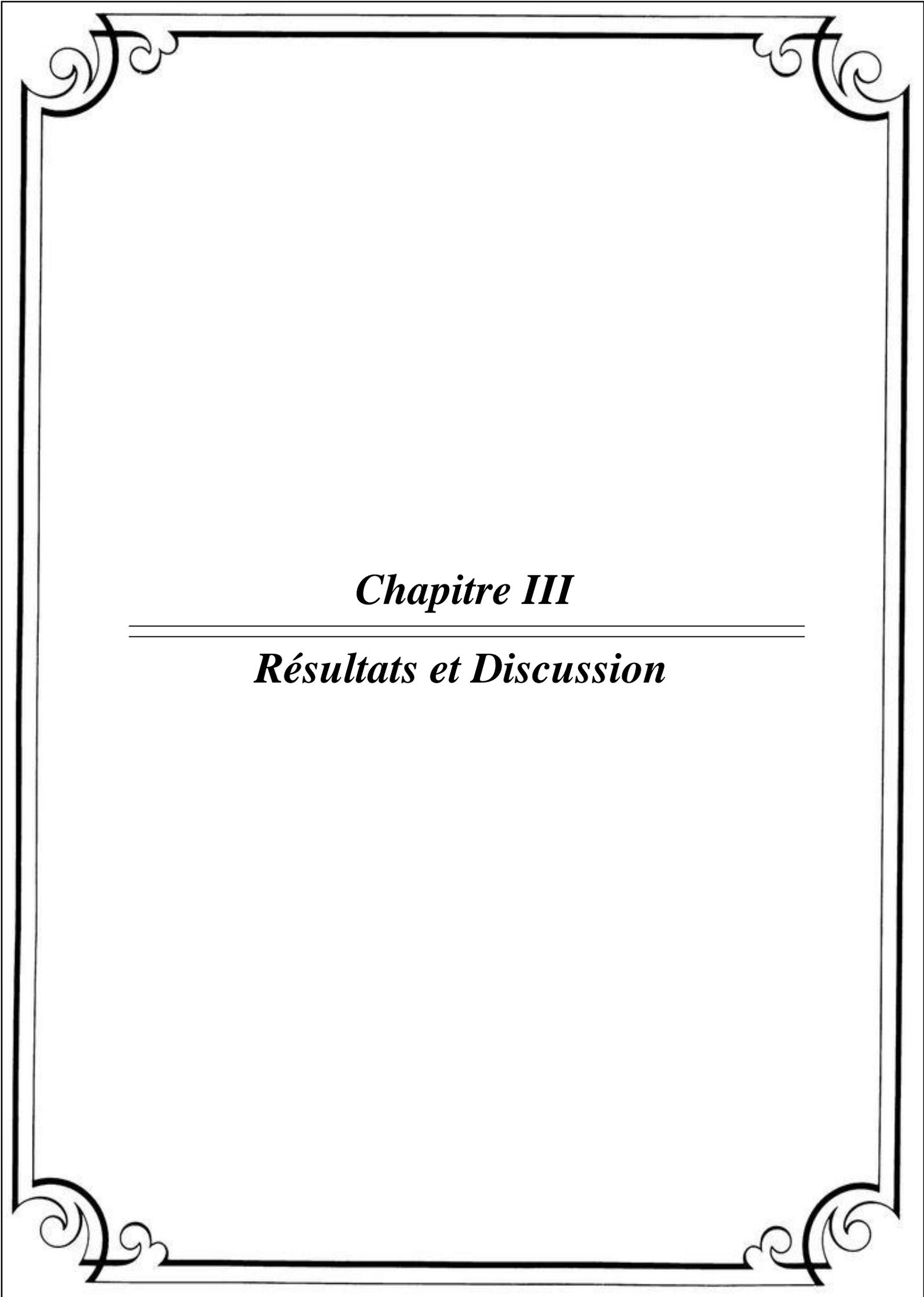
L'évaluation de l'effet toxique des traitements biologiques ont été estimée par la comparaison des populations résiduelles (P.R) selon le test de DUNNET (Magali, 2009).



$$PR = \frac{\text{Nb de formes mobiles(NFM) par Traitement} \times 100}{\text{Nb de Formes mobiles par Témoins (eau)}}$$

### **II.2.10. 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 toxiques vis-à-vis des nématodes *Globodera sp.* L'opération a été réalisée avec le logiciel EXCEL. Les analyses statistiques sont effectuées 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*

### III.1. Evaluation de la toxicité des plantes testées sur les nématodes du genre *Globodera* spp

Dans cette partie, nous allons présenter l'ensemble des résultats réalisés sur les extraits aqueux des feuilles d'*Artemisia herba-alba*, *Artemisia absinthium*, *Lantana camara* et du bulbe d'*Urginia maritima* et l'hydrolat d'*Artemisia herba-alba* sur les juvéniles de *Globodera* spp in vitro.

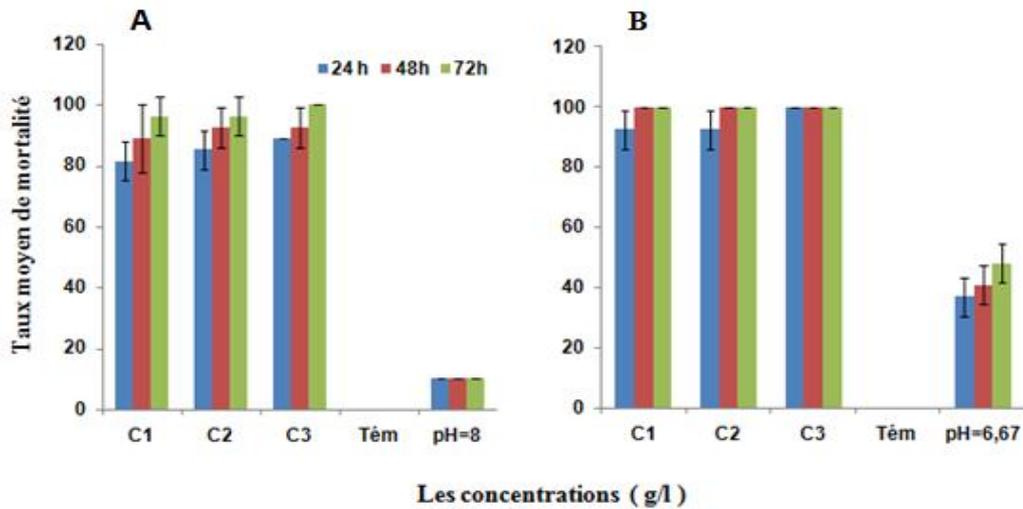
Pour estimer l'efficacité des traitements, nous avons comparées au témoin (eau distillée) et au pH des traitements.

D'après résultats, les différents traitements se sont montrés actives sur les juvéniles du nématode doré de la pomme de terre « *Globodera* ». Concernant l'effet de ces plantes sur la mortalité des larves, on constate une augmentation de taux mortalité en fonction du temps d'exposition et de la concentration.

#### III.1.1. Toxicité des extraits aqueux des feuilles des deux espèces d'armoise

Les résultats obtenus dans la figure (24) révèlent que les extraits aqueux des feuilles d'*A. absinthium* et d'*A. Herba alba* se sont très toxiques sur les larves (L2) de *Globodera* en comparaison avec le témoin eau distillée et le pH des extraits. Toutefois le degré de toxicité varie selon l'espèce végétale, la concentration de l'extrait et la durée d'immersion.

Quelque soit l'espèce d'armoise les taux moyens de mortalité des larves varient en fonction des doses et du temps d'exposition des nématodes. En général, l'effet biocide s'avère important dans les extraits aqueux d'*A. Herba alba* (fig.24 B) par rapport à ceux d'*A. absinthium*. En effet, pour l'armoise blanche la toxicité est totale (100%) après 24 et 48h d'immersion pour toutes les concentrations testées (C1, C2 et C3). Par ailleurs, nous avons enregistré une action très rapide dès les premières heures d'exposition (24h) pour les extraits à faible dose (C1 et C2 ; 40 et 80 g/l). Les taux de mortalité sont de (92,59%). Quand à l'armoise absinthe (fig.24 A) sa toxicité est aussi importante que l'espèce su- citée. Néanmoins, le nombre de survivant a été signalé dans toute les concentrations quelque soit le temps d'exposition à l'exception pour la dose C3 (120g/l) Après 72 heures avec 100% mortalité.



**Figure 24** : Variation de la toxicité des extraits aqueux des deux armoises *Artemisia absinthium* (A) et *Artemisia herba alba* (B)  
 C1: 40g/l; C2: 80g/l; C3: 120g/l; Tém: Témoin;

Pour les témoins eau distillée (Tém) les taux de mortalité sont nuls. Par contre la solution pH acide (6,67) la mortalité elle augmente sensiblement après 2 jours (48h) pour obtenue (48,15%) et pH basique (8,00) la mortalité est faible après 24h d’immersion. Elle n’atteint les (10%).

### III.1.2. Toxicité de l’hydrolat des feuilles d’*Artemisia herba alba*

La figure (25) illustre l’évolution des pourcentages des mortalités cumulées et corrigées par rapport au témoin en fonction du temps et des doses du traitement à l’hydrolat d’*A. herba-alba*.

Le taux moyens de mortalité de *Globodera spp* est inversement proportionnel aux concentrations testées. Il s’avère que la dose C1 (40g/l) est plus toxique. Elle a occasionné plus de (50%) de mortalité dès les premières 24h. Ces ont augmenté sensiblement pour atteindre (55,56%) et (59,26%) respectivement après 48 et 72h.

Alors que pour les concentrations élevées C2 et C3 (80 et 120g/l) la mortalité est faible quelque soit le temps d’immersion elle ne dépasse pas les 40%.

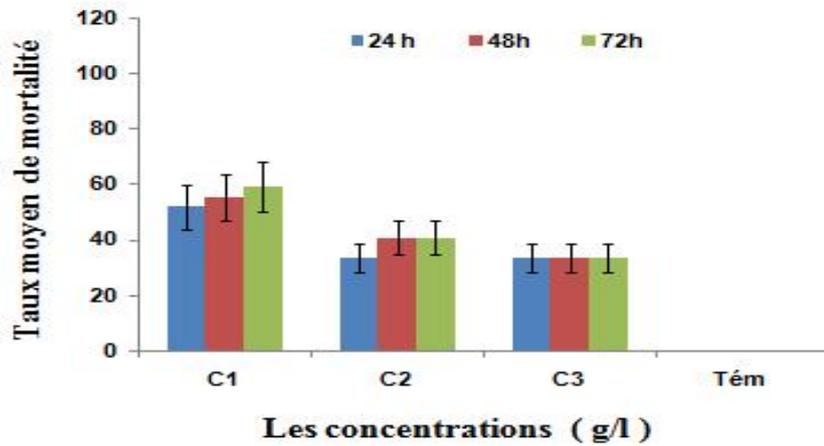


Figure 25 :Variation de la toxicité de l’hydrolat selon des doses

### III.1.3. Toxicité comparée des traitements à base d’armoise

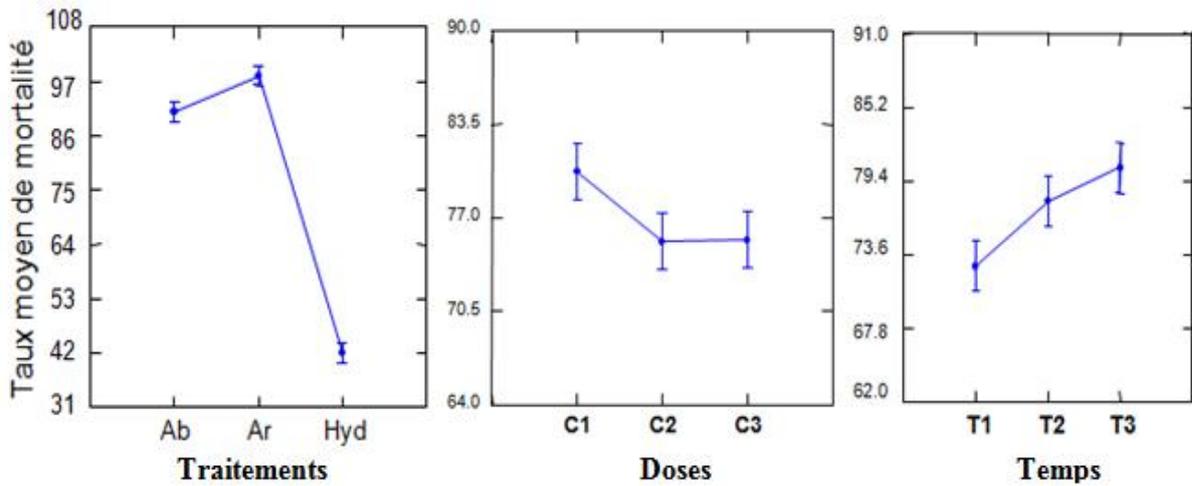
Pour interpréter nos résultats nous avons appliqué l’analyse de la variance modèle G.L.M. aux résultats obtenus. Le tableau 2 montre que la toxicité des traitements à base d’armoise varie d’une manière très hautement significativement dans le temps et selon le type de traitement ( $p=0.000$  ;  $p < 0.05$ ). Alors que la différence est non significative en fonction des doses testées ( $p=0.141$  ;  $p<0.005$ ).

Tableau 2 : Model G.L.M. appliqué au pouvoir nématocide des traitements d’armoise en fonction du temps d’exposition et des doses utilisées

Source	Sommes des carrés	d.I.I	Carrés moyens	F.ration	p
Traitements	50458.296	2	25229.148	241.623	0.000
Doses	420.667	2	210.333	2.014	0.141
Temps	838.296	2	419.148	4.014	0.022
Erreur	7726.741	74	104.415		

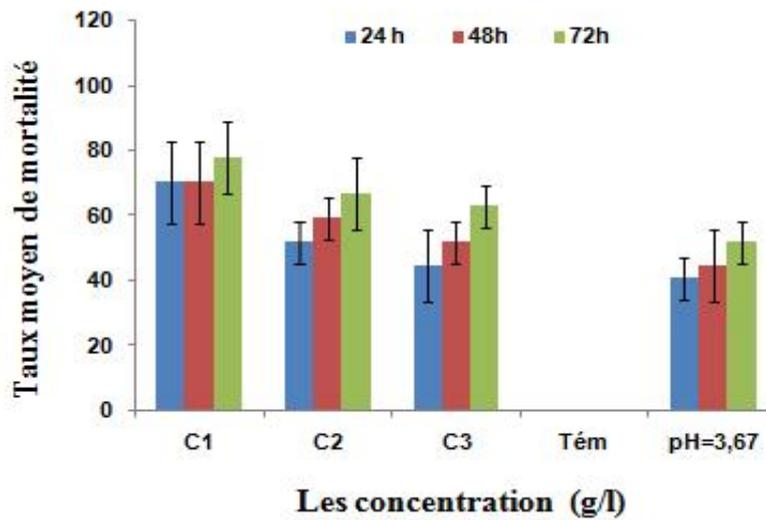
L’examen des figures (26) confirme que l’effet biocide des extraits aqueux des feuilles des deux armoises notamment ceux d’*A. Herba alba* sur les juvéniles de *Globodera* en comparaison avec l’hydrolat de la même espèce « *A.herba alba* ».

Ces traitements agissent graduellement dans le temps. La plus forte mortalité est obtenue après les 72h d’exposition des nématodes.



**Figure 26 :** Toxicité comparée des espèces d'armoises (*d'A.herba- alba et A.absinthium et hydrolat d'A.herba- alba*  
C1: 40g/l; C2: 80g/l; C3: 120g/l; Tém: Témoin;

#### III.1.4. Toxicité des extraits aqueux du bulbe *d'Urginea maritima*



**Figure 27 :** Variation de la toxicité des extraits aqueux du bulbe *d'Urginea maritima*

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*. Nous avons enregistré une mortalité de (70%). Pour accéder aux 78% après 72h.

Cependant, pour les doses élevées la toxicité diminue sensiblement particulièrement pour la C3 (120 g/l). Après 24h la létalité des larves est inférieure à 50%. Mais après 72h d'exposition elle atteint (63%).

En comparaison avec le témoin, le pH acide (3,67) des extraits aqueux d'*U. maritima* a exhibé une certaine toxicité vis-à-vis des juvéniles des nématode à kystes. Les taux enregistré sont de 41, 44 et 52 % respectivement après 24, 48 et 72h d'exposition.

### III.1.5. Toxicité des extraits aqueux des feuilles de *Lantana camara*

Les résultats Fig. (28) montrent que les extraits aqueux des feuilles de *L. camara* pour Les différentes concentrations testées après 72h d'exposition ont présenté un effet toxique élevé sur les larves L2. Les taux de mortalité oscillent entre 81et 92,59%. Par ailleurs nous notons que l'activité biocide des ces extraits est importante même à faible dose (C1) dès les 1<sup>ères</sup> heures d'immersion (24h). Le taux de mortalité obtenu dépasse les 50%.

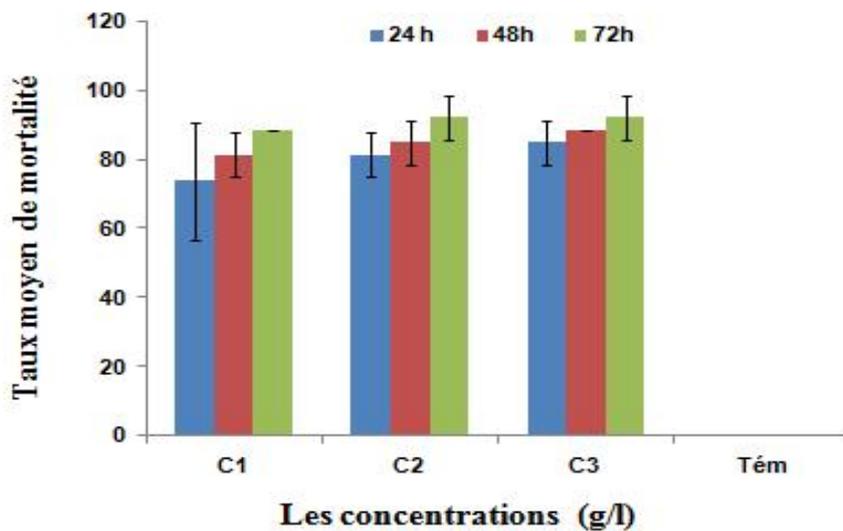


Figure 28 : Variation de la toxicité des extraits aqueux de *Lantana.Camara*

III.1.6. Analyse comparative de l'activité biocide des traitements testés

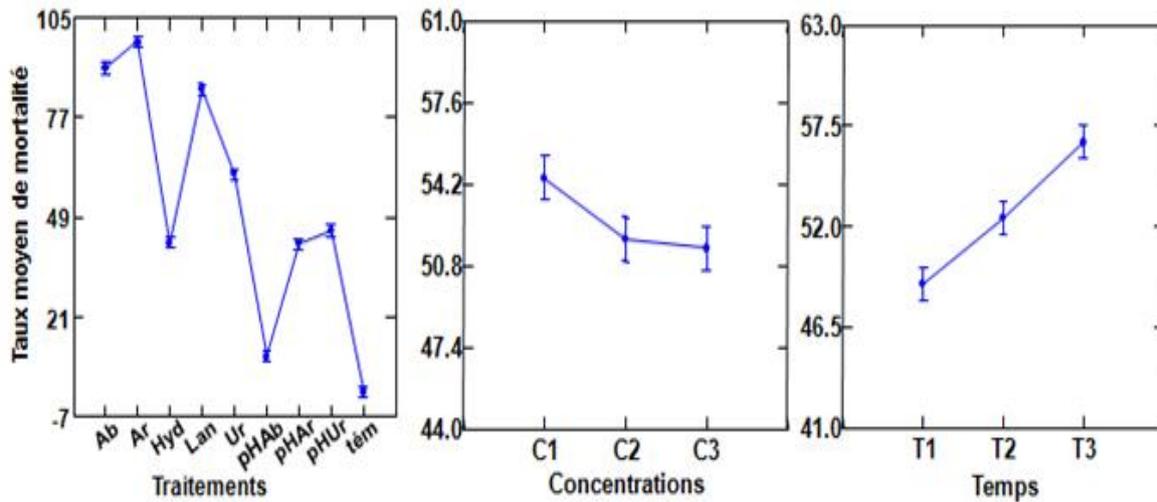
Les résultats obtenus sont confrontés l'analyse de la variance G.L.M., tableau (3). Ce dernier révèle que la toxicité varie d'une manière très hautement significativement dans le temps selon le type de traitement ( $p=0.000$  ;  $p < 0.05$ ). Alors que pour les doses testées la différence est significative ( $p=0.049$  ;  $p < 0.05$ ).

Tableau 3: Model G.L.M. appliqué au pouvoir nématocide des traitements utilisés en fonction du temps et des doses utilisées

Source	somme des carrés	d,I,I	Carré moyens	F-ratio	p
Traitement	257122.626	8	32140.328	474.567	<b>0,000</b>
Doses	414.848	2	207.424	3.063	<b>0,049</b>
Temps	2446.033	2	1223.016	18.058	<b>0,000</b>
Erreur	15576.897	230	67.726		

La figure (29), relative aux différents traitements dévoile l'effet toxique des traitements sur les larves de *Globodera*. Par ailleurs, l'activité biocide des extraits s'avère plus importante que l'hydrolat. Parmi les extraits aqueux ceux issus des espèces d'armoise ont dévoilé une toxicité presque comparable, néanmoins *A. herba alba* a exposé un effet nocif le plus élevé. L'effet toxique des extraits de *L. camara* est aussi important par rapport à ceux du bulbe d'*U. maritima*.

En ce qui concerne les concentrations, l'analyse révèle que la toxicité des traitements est inversement proportionnelle aux doses testées. Par ailleurs, la toxicité des extraits testés augmente dans le temps d'exposition. Elle est plus élevée après 72h d'exposition.



**Figure 29 :** Toxicité comparée des extraits aqueux des traitements testés sur *Globodera spp* (Ab :*Artemisia herba-alba* Ar : *Artemisia absinthium* ; Hyd d'*Artemisia herba-alba*;Lan: *Lantana camara* ;*U.maritima*)  
C1: 40g/l; C2: 80g/l; C3: 120g/l; Tém: Témoin;

### III.1.7.Évolution temporelle des populations résiduelles du *Globodera spp*. En fonction des traitements et des doses

L'application des extraits aqueux des feuilles d'*A.herba alba*, *A.absinthium* et *L.camara* et du bulbe d'*U. maritima* et hydrolat d'*A.herba alba* sur les nématodes a kystes de la pomme de terre *Globodera*. Nous a permet d'estimer l'efficacité de trois doses apportées on se référant à l'évaluation des populations résiduelles par le biais du test de DUNNET.

L'évolution temporelle des populations résiduelles selon la figure (30) montre en général une faible toxicité des traitements après les premières heures (24h) d'exposition les larves du nématode à kyste. L'efficacité des traitements augmente progressivement dans le temps en fonction des concentrations.

Pour la faible dose C1 (40g/l) tous les traitements sont classés dans l'intervalle toxique à l'exception de l'hydrolat d'*A. Herba alba* qui est moyennement toxique quelque soit le temps d'immersion.

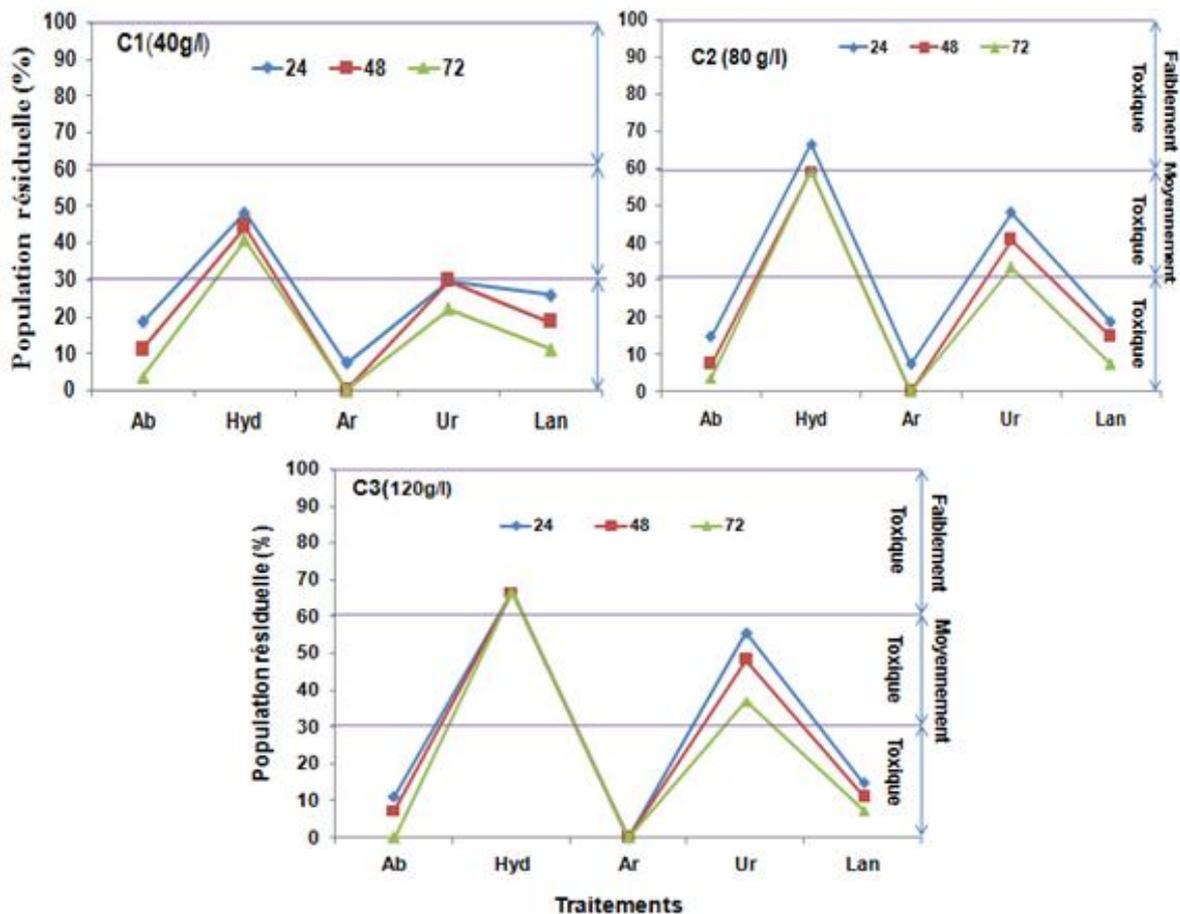
L'effet biocide des extraits aqueux à la dose de C2 (80g/l) ont montrée pratiquement les mêmes tendances pour les deux espèces d'armoise et de *Lantana*. En effet leur effet biocide augmente et garde toujours leur statut toxique. Par contre la

### Chapitre III

#### Résultats et discussion

toxicité de l'hydrolat de l'armoise blanche et d'*U. maritima* diminue sensiblement. Les deux traitements sont rangés dans le moyennement toxique pour *Urginea* et dans la limite du faiblement toxique pour L'hydrolat.

En ce qui concerne la forte dose C3 (120g/l) *Artemisia herba alba*, *A. absinthium* et *Lantana* leur toxicité est proportionnelle aux doses testées. Elles deviennent plus actives vis-à-vis des larves de *Globodera* et conservent leur rang toxique. Contrairement à l'hydrolat et *Urginea* dont l'efficacité affaiblit avec l'augmentation des concentrations. En effet l'hydrolat devient faiblement toxique et *Urginea* moyennement toxique quelque soit le temps d'exposition des larves.



**Figure 30:** Variation des populations résiduelles en fonction des traitements et des dose  
Ab : *Artemisia herba-alba* , Ar : *Artemisia absinthium* ;Hyd : hydrolat *Artemisia herba-alba*;  
Lan : *Lantana camara* ;Ur : *Urginea maritima*

C1: 40g/l; C2: 80g/l; C3: 120g/l; Tém: Témoin;

### III.2. Discussion générale

Les plantes et leurs métabolites secondaires sont une source importante de molécules pour le développement de nouveaux biopesticides. La reconnaissance du rôle important de ces composés a augmenté, notamment pour limiter la résistance aux ravageurs et aux maladies. L'utilisation intensive des pesticides de synthèse et leurs risques environnementaux et toxicologiques ont généré la nécessité de développer d'autres sources de substances naturelles à intérêt dans la gestion des ravageurs des plantes (Cavoski *et al.*, 2011; 2012). Ces composés sont extrêmement divers et ont été identifiés dans plusieurs grandes classes. Les plus importants sont les alcaloïdes, monoterpénoïdes, flavonoïdes, diterpénoïdes et polyphénols (Feeny, 1976).

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 tels que les composés phénoliques efficace dans la lutte contre les nématodes (Siddiqui *et al.* 1988 ; Faouzi, 2002).

Les résultats de ce présent travail de l'effet biocide des extraits aqueux des feuilles d'*A. herba-alba*, *A. absinthium*, *L. camara* et du bulbe d'*U. maritima* ainsi que l'hydrolat d'*A. herba-alba* sur des larves L2 de *Globodera* ont dévoilé une toxicité différente sur les juvéniles de ce phytoparasites. Très peu de recherche ont été réalisées dans ce domaine. Toutefois quelques informations sur l'activité nématocide des extraits de plantes *in vitro* sur *Globodera sp* ont été rapportés par D'Addabbo (2010 ; 2013), (Maistrello *et al.*, 2010 ; 2013); (Renco *et al.*, 2012 ; 2013). Par ailleurs, nos résultats sont en concordance avec les travaux de certains auteurs qui affirment l'effet biocide des extraits de plantes sur divers espèces de nématodes à savoir D'Addabbo *et al.* (2013) sur *Globodera sp* ; Insunza (1994) sur *Ditylenchus dipsaci*, *Heterodera shachtii* et *Pratylenchus penetrans* et Wiratno *et al.* (2009) ; Wondimeneh Taye *et al.* (2012) ; Mayad *et al.* (2006) sur les nématodes à galles et Touahri (2015) sur *Xiphinema*.

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*. En général, l'exposition des larves dans les extraits à fortes concentrations et après 72 h d'immersion ont dévoilé une toxicité très hautement significative. Ce résultat rejoint les travaux de Ploeg (2000) ; El Badri (2008) ; Kheir (2011) ; Denni (2011) ; Hadroug (2013) ; (Hadj-Sadok *et al.*, 2014) et Touahri (2015).

La comparaison de la toxicité des trois traitements à base d'armoise (extraits aqueux des feuilles d'*A. herba alba* et *A. absinthium* et l'hydrolat d'*A. herba alba*) ont révélé une toxicité significativement différente vis à vis des larves de *Globodera*. Ces résultats sont comparable à ceux de Kheir (2011) qui a découvert un effet biocide significativement différent des extraits aqueux *A. herba alba* et *A. judaica* sur les larves de (L2) de *Meloidogyne*. Toutefois, l'activité biocide des extraits d'*A. herba alba* et d'*A. absinthium* s'avère plus importante sur les larves que l'hydrolat d'*A. herba alba*. Selon D'Addabbo *et al.* (2013) les larves de *G. rostochiensis* sont fortement affectées par les plus faibles concentrations de l'artémisinine extraite de l'*Artemisia annua*.

En ce qui concerne la toxicité comparée des différents traitements (*A. herba-alba*, *A. absinthium*, *L. camara* et *U. maritima*) l'efficacité est très hautement significative ( $p=0.000$ ;  $p<0.05$ ) sur le nématode *Globodera*. Les deux espèces d'armoise ont dévoilé une activité biocide presque comparable, néanmoins *A. herba alba* a exposé un effet nocif plus élevé. L'effet toxique des extraits de *L. camara* se classe en troisième position suivi par ceux du bulbe d'*U. maritima*, alors que l'hydrolat de l'armoise blanche se range en fin de liste. 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* aux différents traitements peut être attribuée d'une part à ces caractéristiques morpho-anatomique en relation avec la perméabilité de la cuticule (Yeates *et al.*, 1993 ; Davies et Curtis, 2011) et d'autre part aux différentes propriétés chimiques des composés des plantes (D'Addabbo *et al.*, 2013). Les travaux d'Oka *et al.* (2000) ; Gommers et Bakker (1988) et Chitwood (2002) signalent plusieurs composés à activité nématocides dans les plantes. Parmi eux les alcaloïdes, les diterpènes, les acides gras, les glucosinolates, les isothiocyanates, les phénols, les polyacétylènes, les

### Chapitre III

#### Résultats et discussion

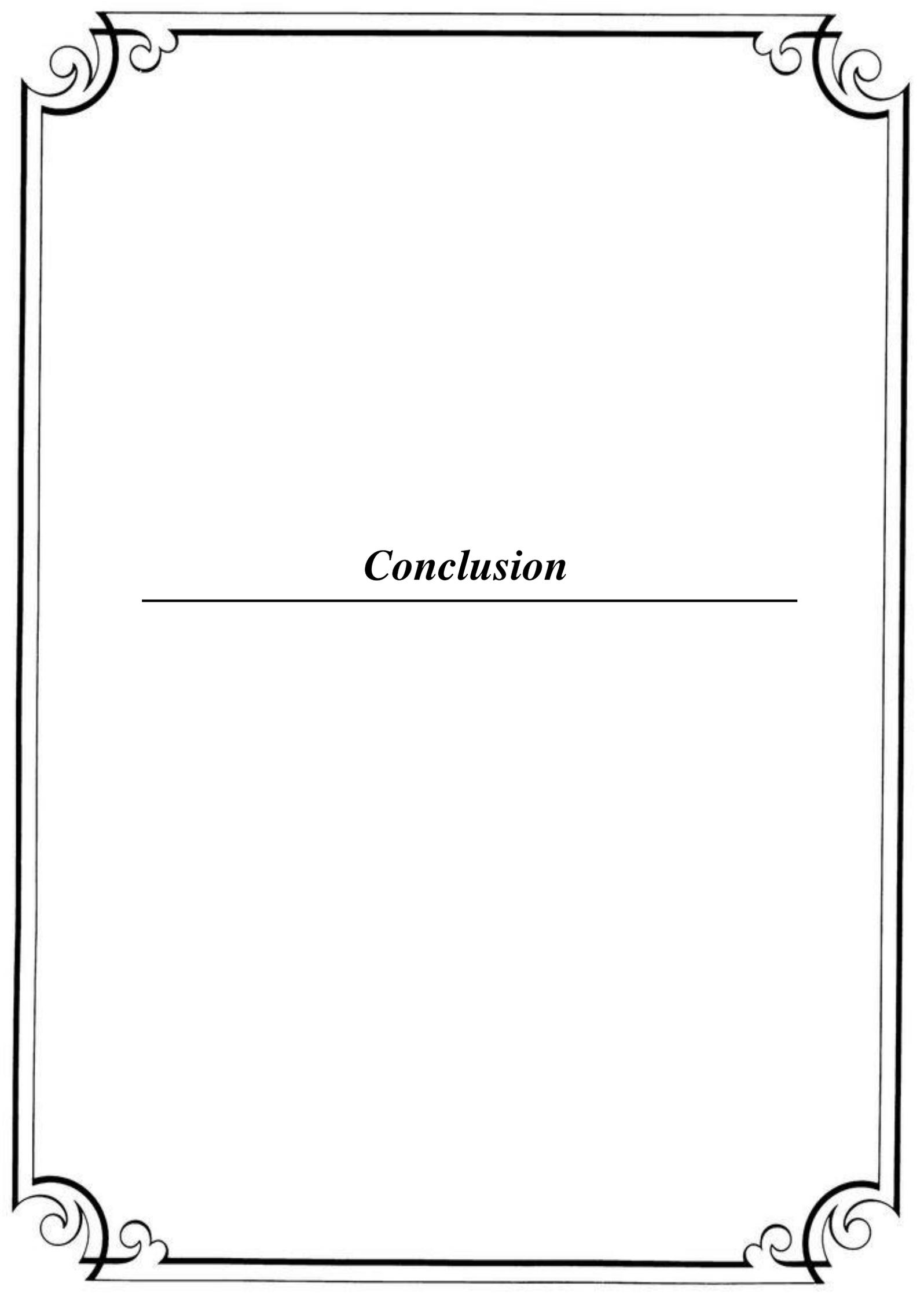
flavonoïdes, les sesquiterpènes et les thienyls. D'après Benhalima (2011) ; Siddiqui *et al.* (2008) ; Srivastava *et al.* (2006) l'activité nématocide de *Lantana camara* est due à ces composés chimiques, notamment le Pomolique, le lantanolique, et les acides lantoliques. Ces composés ont montré une mortalité de 100% sur les larves de *M. incognita* après 24 h alors que le camarin, le lantacine, le camarinine et l'acide ursolique ont provoqué une mortalité de 100% après 48 h.

L'étude réalisée par D'Addabbo *et al.* (2013), sur l'effet des extraits aqueux d'*A. annua* et ses principaux métabolites (acide caféique, l'acide chlorogénique et l'artémisinine) a montré que les deux composés phénoliques (acide caféique, l'acide chlorogénique) sont hautement actifs sur les larves (12) de *Globodera rostochiensis*. Trifonova et Atanosov (2011) signale une importante action biocide des extraits aqueux des feuilles de *Nicotiana tabacum* dans la réduction des populations de *Globodera rostochiensis* dans les champs de pommes de terre. Les propriétés nématocides de cette plante sont dues à ces composés chimiques notamment à sa richesse en alcaloïde (anabasine), glucoside, la choline, l'acide propionique, pyrène et d'autres produits chimiques moins actifs (Anonyme, 2012b). D'un autre côté Maistrello *et al.* (2010 ; 2013), Renco *et al.* (2012, 2013), Affirment que les extraits aqueux du châtaignier (*Castanea sativa L*) sont efficaces pour contrôler le nématode à kystes *Globodera rostochiensis* et *G. pallida*. Par ailleurs, les essais *in vitro* ont montré que les tanins de châtaignier réduisent significativement les taux de nématodes à kyste *Globodera rostochiensis* quelque soit la concentration testée.

Concernant la toxicité des pH, les résultats ont révélé un effet assez négligeable du pH basique (8) des extraits aqueux d'*A. absinthium*. Par contre, pour les pH acide (6,67) et (3,67) une certaine toxicité a été enregistrée sur les larves de *Globodera*. Selon Yepsen (1984) la pomme de terre moins affectée par des nématodes à kystes dans un sol acide. Ces résultats sont comparables à ce Mcelderry *et al.* (2005) qui indiquent que l'acidification du sol avec l'acide chlorhydrique à pH 3,5 réduit les populations de *Tylenchorhynchus* de 70% dans des conditions d'aérobies, et de 80% dans des conditions d'anaérobies.

Par référence au test de DUNNET, l'activité biocide des bioproduits testés varie en fonction du temps d'exposition et des concentrations. Parmi ces traitements les deux espèces d'armoise et *Lantana* se sont montrées toxiques sur les larves de

*Globodera*. Alors l'hydrolat d'*A. Herba alba* et l'extrait du bulbe d'*U. maritima* sont classé en général dans l'intervalle moyennement à faiblement toxique. Contrairement à nos résultats ces deux derniers traitements se sont rangés toxique sur le nématode de la vigne *Xiphinema* (Touahri, 2015). Selon Saleh *et al.* (1987), la toxicité des armoises comme *A. herba alba* serait en relation avec les composants actifs contenues au niveau de la plante tel que les flavonoïdes communs (flavones glycosides et flavonols).



## *Conclusion*

---

## **Conclusion**

En Algérie, le recours aux nématicides reste le moyen le plus utilisé par les agriculteurs pour désinfecter le sol. Ces produits posent de sérieux problèmes, ils empoisonnent non seulement les plantes mais laissent également des résidus très toxiques pour les consommateurs, et polluent les nappes phréatiques (Cayrol *et al.*, 1992). Ainsi, l'intérêt actuel de préserver l'environnement pour une agriculture durable nécessite la recherche de la (ou des) molécule (s) toxique (s) aux nématodes contenue (s) dans la plante.

A la lumière des résultats obtenus sur les essais *in vitro* des extraits aqueux de quatre plantes médicinales (*Artemisia absinthium*, *Artemisia herba-alba*, *Lantana Camara*, *Urginea maritima*) et de l'hydrolat d'*Artemisia herba-alba* vis à vis des larves (12) du nématode de la pomme de terre *Globodera* nous pouvons conclure que :

✓ Les différents traitements utilisés se sont révélés toxique sur les juvéniles de *Globodera*, se traduisant par une augmentation de la mortalité qui dépend des concentrations des bioproduits et du temps de traitement. En général, les traitements issus des fortes doses (120 g/l) se sont révélés plus actives sur ce nématode. Les taux de mortalité les plus élevés sont enregistrés après 72h d'immersion.

✓ Les taux de mortalité les plus importants sont enregistrés pour l'extrait aqueux des deux espèces d'armoise (*A. herba-alba* et *A. absinthium*) leur action est presque similaire. Par ailleurs l'activité biocide d'*A. herba-alba* apparait dès les premières heures (24h) sur les larves de *Globodera*. L'effet toxique des extraits de *L. camara* se classe en troisième position suivi par ceux du bulbe d'*U. maritima*, alors que l'hydrolat de l'armoise blanche se range en fin de liste.

✓ La nocuité d'*U. maritima* et de l'hydrolat d'*A. herba-alba* est inversement proportionnelle aux concentrations testées. La faible dose C1 (40g/l) est plus toxique pour les larves de *Globodera*.

## *Conclusion*

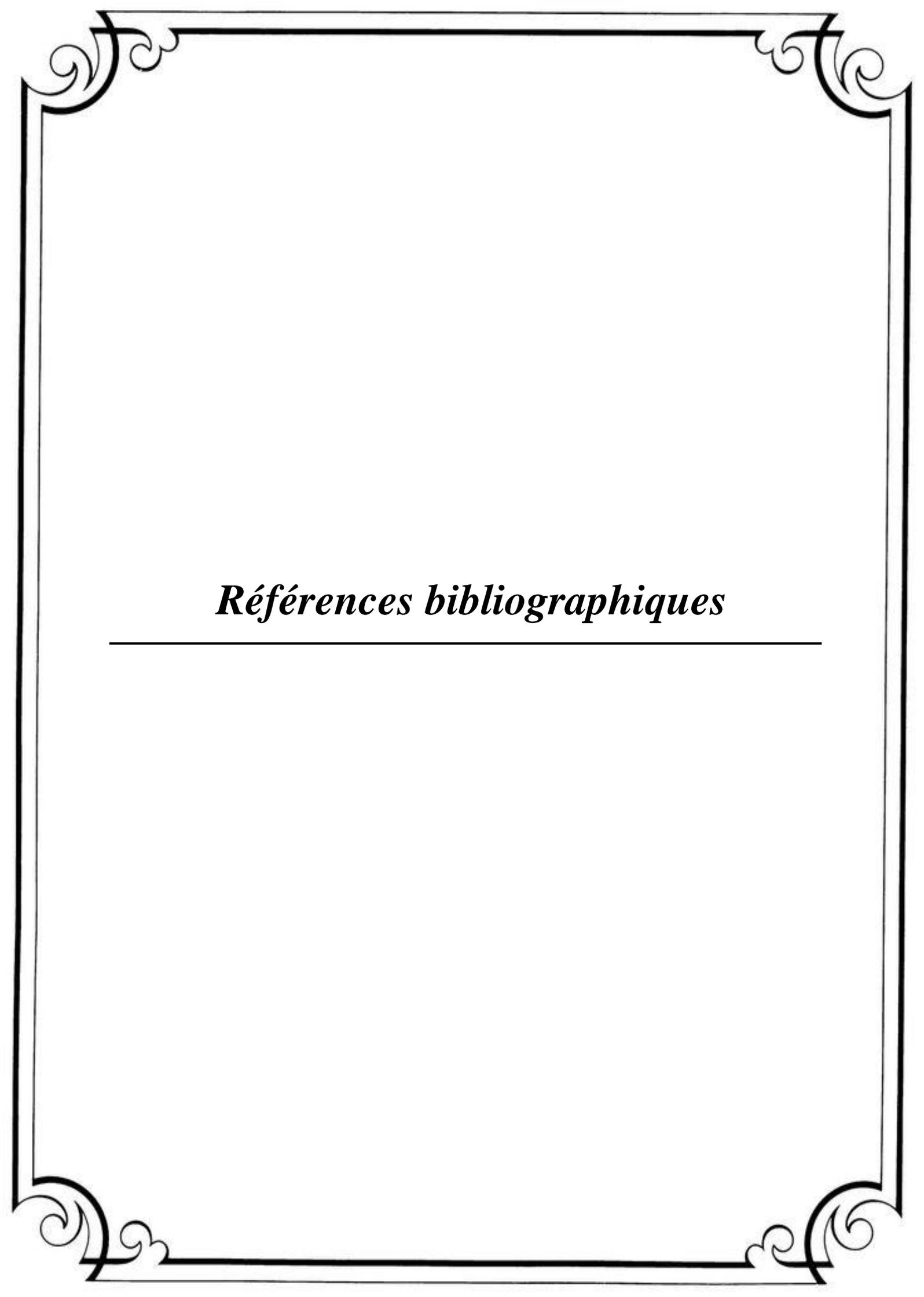
---

### *Conclusion*

✓ D'après le test de DUNNET, l'activité biocide des traitements varie en fonction du temps d'exposition. Parmi ces traitements les deux espèces d'armoise et *Lantana* sont rangés comme étant toxique sur les larves de *Globodera*. Alors l'hydrolat d'*A. herba alba* et l'extrait du bulbe d'*U. maritima* sont classé en général dans l'intervalle moyennent à faiblement toxique.

Ces plantes ouvrent la voie à la possibilité de leur utilisation dans le cadre d'un programme de lutte intégrée. En perspective, des recherches restent à développer, principalement dans :

- La caractérisation des matières actives existantes chez chaque espèce étudiée dans le but de formuler des bio-nématicides conformes aux attentes des producteurs et applicables dans le domaine agricole.
- Les méthodes d'application de ces bio-nématicides.
- Etendre les essais de ces plantes sur d'autres espèces de nématodes à importance agronomique.



*Références bibliographiques*

---

## Références bibliographiques :

- ✚ **Abbott W.S., 1925-** A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal Ecological Entomology*, (18): 265-267.
- ✚ **Aberham A, Çiçek, S. S, Schneider P., Stuppner H.,2010-** Analysis of sesquiterpene lactones, lignanes and flavonoids in wormwood (*Artemisia Absinthium L.*) using high performance liquid chromatography (HPLC) – Mass Spectrometry, Reversed Phase HPLC, and HPLC Solid Phase Extraction – Nuclear Magnetic Resonance. *J. Agric. Food Chem.* 58: 10817–10823.
- ✚ **Abou-lkhir R., 2012-** Forum développement agricole En ligne sur <http://Forumfarm.net>
- ✚ **Adamsa M., Bersata c., Kesslerb M. and HAmburgera M., 2009** -Medicinal herbs for the treatment, of rheumatic disorders - A survey of European herbals from the 16th and 17th century. *Journal of Ethnopharmacology*, 121: 343-359.
- ✚ **Agbenin N.O., Emechebe A.M., Marley P.S., 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. *Am. J. Dis. Child.* 107: 109-112.
- ✚ **Anderson J.A.D., Lewthwaite S.L., Genet R.A., Broam F., Gallagher D., 1993-** " Karka": A new fresh market potato with high resistance to *Globodera pallida* and *Globodera rostochiensis*, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 21, 95-97.
- ✚ **Anonyme 1960** -L'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture. Recherche sur la zone aride Les plantes médicinales des régions arides, 99 p.
- ✚ **Anonyme ., 2000a-** Directive 2000/29/CE du conseil du 8 mai 2000 concernant les mesures de protection contre l'introduction dans la Communauté d'organismes nuisibles aux végétaux ou aux produits végétaux et contre leur propagation à l'intérieur de la Communauté. Conseil de l'Union européenne, L169/1-L169/106.
- ✚ **Anonyme.,2000b-**Association Haïti-Cosmos. Séminaires de Phytothérapie Moderne. En ligne sur <http://www.antenna.ch/documents/FichesPlantes.pdf>.
- ✚ **Anonyme., 2004** - VégéTox : Toxicologie Végétale Vétérinaire sur ligne <http://www.vegetox.envt.fr>.
- ✚ **Anonyme 2005-** Agriculture et Agroalimentaire Canada. Profil de la culture de la pomme de terre au Canada. Ottawa, Ontario, Programme de réduction des risques lié aux pesticides, Centre pour la lutte antiparasitaire.
- ✚ **Anonyme 2006-** la production de la pomme de terre en Algérie (Statistique de pomme de terre : Direction des services Agricoles de wilaya de Mila).
- ✚ **Anonyme 2007-** Pomme de Terre au monde. EN ligne sur <http://www.potato2008.org/fr/monde/index .html>

## Références bibliographiques

### Références bibliographiques

- ✚ **Anonyme 2009** -EPPO Standards - Diagnostics - PM 7/40(2) *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. Bull. OEPP 39, 354-368.
- ✚ **Anonyme 2011a** -AGENCE CANADIENNE D'INSPECTION DES ALIMENTS, page consultée le 17 novembre 2011. Nématode à kyste de la pomme de terre, Nématode doré (*Globodera rostochiensis*), Nématode à kystes pâles (*Globodera pallida*), En ligne  
<http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/pestrava/gloros/tech/glorosf.shtml>.
- ✚ **Anonyme 2011b**- CABI/EPPO, *Globodera rostochiensis*. [Distribution map]. Distribution Maps of Plant Diseases, No.April. Wallingford, UK: CABI, Map 778 (Edition 2).
- ✚ **Anonyme 2012a**- Agence Canadienne D'inspection des Aliments. Nématodes à kyste de la pomme de terre, En ligne sur
- ✚ **Anonyme., 2012b** -PFaF -Plant for a future –*Nicotiana tabacum*.
- Anonyme.,2013**- Organisation D'Essais inter-laboratoires d'aptitude : Retour d'expérience de près de dix ans de l'unité de nématologie du Laboratoire de la santé des végétaux .cahier n° 9 spécial végétale , pp.29-32.
- ✚ **Anonyme 2014a**. -Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche Institut National de la Protection des Végétaux (INPV)
- ✚ **Anonyme., 2014b** EPPO - A1 and A2 Lists of Pests Recommended for Regulationas Quarantine Pests. European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris, France, 16 pp.
- ✚ **Arbonnier M., 2002** - *Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest*. Ed. ISBN CIRAD, Pont-sur-Yonne, 392, 574 p.
- ✚ **Barre J.T., Bowden B.F., Coll J.C., eJesusJ.D, La Fuente V.De, Janairo G.C. and Ragasa C.Y.,1997**-Abioactive triterpenoid from *Lantana camara*.*Phytochemistry* , 4 , 321-324
- ✚ **Ben Saad A., Khalil J.A., Farag I., Abugnia A., Saleh A., 1981**- Diseases and Pests of Crop Plants of Libya., Libya: University Al-Fateh.
- ✚ **Benhalima S., 2011**-Activité Nématocide Des Extraits De Feuilles De *Lantanacamara* L. (*Verbenaceae*) Contre *Meloidogyne* Spp, Mémoire de fin d'étude USDB ,76p
- ✚ **Benítez G., González-Tejero M.R. and Moleromesa J., 2010** - *Pharmaceutical ethnobotany in the western part of Granada province (southern Spain): Ethnopharmacological synthesis*. Journal of Ethnopharmacology, 129: 87-105.
- ✚ **Bhakta D., Ganjewala D., 2009**- Effect of leaf positions on total phenolics, flavonoids and proantho-cyanidins content and,antioxdant activities in *Lantana camara* (L). *Journal of Scientific Research*. 1 (2): 363-369.
- ✚ **Blanc P, Larrey D., 1993**- Hépatotoxicité des plantes médicinales, pp115:2299-303.

## Références bibliographiques

### Références bibliographiques

- ✚ **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*. Biomolécules. thèse doctorat en Biologie et génétique des nématodes, Université Rennes 1, French, 230p.
- ✚ **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.mem. en M.Sc., univ.de sherbrooke, 72p.
- ✚ **Boudjelal A., 2013** -Extraction, identification et détermination des activités biologiques de quelques extraits actifs de plantes spontanées (*Ajuga iva*, *Artemisia herba alba* et *Marrubium vulgare*) de la région de M'Sila, Algérie. thèse doctorat en Sciences, Unive Badji Mokhtar Annaba ,61p.
- ✚ **Bouyanzer A., Hammouti B., Majidi L., 2006**- *Mater. Lett.* 60
- ✚ **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.
- ✚ **Brodie B.B., Evans K., and Franco J.,1993**- Nematode parasites of potatoes. Pages 87-132 in: Plant parasitic Nematodes in Temperate Agriculture.
- ✚ **Brodie B., 1999**- Classical and molecular approaches for managing nematodes affecting potato, Canadian Journal of Plant Pathology, 21: 222-230.
- ✚ **Brodie B.B. et Mai, W.F., 1989** -Control of the golden nematode in the United States. Annu. Rev. Phytopathol. 27, 443-461
- ✚ **Bruneton J., 2009**- Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. 4ème ed. Paris: Tec & Doc.
- ✚ **Buisson A., Chabert A., Champeil, A., Foumet, S., Mugnière, D., Rivoal, R. et Taupin P. 2011**- Nématodes des grandes cultures (Paris: ACTA- Le réseau des instituts des filières animales et végétales).
- ✚ **Byrne J.T., Maher, N.J. et Jones P.W. 2001**-Comparative responses of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* to hatching chemicals. J. Nematol. 33, 195-202.
- ✚ **Canadanovic-Brunet J.M., Djilas S.M., Cetkovic G.S., 2005**-Free-radical scavenging activity of wormwood (*Artemisia absinthium* L) extract. J. Sci. Food Agric. 85:265–272
- ✚ **Cano J. H. G. Volpato J., 2004** –*Ethnopharma*, pp 90-293.
- ✚ **Cavalli J.F., 2002**- Caractérisation par CPG/IK, CPG/MS et RMN du carbone-13 d'huiles essentielles de Madagascar. Unive de Corse Pascal Paoli. Thèse de doctorat. 230p.
- ✚ **Cavoski, I., Caboni, P. & Miano, T., 2011**- Natural pesticides and future perspectives. In: *Pesticides in the Modern World - Pesticides Use and Management*, Stoytcheva, M. (Ed.), 169-190. ISBN 978-953-307-459-7.

## Références bibliographiques

### Références bibliographiques

- ✚ Cavoski, I., Chami, Z.A., Bouzebboudja, F., Sasanelli, N., Simeone, V., Mondelli, D., Miano, T., Sarais, G., Ntalli, N.G. & Caboni, P., 2012-*Melia azedarach* controls *Meloidogyne incognita* and triggers plants defence mechanisms on cucumber. *Crop Protection*, 35, 85-90.
- ✚ Cayrol J.C., Djian C., Panchaud-Mattei E., Frankowski J.P. et Pijarowski L., 1992. Lutte biologique contre les nématodes phytoparasites: possibilités actuelles et perspectives. *Bulletin d'information de Zoologie*, No. 7: 56-62.
- ✚ Chitwood, D.J., 2002-Phytochemical based strategies for nematode control. *Annual Review of Phytopathology*, 40, 221-249
- ✚ Collin A H., 2008- Dans un verre d'absinthe. *Thèse de pharmacie, Faculté HENRI POINCARÉ-NANCY 1*.
- ✚ Crump D.H., 1987- A method for assessing the natural control of cyst nematode populations. *Nematologica*, 33(2):232-243
- ✚ Crump D.H., 2004- Biocontrol- a route to market. In: Proceedings of the Fourth International congress of Nematology, 8-13 June 2002, Tenerife, Spain [ed. by Cook, R. \Hunt, D. J.]. Leiden, Netherlands: Brill, 165-174. [Nematology Monographs and Perspectives 2.]
- ✚ Crump D.H., Flynn C.A., 1995- Isolation and screening of fungi for the biological control of potato cyst nematodes. *Nematologica*, 41(5):628-638; 22 ref.
- ✚ D'Addabbo T., Carbonara T., Argentieri M.P., Radicci V., Leonetti P., Villanova L., Avato P., 2013- Nematicidal potencial of *Artemisia annua* and its main metabolites. *Eur J Plant Pathol* 137: 295-304.
- ✚ D'Addabbo, T., Carbonara T., 2010-Control of plant parasitic nematodes with active saponins and biomass from *Medicago sativa*. *Phytochemistry Reviews*: 1-17.
- ✚ Dalmasso, A., 1966 - Méthode simple d'extraction des nématodes du sol. *Rev. Ecol. Biol. Sol* 3,pp 473-478.
- ✚ Davies K. G., & Curtis, R. H. C., 2011- Cuticle surface coat of plant-parasitic nematodes. *Annual Review of Phytopathology*, 49, 135-156.
- ✚ Davies K.G., 1998- Natural parasites and biological control. In: Sharma SB, ed. *The cyst nematodes*. London, UK: Chapman and Hall.
- ✚ Davies K.G., Laird V., Kerry B.R., 1991- The motility, development and infection of *Meloidogyne incognita* encumbered with spores of the obligate hyperparasite *Pasteuria penetrans*. *Revue de Neacute-nematologie*, 14(4):611-618; 24 ref.
- ✚ Deena, M.J. and Thoppil., 2000-Antimicrobial activity of the essential oil of *Lantana camara*. *Fitoterapia*, 71,453-455
- ✚ Den Nijs, L., 2007- The canon of potato science: 14. Cyst nematodes, *Potato Research*, 50:259-262.
- ✚ Den Nijs, L. et Lock, C.A.M. 1992 - Differential hatching of the potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* in root diffusates and water of differing ionic composition. *Neth. J. Plant Pathol.* 98, 117-128.

## Références bibliographiques

### Références bibliographiques

- ✚ **Denni A., 2011-** Contribution à l'étude de l'efficacité de deux espèces de Moutarde « *Sinapis arvensis* et *Hirshfeldia incana* » in vitro et in vivo dans le contrôle des nématodes à galle et sur le développement des plants de tomate *Projet de Fin d'Etude, Ing.d'Etat en Sci. USDB*, p60.
- ✚ **Desgarenes D., Sánchez-Nava P., Peña-Santiago R., Carrión G., 2009-** Nematode fauna associated with the rhizosphere of potato crop (*Solanum tuberosum*) grown in the region of Cofre de Perote, Veracruz, Mexico. (Nematofauna asociada a la rizosfera de papas (*Solanum tuberosum*) cultivadas en la zona productora del Cofre de Perote, Veracruz, México.) *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80(3):611-614.
- ✚ **Devine K.J. et Jones P.W. 2000-** Purification and partial characterisation of hatching factors for the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* from potato root leachate. *Nematology* 2, 231 -236.
- ✚ **Devine K.J. et Jones P.W.2001-**Potato cyst nematode hatching activity and hatching factors in inter-specific *solanum* hybrids. *Nematology* 3, 141-149.
- ✚ **El-Badri A.A.G., Dong Woon L. b, , casier C.P., Yu c., Choo c., de Jung Chan de Hwang., 2008-** Évaluation de divers extraits d'usine pour leurs efficacités nématicides contre des juvéniles de *Meloidogyne incognita* centre de recherches de protection des cultures, boîte de P.O., 126, bouchon Medani, Soudan université nationale de Kyungpook, Sangju, pp 742- 711 .
- ✚ **Elekes-Kaminszky M., Feketé-Palkovics Â., Avar K., Baranyai-Tóth R., Bártfai J., Budai C., Cziklin M., Farkas I., Gál T., Gyo'rfy-Molnár J., Gyulai P., Havasréti B., Herczig B., 2004-** Second nation-wide survey of the potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* and *G. pallida*) between 1999-2002. (A burgonya cisztaképző fonálférgei (*Globodera rostochiensis* [Woll.] és *G. pallida* stone) elterjedésének: II. Országos felmérése (1999-2002).) *Növényvédelem*, 40(9):463-469.
- ✚ **EL-Fennouni M., 2012-** Les plantes réputées abortives dans les pratiques traditionnelles d'avortement au Maroc. thèse doctorat en Pharmacie, Unive MOHAMMED V ,104 p.
- ✚ **Ellenby C. et Smith L. 1967-** Soil leachings and the hatching of larvae of the potato-root eelworm, *Heterodera rostochiensis* Wollenweber. *Ann. Appl. Biol.* 59, 283-288.
- ✚ **Ellenby C., 1954-** Tuber forming species and varieties of the genus *Solanum* tested for resistance to the potato cyst eelworm *Heterodera rostochiensis* Wollenweber. *Euphytica*, 3:195-202.
- ✚ **Evans K., 1968-** The Influence of some factors on the Reproduction of *Heterodera rostochiensis*. Ph.D. Thesis. London, UK: London University.
- ✚ **Evans K. 1970-** Longevity of males and fertilization of females of *Heterodera rostochiensis*. *Nematologica*, 16:369-374.
- ✚ **Evans K., et Stone A.R. 1977-** A review of the distribution and biology of the potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Trop. Pest Manage.* 23, 178-189.

## Références bibliographiques

### Références bibliographiques

- ✚ **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 ,p.55
- ✚ **Feeny P., 1976**- Plant apparency and chemical defence.*Recent Advances in Phytochemistry*, 10: 1 – 40.
- ✚ **Franco J.1987**- Nématodes à kyste de la pomme de terre; *Globodera* spp.Bulletin d'information Technique **9**. Centre International de la Pomme de terre, Lima, Prou. 137, pp 57-70
- ✚ **Fuller V. C. Lilley, P. Urwin, 2008**- Nematode resistance, *New Phytologist*, 180: 27-44.
- ✚ **Geissler P.W., Harris S.A., Prince R.J., Olsen A., Odhiambo R.A., Oketch-Rabah H.,Madiaga P.A., Andersen A., Mølgaard P.,2002** - Medicinal plants used by Luo mothers and children in Bondo district, Kenya. *Journal of Ethnopharmacology*, 83, 39-54.
- ✚ **Genet R.A., Braam W.F., Gallagher D.T.P., Anderson J.A.D., Lewthwaite S.L., 1995**- 'Gladiator': a new potato cultivar with high resistance to potato cyst nematode and powdery scab suitable for french fries and fresh market. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 23(1):105-107; 5 ref.
- ✚ **Ghisalberti E.L., 2000** *Lantana camara* L. (Verbenaceae). *Fitoterapia*, 71: 467-486
- ✚ **Ghrabi Z.S. and RL., 2008**- *Artemisia herba alba* Asso. *A Guide to Medicinal Plants in North Africa*: 49 - 49.
- ✚ **Golden A.M.; Ellington, D.M.S. 1972**- Redescription of *Heterodera rostochiensis* (Nematoda: Heteroderidae) with a key and notes on closely related species. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* **39**, 64-78.
- ✚ **Gommers et Bakker F.J., 1988** - Gommers and J. Bakker, Physiological diseases induced by plant response or products. In: G.O. Poinar and H.-B. Jansson, Editors,*Diseases of Nematodes* vol. 1, CRC Press, Boca Raton, FL (1988), pp. 3–22.
- ✚ **Greco N, Di Vito M, Brandonisio A, Giordano I, De Marinis G. 1982**- The effect of *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* on potato yield. *Nematologica*, 28 : 379-386.
- ✚ **Grive M., 2011**-*Squill. A modern Herbal.* <https://botanical.com>
- ✚ **Grubisic D., Ostrec L., Culjak T.G., Blümel S., 2007**- The occurrence and distribution of potato cyst nematodes in Croatia. *Journal of Pest Science*, 80(1):21-27.
- ✚ **Hadroug S ., 2013**-Effet toxique des extraits aqueux de deux plantes « *Datura stramonium* L» et «*Urginea maritima* L» sur les larves de *Meloïdogyne* , *Projet de Fin d'Etude, Ing.d'Etat en Sci. Agronomique, Prot.des Végétaux, USDB*, 81p.
- ✚ **Halford P.H., Russell M.R., Evans K., 1999**- Trap cropping for cyst nematode management. *Annals of Applied Biology*, 134:321-327.

## Références bibliographiques

### Références bibliographiques

- ✚ **Hawkes J.G., 1978-** History of the potato. Dans The potato crop, P.M. Harris, éd. (New York: Chapman et Hall, London), pp. 1-14.
- ✚ **Hominick W.M., 1982-** Selection of a rapidly maturing population of *Globodera rostochiensis* by continuous cultivation of early potatoes in Ayrshire, Scotland. *Annals of Applied Biology*, 100(2):345-351
- ✚ **Inagaki H., 1984-** Studies on the ecology and control of the potato cyst nematode, *Globodera rostochiensis*. *Research Bulletin of the Hokkaido National Agricultural Experiment Station*, No.139:73-144
- ✚ **Insunza V., 1994-** propiedades nematocidas de plantas chilenas .Evaluation en bioensayos contres nematodes-fitoparésitos, fitopatologie ,99:44 – 45
- ✚ **Jill M., Squires a., Jorge F.S., Ferreira b., David S., Lindsay a., Anne M., Zajac a., 2011-** Effects of artemisinin and Artemisia extracts on *Haemonchus contortus* in gerbils (*Meriones unguiculatus*). *Veterinary Parasitology* 175 103–108
- ✚ **Jones F.G.W., carpenter J.M., Parrott D.M., Stone A.R., and Trudgill D.L. 1970-** Potato cyst nematode: one species or two? *Nature* 227: 83-84.
- ✚ **Jones F.G.W.; Jones, M.G. 1974 -***Pests of field crops*, 448 pp. Arnold, London, Royaume-Uni.
- ✚ **Jones F.G.W. 1970-** The control of the potato-cyst nematode. *J.Roy.Soc.Arts* 118:179-199.
- ✚ **Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A. et Stevens P., 2002-** Botanique Systématique. Une perspective phylogénétique. 420p.
- ✚ **Kawa D., and Badr-Aldin K.H., 2010 -***Cardiovascular studies of White Squill (Urginea maritima) Extract*. Zanco J. Med. Sci., Vol. 14 (Special issue 1).
- ✚ **Kerharo J et Adam G., 1974 -**la pharmacopée Sénégalaise traditionnelle Plantes médicinales et toxiques" Ed. Vigot Frères, Paris
- ✚ **Khier N., 2011-** Evaluation de la toxicité de deux espèces d'Armoise «*Artemisia herba alba* » « *Artemisia juda ca* » sur les *Meloidogyne spp. (Nematoda-Meloidogynidae)* in Vivo et in Vitro. ). Projet de fin d'étude, d'ingénieurs d'état en agronomie, protection des végétaux, Dép. Agr., Univ Saad Dahleb, Blida,65.
- ✚ **Kleynhans K.P.N., 1998-** Potato cyst nematodes (*Globodera* species) in Africa. In: *Potato cyst nematodes, biology, distribution and control* [ed. by Marks, R. J. Brodie, B. B.]. Wallingford, UK: CAB INTERNATIONAL, 347-351.
- ✚ **Kort J. 1974-** Identification of pathotypes of the potato cyst nematode. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 4, 511-518.
- ✚ **Kühn, 1881-** Die Ergebnisse der Versuche zur Ermittlung der Ursache der Rübenmüdigkeit und zur Erforschung der Natur der Nematoden. *Ber. physiol. Lab. landw. Inst. Univ. Halle*, 3:1-153.
- ✚ **Lahsissene H., Kahouadj A., Tijane M. & et Hseini S., 2009-** Catalogue des plantes médicinales utilisées dans la région de Zaër (Maroc occidental). *Lejeunia, Revue de Botanique*, BE ISSN 0457-4184, N° 186.

## Références bibliographiques

### Références bibliographiques

- ✚ **LaMondia J.A., Brodie B.B., 1984-** Control of *Globodera rostochiensis* by solar heat. *Plant Disease*, 68(6):474-476
- ✚ **Larrey D., 1994 -**Accidents hépatiques de la phytothérapie;23:691-3.
- ✚ **Longanga Otshudi,A., Vercruyse A. and Foriers A.,2000-** Contribution to the ethnobotanical. Phytochemical and pharmacological studies of traditionally used medicinal plants in the treatment of dysentery and diarrhea in Lomela area, Democratic Republic of Congo (DRC). *J Ethnopharmacol.*, 71, 411-423
- ✚ **Lopes-Lutz D., Alviano D. S., Kolodziejczyk P. P.2008-** Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia* essential oils, *Phytochem.* 69: 1732–1738.
- ✚ **Magnusson M.L., 1987-** Effects of some non-host crops on population density of *Globodera rostochiensis*. *VSxtskyddsnotiser*, 12:17-25
- ✚ **Maistrello L., Vaccari G. & Sasanelli N., 2010-** Effect of chestnut tannins on the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Helminthologia*, 47, 48-57.
- ✚ **Maistrello L.,Vaccari G. & Sasanelli N.,2013-** Nematicidal effect of chestnut tannin solutions on the carrot cyst nematode *Heterodera carotae* Jones.Future IPM in Europe. 19-21 March 2013. Book of Abstracts. 166.
- ✚ **Mani A., Prakash K.S., Zidgali T.A., 1993-** Comparative effects of soil solarization and nematicides of three nematode species infecting potato. *Current Nematology*, 4(1):65-70; 13 ref.
- ✚ **Marco J.A., 1989 -**Sesquiterpene lactones from *Artemisia herba-alba* *Phytochemistry*, 28: 3121-3126
- ✚ **Marshall J.W., 1998-** Potato cyst nematodes (*Globodera*) species New Zealand and Australia. In: Marks RJ, Brodie BB. *Potato cyst nematodes biology, distribution and control*. Wallingford, UK: CAB International, 359-394.
- ✚ **Martinez Beringola M.L., Franco L., Paz L.M., Gutierrez M.P., 1988-** Cyst forming nematodes of potato in Spain. *Boletin de Sanidad Vegetal, Plagas*, 14:405-414.
- ✚ **Mayad E.H., Ferji Z., chebli B et Idrissi Hassani L .M . , 2006-** Étude in vitro du potentiel nématicide de quelques extraits de plantes médicinales, . *BioAlliance Canada Morocco* - 5(2),pp 37-40
- ✚ **Mcelderry C.F, Browning M., AND Amador J.A., 2005-** Effect of short-chain fatty acids and soil atmosphere on *Tylenchorhynchus*, *J. Nematol.* **37**, pp. 71–77.
- ✚ **Mello F.B.D. Jacobus.K.Carvalho and Mello J.R.B., 2005-**Effects of *Lanatan camara* (Verbenaceae) on general reproductive performance and teratology in rats. *Toxicology* 45, 459-466.
- ✚ **Merad R, 1991 -***Scilla maritima L.Baker*.<http://www.inchem.org>
- ✚ **Meziane D., 1991-** Histoire de la pomme de terre .Detitique n°25 pp.29.
- ✚ **Minnis S.T., Haydock P.P.J., Ibrahim S.K., Grove I.G., Evans K., Russell M.D., 2002-** Potato cyst nematodes in England and Wales - occurrence and distribution. *Annals of Applied Biology*, 140(2):187-195.

## Références bibliographiques

### Références bibliographiques

- ✚ **Mohamed H., El-Sayed M.A., Hegazy M.E., Helaly S.E., Esmail A.M. and Mohamed N.S., 2010-** Chemical Constituents and Biological Activities of *Artemisia herba-alba*. Rec Nat Prod, 4: 1-25.
- ✚ **Mohamed M.I.E., et Abdelgaleil S.A.M., 2008.-**Chemical composition and insecticidal potential of essential oils from Egyptian plants against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera:Tenebrionidae). Applied Entomology and Zoology 43:599-607.
- ✚ **Moss S.R., Crump D., Whitehead A.G., 1975-** Control of potato cyst-nematodes, *Heterodera rostochiensis* and *H. pallida*, in sandy, peaty and silt loam soils by oximecarbamate and organophosphate nematicides. Annals of Applied Biology, 81(3): pp 359-365
- ✚ **Motion JF., 1994-** Lantana or red sage (*Lantana camara* L. Verbenaceae), notorious weed and popular garden flower: Some cases of poisoning in Florida. Econ. Bot. 48: 259-270.
- ✚ **Mugniery D., 1979-** Hybridization between *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) and *G. pallida* (Stone). Revue de Nematologie, 2(2):153-159
- ✚ **Mugniéry D., Fouville D., Dantec J.P., Pellé R., Rousselle-Bourgeois F., Ellissèche D. 2001-** Résistance à *Globodera pallida* Pa2/3 chez *Solanum sparsipilum*. Nematol. 3:619-626.
- ✚ **Nacoulma O.G., 1996-***Plantes médicinales et Pratiques médicales Traditionnelles au Burkina Faso: cas du plateau central T1&T2*.Thèse Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles. Université d'Ouagadougou, pp 242 et 285.
- ✚ **Nagao, T., Abe F., Kinjo J.and Okabe H., 2002-**Antiproliferative constituents in plants 10.Flavones from the leaves of *Lantana montevidensis* BRIQ and consideration of structure activity relationship .*Biol.Pharm.Bull.* 25,875-879.
- ✚ **Nawal M., Benbacer L., Amzazi S., Morjani H. and EL Mzibri M., 2009 -** *Cytotoxic effect of some Moroccan medicinal plant extracts on human cervical cell lines*. Journal of Medicinal Plants Research, 3(12): 1045-1050.
- ✚ **Nayak B.S, Raju S.S and Ramsubhag A., 2008-**Investigation of wound healing activity of *lantana camara* L. in Sprague dawley rats using a burn wound model. *Inter :J.App.Res.Nat.Prod.*,1,15-19.
- ✚ **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 .pp1-7
- ✚ **Nicolas, J.P., 2009-***Santé de la famille et plantes médicinales au nord de Madagascar*. 263 p.
- ✚ **Nikiema J.B., Fastre R.V.Vanhaelen.M., Fontaine J ,C.De Graef and M. Heene n.,2001-** Effects of anti-inflammatory triterpenes isolated from *Leptadenia hastate* latex on keratinocyte proliferation. *Phytotherapy Res.*, 15, 131-134
- ✚ **Nikolova M., Gussev C.H. and Nguyen T. 2010-** Evaluation of the Antioxidant action and flavonoid composition of *Artemisia* species extracts. *Biotechnol*, 21-23..

## Références bibliographiques

### Références bibliographiques

- ✚ **Oka, Y., Nacar, S., Putievsky, E., Ravid, U., Yaniv, Z. & Spiegel, Y., 2000** - Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematodes. *Phytopathology*, 90, 710-715.
- ✚ **Ostojic I., Grubisic D., Zovko M., Milicevic T., Culjak T.G., 2011**-First report of the golden potato cyst nematode, *Globodera rostochiensis*, in Bosnia and Herzegovina. *Plant Disease*, 95(7):883. <http://apsjournals.apsnet.org/loi/pdis>
- ✚ **Paolo M., Guarrerag. S.,and Giulia C., 2005** - *Folk phytotherapeutical plants from Maratea area (Basilicata, Italy)*. *Journal of Ethnopharmacology*, 99: 367-378
- ✚ **Paris RR et Moyse H ., 1967**-Précis de matière médicale, éd Masson, Paris
- ✚ **Perry R.N. 1989**- Dormancy and hatching of nematode eggs. *Parasitol. Today* 5, 377-383.
- ✚ **Picard D., Plantard O., Scurrah M., Mugniéry D. 2004**- Inbreeding and population structure of the potato cyst nematode (*Globodera pallida*) in its native area (Peru). *Molecular Ecology* 13: 2899-2908.
- ✚ **Ploeg A.T., 2000**- Effects of amending soil with *Tagetes patula* cv. Single Gold on *Meloidogyne incognita* infestation of tomato, *Nematology* 2 (2000), pp. 489–493. Full Text via CrossRef | View Record in Scopus | Cited By in Scopus (7).
- ✚ **Quezel P. and Santa S. 1962**- Nouvelle Flore de l'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique Paris, Tome I. 565 p.
- ✚ **Rawsthorne D. et Brodie B.B 1986**- Relationship between root growth of potato, root diffusate production, and hatching of *Globodera rostochiensis*. *J. Nematol.* 18, 379-384.
- ✚ **Ren o M. & Sasanelli N.,2013**- *In vitro* and *in vivo* effect of chestnut tannin solutions on the potato cyst nematode *Globodera pallida* patotype Pa2. Proceedings of “10th International symposium ansd schoolon nematology for young scientist” July 2013, Golytsino, Russia, 131-134.
- ✚ **Ren o M., Sasanelli N., Papajova I. & Maistrello L., 2012**- Nematicidal effect of chestnut tannin solutions on the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* (Woll.). *Behrens.Helminthologia*, 49, 108-114.
- ✚ **Reynolds JEF., 1996** - Martindale. The extra pharmacopoeia, 31st Ed, Royal pharmaceutical society, London.
- ✚ **Riel H., Rvan, Mulder A, 1998**- Potato cyst nematodes (*Globodera* species) in Western Europe. In: Potato cyst nematodes, biology, distribution and control [ed. by Marks, R. J.\Brodie, B. B.]. Wallingford, UK: CAB INTERNATIONAL, 271-298.
- ✚ **Roberts P.A., Stone AR, 1981**- Host ranges of *Globodera* species within *Solanum* subgenus *Leptostemonum*. *Nematologica*, 27(2):172-189
- ✚ **Ross I.A., 1999** -Medicinal Plants of the world, Humana Press, New Jersey, p. 179
- ✚ **Rowe.J.,2014**- European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO)En ligne sur <http://www.eppo.org/>

## Références bibliographiques

### Références bibliographiques

- ✚ **Ryan A. et Jones P. 2004** - The effect of mycorrhization of potato roots on the hatching chemicals active towards the potato cyst nematodes, *Globodera pallida* and *G. rostochiensis*. *Nematology* 6, 335-342.
- ✚ **Ryan N.A., Duffy E.M., Cassells A.C. et Jones P.W 2000-** The effect of mycorrhizal fungi on the hatch of potato cyst nematodes. *Appl. Soil Ecol.* 15, 233-240.
- ✚ **Salah S.M. and Jager A.K., 2005-** Screening of traditionally used Lebanese herbs for neuropharmacological activities. *J Ethnopharmacol*, 97: 145–149.
- ✚ **Saleh N.A.M., El-Negoumy S.I. and Abou-Zaid M.M., 1987-** Flavonoids of *Artemisia judaica*, *A. monosperma* and *Artemisia herba-alba*. *Phytochemistry*, 26: 3059–3064.
- ✚ **Santos M, Evans K., Abreu C.A., Martins F.F., Abrantes IMOde, 1995-** A review of potato cyst nematodes in Portugal. *Nematologia Medditerreanea*, 23:35-42.
- ✚ **Scholte K., 2000-** Screening of non-tuber bearing Solanceae for resistance to and induction of juvenile hatch of potato cyst nematodes and their potential for trap cropping. *Annals of Applied Biology*, 136:239-246
- ✚ **Segers R., Butt TM, Kerry B.R., Beckett A., Pedberdy J.F., 1996-** The role of the proteinase VCP1 produced by the nematophagous *Verticillium chlamydosporium* in the infection process of nematode eggs. *Mycological Research*, 100(4):421-428; 27 ref.
- ✚ **Sharaf A.T., Sawidis T., Diannelidis B.E., and Delivopoulos S., 2006** - *Anatomical studies on the adventitious roots of the geophyte Urginea maritima L.) Baker*. *Journal of Biological Research*, 5: 61-70
- ✚ **Siddiqui M.A., et Alam M.M., 1988-** control of parasitic nematode by *Taget Tenuifolia*, *Rev Nematology* 11(3).
- ✚ **Siddiqui, B.S., Raza S.M., Begum S., 1995** - Pentacyclic triterpenoids from *Lantana camara*. *Phytochemistry*, 38, pp 681-685.
- ✚ **Siddiqui B.S., Begum S.; Zehra, S. Q., Fayyaz, S.; Ramzan, M., 2008-** Pentacyclic triterpenoids from the aerial parts of *Lantana camara* and their nematocidal activity. *Chem. Biodiversity*, 5, 1856–1866.
- ✚ **Sikora R.A., Schäfer K., Dababat A.A., 2007-** Modes of action associated with microbially induced in planta suppression of plant-parasitic nematodes. *Australasian Plant Pathology*, 36(2):124-134.
- ✚ **Singh R.S., and Sitaramaiah K., 1994-** Family Heteroderidae (Heterodera and Globodera). Pages 156-174 in: *Plant pathogens –the plant parasitic nematodes*. International Science Publisher, New York.
- ✚ **Srivastava M.; Kapoor A.; Sharma S.; Siddiqui N. U.; Aslam M., 2006** Microbial active triterpene from *Lantana camara*. *Biosci. Biotechnol. Res. Asia*, 3, 505–507.
- ✚ **Stelter H. 1971-** Le nematode à kystes de la pomme de terre (*Heterodera rostochiensis* Wollenweber]. *Wissenschaftliche Abhandlungen der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin* No. 59, 290 pp.

## Références bibliographiques

### Références bibliographiques

- ✚ **Stelter H., 1987**-The host suitability of *Solanum* spp. for the three *Globodera* spp. *Nematologica*, 33:310-315.
- ✚ **Stone A.R. 1972**- *Heterodera pallida* n.sp.( Nematoda : Heterodae ) , a second species of potato cyst nematode. *Nematologica* 18: 591-606K. Evans, D.L. Trudgill, and J.M. Webster. Eds. Cab International, Cambridge.
- ✚ **Stone A.R. 1973a**- *Heterodera pallida* n. sp. (Nematoda: Heteroderidae), a second species of potato cyst nematode. *Nematologica* 18, 591-606.
- ✚ **Stone A.R. 1973b** - *Heterodera pallida* and *Heterodera rostochiensis*. *CIH Descriptions of Plant-parasitic Nematodes* No. 16 and 17. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.
- ✚ **Subbotin A., Mundo-Ocampo, M., Baldwin, J., 2010**- Nematology Monographs and Perspectives, Volume 8, Part A: Systematics of Cyst Nematodes (Nematoda : Heteroderinae). Brill Academic Publishers, Boston, MA, USA.
- ✚ **Sullivan M.J., Inserra R.N., Franco J., Moreno-Leheudé I., Greco N., 2007**- Potato cyst nematodes: plant host status and their regulatory impact. *Nematropica*, 37(2):193-201. En ligne sur <http://palmm.fcla.edu/nematode/>
- ✚ **Tariq K A, Chishti M Z, Ahmad F, Shawl A S., 2009**- Anthelmintic activity of extracts of *Artemisia absinthium* against ovine nematodes. *Veterinary Parasitology.*; 160 (1-2): 83-88.
- Tastekin D., Atasever M., Adigüzel G., Keles M. and Tastekin A., 2006**- Hypoglycaemic effect of *Artemisia herba-alba* in experimental hyperglycaemic rats. *Bull Vet Inst Pulawy*, 50: 235-238.
- ✚ **Touahri H., 2015**- Evaluation de l'activité nématocide des extraits de plantes sur le nématode de la vigne de genre *Xiphinema* Projet de fin d'étude USDB, 47p
- ✚ **Trifonova, Z. and Atanasov, A. 2011**-Control of potato cyst nematode (*Globoderra rostochiensis*) with some plant extracts and neem products.*Bulgarian Journal of Agricultural Sciences*, 17 (5), 623- 627
- ✚ **Trudgill D.L., 1967**- The effect of environment on sex determination in *Heterodera rostochiensis*. *Nematologica*, 13:263-272.
- ✚ **Trudgill D.L., Evans K. et Parrott D.M. 1975**- Effects of potato cyst-nematodes on potato plants. *Nematologica* 21, 169-182.
- ✚ **Trudgill D.L. 1980**- Effects of *Globodera rostochiensis* and fertilisers on the mineral nutrient content and yield of potato plants. *Nematologica* 26, 243-254.
- ✚ **Truelle A., 2009**- Scille maritime. *Le jardin familial des plantes médicinales* ([http://www.globubik.info/sciences/spip.php/article\\_a91.pdf](http://www.globubik.info/sciences/spip.php/article_a91.pdf)).
- ✚ **Turner S.J. 1996**- Population decline of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis*, *G. pallida*) in field soils in Northern Ireland. *Ann. Appl. Biol.* 129, 315-322.

## Références bibliographiques

### Références bibliographiques

- ✚ **Turner S.J. et Evans, K. 1998-** The origins, global distribution and biology of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* (Woll.) and *Globodera pallida* Stone). Dans Potato cyst nematodes biology, distribution and control, R.J. Marks et B.B. Brodie, éd. (Royaume Uni: CAB International), pp. 7-26.
- ✚ **Turner S.J., Martin T.J.G, McAleavey P.B.W, Fleming C.C, 2006-** The management of potato cyst nematodes using resistant Solanaceae potato clones as trap crops. *Annals of Applied Biology*, 1ne 49(3):271-280.
- ✚ **Venkatachalam T., 2011-** Physicochemical and preliminary phytochemical studies on the *Lantana Camara* (L.) fruits. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 3 (1): 52-54.
- ✚ **Verma R.K.and.Verma S.K., 2006-** Phytochemical and termiticidal study of *Lantana camara* Var. aculeate leaves. *Fitoterapia*, 77,466-468.
- ✚ **Whitehead A.G., 1975-** Chemical control of potato cyst-nematode. *ARC Research Review*, 1(1):17-23
- ✚ **Whitehead A.G., 1995-** Decline of potato cyst nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*, in spring barley microplots. *Plant Pathology*, 44(1):191-195; 15 ref.
- ✚ **Whitehead A.G. 1997-**Plant nematode control (Royaume Uni: CAB international).
- ✚ **Williamson V., A. Kumar, 2006-**Nematode resistance in plants: the battle underground, *Trends in genetics* 22: 396-403.
- ✚ **Wiratno A. B., Taniwiryonoc D., Van den Bergb H., Riksend J.A.G, I. Rietjensb . M.C.M. Djiwantia S.R., Kammengad and Murkb Nematicidal A.J. 2009-**Activity of Plant Extracts Against the Root-Knot Nematode J.E,*Meloidogyne incognita* *The Open Natural Products Journal*,2, 77-85
- ✚ **Wolfson SL, Solomon TW., 1964 -** Poisoning by fruit of *Lantana camara*.
- ✚ **Wollenweber HW, 1923-** Krankheiten und BeschSdigungen der Kartoffel. *Arb. Forsch. Inst. Kartof. Berlin*, Heft 7, 1-56.
- ✚ **Wondimeneh Taye I., Sakhuja P. K.,Tefera T.,2012-** Evaluation of plant extracts on infestation of root-knot nematode on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill), *E3. J. Agric. Res. Dev* ,Vol. 2(3), pp 86- 91
- ✚ **Wright C .W .2002-** *Artémisia*. Taylor&Francis, New York, U.S.A. P 82.
- ✚ **Wright D.J., Perry RN. 2006-** Reproduction physiology and biochemistry. In: *Plant Nematology*. CABI publishing, Wallingford, UK: 187-209.
- ✚ **Yakhlef G., 2010** Etude de l'activité biologiques de feuilles de *Thymus vulgaris* et *Laurus nobilis*. *Thès. mag. Univ .Batna*. 110P.
- ✚ **Yashphe J., Feuerstein I., Barel S., Segal R., 1987-**antibacterial and antispasmodic activity of *Artemisia herba Alba* Asso.II. Examination of essential oils from various chemotype .*Int.J. Crub drug .Res*, 25: 89-96.
- ✚ **Yeats, G.W., Bongers, T., De Goede, R. G. M., Freckman, D.W., & Georgieva, S. S.,1993-** Feeding habits in soil nematode families and genera—An outline for soil ecologists. *Journal of Nematology*, 25, 315–331.
- ✚ **Yeppen Roger B. Jr., 1984-** (ed.), *The Encyclopedia of Natural Insect & Disease Control*. Rev. ed. Rodale Press, Emmaus, PA. p. 267–271.

## Références bibliographiques

---

### Références bibliographiques

- ✚ **Yiannis C., Fiamegos I., Panagiotis L., Kastritis , Vassiliki Exarchou, Haley Han, Alexandre M. J. J. Bonvin, 2011** -Jacques Vervoort<sup>5</sup>, Kim Lewis<sup>6</sup>, Michael R. Hamblin<sup>4</sup>, 7, 8, George P. Tegos<sup>4,7</sup> Antimicrobial and Efflux Pump Inhibitory Activity of Caffeoylquinic Acids from *Artemisia absinthium* against Gram-Positive Pathogenic Bacteria April 2011 | Volume 6 | Issue 4 | e18127
- ✚ **Zheng W.F, R.X. Tan, H.Q Tang, J., 1998**, -*Planta Mod*, 64, 295.
- ✚ **Zoubiri S., and Baaliouamer A., 2011**- GC and GC/MS analyses of the Algerian *Lantana camara* leaf essential oil: Effect against *Sitophilus granarius* adults. Journal of Saudi Chemical Society doi:10.1016/j.jscs .2011.01.013.
- ✚ **Zouhar M., Rysanek P., 2002**- First report of potato cyst nematode (*Globodera pallida*) in the Czech Republic. American Phytopathology Society Disease notes, December:unpaginated.

## TABLE DE MATIERE

REMARCIEMENTS

DEDICACES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION

### CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

I.1. Synthèse bibliographique sur le nématode à kyste de la pomme de terre <i>Globodera</i> spp.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
I.1.1. Généralités.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
I.1.2. Position systématique des nématodes à kyste .....	5
I.1.3. Caractéristiques morphologiques .....	5
I.1.4. La biologie de <i>Globodera</i> spp .....	7
I.1.5. Répartition géographique .....	8
I.1.6. Relation plante de pommes de terre - nématodes à kystes .....	10
I.1.7. Symptômes et Dégâts des nématodes à kystes de la pomme de terre (NKPT).....	11
I.1.8. Les méthodes de lutte contre les nématodes à kyste .....	13
I.1.8.1. Lutte culturale.....	13
I.1.8.2. La solarisation du sol.....	14
I.1.8.3. La lutte biologique.....	14
I.1.8.4. Lutte génétique .....	16
I.1.8.5. La lutte chimique .....	17
I.2. Synthèse bibliographiques sur les plantes testées .....	18
I.2.1. Présentation <i>Artemisia herba alba</i> (Asso, 1979).....	18
I.2.2. Présentation <i>Artemisia absinthium</i> L(1753).....	20
I.2.3. Présentation <i>Urginea maritima</i> L(1978).....	23
I.2.4. Présentation <i>Lantana Camara</i> L (1753).....	25

I.2.5. Importance des plantes testées .....	28
<b>Chapitre II : Matériel et Méthodes .....</b>	
II.1. L'objectif .....	31
II.2. Les méthodologies .....	31
II.2.1 Matériel végétal .....	31
II.2.2. Préparation des extraits aqueux .....	31
II.2.3. Origine de l'hydrolat.....	33
II.2.4. La préparation des pH.....	33
II.2.5. Les prélèvements des échantillons.....	33
II.2.6. Les méthodes d'extraction les larves de Globodera .....	33
II.2.6.1. Extraction les larves de Globodera du sol.....	34
II.2.6.1.1. Le matériel utilisé .....	34
II.2.6.1.2. Le protocole d'extraction.....	34
II.2.6.1.3. La purification des nématodes par passage actif .....	36
II.2.6.2 .Extraction des kystes de Globodera du sol.....	36
II.2.6.2.1. Matériels utilisés.....	37
II.2.6. 2.2. Le protocole d'extraction des kystes du sol.....	39
II.2.6.3. L'obtention des larves (L2) de Globodera.....	39
II.2.7. Tests biologiques .....	40
II.2.8. Analyse des données .....	41
II.2.8.1. Estimation de la mortalité corrigée .....	41
II.2.9. Estimation des populations résiduelles .....	41
II.2.10. Analyse de la variance .....	42
<b>Chapitre III: Résultats et Discussion .....</b>	
III.1. Evaluation de la toxicité des plantes testées sur les nématodes du genre Globodera spp .....	44
III.1.1. Toxicité des extraits aqueux des feuilles des deux espèces d'armoise.....	44
III.1.2. Toxicité de l'hydrolat des feuilles d'Artemisia herba alba.....	45
III.1.3. Toxicité comparée des traitements à base d'armoise .....	46
III.1.4. Toxicité des extraits aqueux du bulbe d'Urginea maritima.....	47
III.1.5. Toxicité des extraits aqueux des feuilles de Lantana camara .....	48
III.1.6. Analyse comparative de l'activité biocide des traitements testés.....	49
III.1.7.Évolution temporelle des populations résiduelles du Globodera spp. En fonction des traitements et des doses.....	50

<b>Discussion.....</b>	<b>52</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>57</b>
<b>Référence Bibliographique .....</b>	<b>59</b>