

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

جامعة غرداية

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



كلية علوم الطبيعة والحياة  
وعلوم الأرض

Département des Sciences  
Agronomiques

Université de Ghardaïa

قسم العلوم الفلاحية

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de  
Master académique en Sciences Agronomiques  
Spécialité : Protection des végétaux

**THEME**

**Inventaire des nématodes phytoparasites sur la culture de  
pomme de terre dans la région d'El Ménéea**

**Présenté par**

SAIDAT Djemâa

**Membres du jury**

**Grade**

MELOUK Salima

MAA

Présidente

BOUMADA Abdelbasset

MAB

Examineur

KHENE Bachir

MCB

Encadreur

**Mai 2016**

# **DÉDICACES**

*Je dédie ce mémoire à :*

*✧ Mes parents les deux êtres les plus chers au monde pour leurs soutien, encouragements, tendresse et les sacrifices consentis depuis ma naissance et leurs patience pendant mes années d'études, qui n'ont d'égal que le témoignage de ma profonde reconnaissance ; que Dieu leur accorde une longue vie.*

*✧ A mes chères soeurs, Aicha, Faitan*

*✧ A mes chers frères, Mohamed, Hichem, Brahim*

*✧ Mon promoteur Mr. Khene B.*

*✧ Je remercie vivement tous les enseignants surtout : M. Sadine S.E. , Ben Brahim F, M. Kraimat M., M. Alioua Y., M. Ali Tatar B., M. Ouladbelkhir C., M. Bouaraour K, Mme. Malouk .*

*✧ A ma fleur épanouie, Imane, Zienb,*

*✧ A ma grande famille, SAIDAT, BELDJOUDI, DAHMANI, BELGUENDOZ, HAMZA, AICHAOUI, LEHBIB*

*✧ Tous mes amies spécialement, Soumia, Khadidja, Amina, Keltoum, Houria , Zahia , Rabouha, Nadjia, Zoubida, Nadjet, Assia, Wassila, Djhad, Fadwa, Hanan, Saliha, Bahria, Fatima, Cherifa , Fatiha, Aicha, , Khadra, Fraiha.  
Et mes amies de faehal, et tous mes amies sans exception*

**Djemâa**

# Remerciement

*Au terme de ce modeste travail :*

*Avant tout je remercie « ALLAH » le tout puissant qui ma donner la  
L'aide et la patience pour réaliser ce présent travail.*

*Je tiens tout d'abord à exprimer mes remerciements et toute mes reconnaissances  
à l'égard de :*

*Dr. KHENE Bachir, pour ces encouragements, d'avoir proposé ce thème et  
accepté de m'encadrer, diriger et suivre pas à pas la progression de ce travail avec  
une grande rigueur scientifique, ainsi que sa disponibilité. Moi, je le remercie  
infiniment pour son aide et ses conseils judicieux,*

*Il m'est très agréable de remercier également Mme MELOUK Salima qui me fait  
le grand honneur de Co-encadrer ce travail. Vous m'avez orienté, conseillé et  
vous m'avez fait bénéficier de votre connaissance et votre expérience scientifique.*

*Je remercie le président du jury Mr BOUMADDA Abde lbasat.*

*Nos profondes salutations et remerciements à Mme MOUFFOK Ahlem, Mr  
ALIOUA Youcef, Mr KRAIMAT Mohamed, Mr SADINE Salah Eddine.*

*Nous exprimons nos vifs remerciements à de juger ce travail avec ses précieux  
conseils A tous les enseignants du Département des sciences agronomiques et  
spécialement « KHENE Bachir, MELOUK Salima ».*

*Un grande merci aux responsables du laboratoire Mademoiselle Ahlem*

*Et l'équipe du laboratoire physiologie.*

*Et tous mes collègues de la 2<sup>ème</sup> promotion de Master « Protection des Végétaux*

*».*

*En fin à tous qui m'ont soutenu tout au long de mon cursus universitaire*

## **Liste des abréviations**

**DSA** : Direction des Services Agricoles.

**FAO**: food and agriculture organsation.

**J1àJ4** : juvénile de premier stade à juvénile de quatrième stade.

**L1** : larve de premier stade

**L2** : larve de deuxième stade.

**L3** : larve de troisième stade.

**L4** : larve de quatrième stade.

**MAP** : Mono ammonium phosphate

**M1àM4** : mues de premier stade à mues de quatrième stade.

**NPK** : Azote Phosphore Potassium

**O.N.M** : Office National de la Météorologie

### *Liste des tableaux*

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 01</b>	Place des nématodes phytoparasites dans le règne animal	08
<b>Tableau 02</b>	Caractères morphologiques permettant de différencier les trois ordres auxquels appartiennent les nématodes phytoparasites.	09
<b>Tableau 03</b>	Données météorologiques pour la période 2005-2014. (Station ONM d'El Ménée, 2016)	27
<b>Tableau 04</b>	Récapitulatif de l'opération de l'échantillonnage	34
<b>Tableau05</b>	Résultats de l'inventaire des nématodes phytopathogènes sur culture pomme de terre dans la région EL Ménée.	44
<b>Tableau 06</b>	Qualité d'échantillonnage des cultures dans les trois prélèvements dans seul stations d'études.	47
<b>Tableau07</b>	Espèces de nématodes phytoparasites inventoriés sur les cultures étudiées dans la région de Ménée.	47
<b>Tableau08</b>	Fréquence d'abondance par espèce	48
<b>Tableau09</b>	Indice de Shannon et équirépartition	49
<b>Tableau10</b>	Répartition des espèces inventoriées par ordres, par famille, et par mode de parasitisme dans la région de Ménée	50

### *Liste des figures*

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1</b>	Anatomie générale d'un nématode	07
<b>Figure 2</b>	Cycle biologique des nématodes à galles	12
<b>Figure 3</b>	Le cycle de développement d'un nématode à kyste	13
<b>Figure 4</b>	Contenu d'un kyste écrasé : œufs et larves	14
<b>Figure 5</b>	Quelques symptômes causés par le nématode à galles ( <i>Meloidogyne</i> spp.)	16
<b>Figure 6</b>	La morphologie générale de la pomme de terre	20
<b>Figure 7</b>	Le cycle de vie de la culture de pomme de terre	21
<b>Figure 8</b>	Localisation de la région El Ménéea	26
<b>Figure 9</b>	Diagramme Ombrothermique de la région d'El Ménéea	28
<b>Figure 10</b>	Climagramme d'EMBERGER d'El Ménéea	29
<b>Figure 11</b>	Superficies des principales cultures dans la daïra d'El Ménéea (en ha).	31
<b>Figure 12</b>	Productions des principales cultures dans la daïra d'El Ménéea(en qtx)	32
<b>Figure 13</b>	Schémas représentant le plan d'échantillonnage sur les deux parcelles	36
<b>Figure 14</b>	Pourcentage des fréquences d'abondance par espèce	49
<b>Figure 15</b>	Répartition des espèces de nématodes inventoriées par ordre taxonomique	50
<b>Figure 16</b>	Répartition des espèces des nématodes inventoriées par famille	51

### Liste des photos :

N°	Titre	Page
<b>Photos 1à3</b>	Parcelle de pomme de terre lors des trois périodes de prélèvements (Exploitation HADJADJ, El Ménéa).	34
<b>Photos 4à7</b>	Les étapes d'échantillonnage sur terrain	35
<b>Photos 8à17</b>	Les étapes d'extraction des nématodes à partir du sol par la méthode de tamisage	37
<b>Photos 18à23</b>	Extraction des nématodes à partir du matériel végétale	39
<b>Photos 24à26</b>	Récupération des nématodes dans l'eau de la boîte de Petri	40
<b>Photos 27à29</b>	Observation des nématodes et prise de photos	40

## *Table des matières*

<b>Dédicaces</b>	
<b>Remerciements</b>	
<b>Liste des abréviations</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Liste des figures</b>	

<b>Introduction</b>	02
---------------------	----

### **Première partie : Synthèse bibliographique**

<b>Chapitre I : GENERALITES SUR LES NEMATODES PHYTOPARASITES</b>	
<b>I.1-</b> Morphologie des nématodes phytoparasites	04
<b>1.1.</b> Morphologie externe	04
<b>1.2.</b> Morphologie interne	04
<b>1.2.1.</b> Fourreau épidermique-musculaire	04
<b>1.2.1.1.</b> Cuticule	05
<b>1.2.1.2.</b> Epiderme	05
<b>1.2.2.</b> Cavité générale	05
<b>1.2.3.</b> Tube digestif	05
<b>1.2.3.1.</b> Cavité buccale	05
<b>1.2.3.2.</b> Œsophage	06
<b>1.2.3.3.</b> Intestin	06
<b>1.2. 4.</b> Appareil excréteur	06



1.2.5. Système nerveux	06
1.2.6. Système reproducteur	06
I .2- Biologie des nématodes phytoparasites	07
I .3-Classification des nématodes phytoparasites	08
I .4- Types nématodes	09
1) Les endoparasites	09
2) Les ectoparasites	09
3) Les semi endoparasites	09
I .5. Reproduction et cycles de développement	10
5.1. Reproduction	10
5.2. Les cycles de développement	10
a. Nématodes à galles	10
b.Nématodes à kystes	12
I .6- Symptômes d'attaques de nématodes	14
1) Symptômes sur les parties aériennes	14
2) Symptômes sur parties souterraines	15
I .7-Méthodes de lutte	16
7.1. La méthode de lutte non chimique	16
7.1.1. Mesures prophylactiques	16
7.1.2. Méthodes culturales	16
7.2. Méthode de lutte chimique	16

<b>Chapitre II : GENERALITES SUR LA POMME DE TERRE</b>	
<b>(Solanum tuberosum)</b>	
II .1. Taxonomie	18
II .2. Botanique	18
2-1-Partie aérienne	18
2-2-Partie souterraine	19
II .3. Cycle de développement	20
II .4. Variétés	22
II .5. Exigences écologique de la pomme de terre	22
5.1. Exigences climatiques	22

<b>5.2. Exigences édaphiques</b>	22
<b>II .6. Techniques culturales de la pomme de terre</b>	23
<b>6.1. Préparation du sol</b>	23
<b>6.2. Fertilisation</b>	23
<b>6.3. Plantation</b>	24
<b>II .7. Irrigation</b>	24
<b>II .8. La récolte</b>	24
<b>II .9. Importance de la pomme de terre en Algérie</b>	24

## **Deuxième partie : Matériel et méthode**

<b>Chapitre III : Matériel et méthode</b>	
<b>III. 1. Présentation de la région d'El Ménéa</b>	
<b>1.1. Situation géographique</b>	27
<b>1.2. Données climatiques</b>	28
<b>1.2.1. Température</b>	28
<b>1.2.2. Précipitation</b>	28
<b>1.2.3. Humidité relative</b>	29
<b>1.2.4. Evaporation</b>	29
<b>1.2.5. Insolation</b>	29
<b>1. 2.6. Les vents</b>	29
<b>1.3. Synthèse climatique</b>	29
<b>1.3.1. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN</b>	29
<b>1.3.2. Climagramme d'EMBERGER</b>	30
<b>1. 3.3. Géomorphologie</b>	31
<b>1.4. Hydrologique</b>	31
<b>1.5. Pédologie</b>	32
<b>1.6. Agriculture</b>	32
<b>III. 2. Matériels et méthode</b>	
<b>2 .1.L'objectif</b>	33
<b>2.2. Site à la région</b>	33
<b>2.3. Méthodes d'analyses</b>	34

<b>2.3.1.</b> Méthode d'échantillonnage	34
<b>2.3.2.</b> Méthode d'analyse nématologique	37
<b>2.4.</b> Extraction	37
<b>2.5.</b> Fixation	40
<b>2.6.</b> Montage et identification	41

## **Troisième partie : Résultats et Discussions**

### **Chapitre IV : Résultats et discussion**

#### **Conclusion**

#### **Références bibliographiques**

#### **Annexes**

## Résumé :

Les cultures maraichères sont la cible d'une diversité de bioagresseurs, dont les nématodes phytoparasites (NPP). La connaissance de ces nématodes dans une région donnée permettra d'élaborer une stratégie de lutte afin de mettre leurs populations sous le seuil de nuisibilité aux cultures. On se propose dans le présent travail, de réaliser un inventaire des espèces de NPP sur une culture de pomme de terre sous pivots dans la région d'EL Ménéea.

Après étude montre pour les deux types d'espèces vers nématodes qui ont été identifiés sont principalement dans deux types Genre : *Ditylenchus* sp., *Xiphinema* sp.

**Mots clés :** Inventaire, Pomme de terre, Nématode, *Ditylenchus* sp., *Xiphinema* sp., El Ménéea,

## ملخص:

تعد محاصيل الخضر عرضة لمجموعة متنوعة من الآفات، بما في ذلك الـنيماتودا المتطفلة على النباتات. معرفة أنواع هذه الـنيماتودا في منطقة معينة تساعد في تطوير استراتيجية لمكافحةها. ويقترح هذا العمل حصر أنواع الـنيماتودا الطفيلية المتواجدة في محصول البطاطس تحت الرش المحوري في منطقة في المنيعة. بعد دراستنا تبين لنا وجود نوعين من ديدان الخيطية الأنواع التي تم تحديدها تتمثل أساسا في نوعين ينتميان الى جنسي: ديتيلانكوس " *Ditylenchus* sp. " ، ايكزيفينيميا "*Xiphinema* sp".

**كلمات البحث:** الجرد، البطاطا، الـنيماتودا، ديتيلانكوس " *Ditylenchus* sp. "، ايكزيفينيميا "*Xiphinema* sp. «، المنيعة

## Abstract:

The cultures are the target of a diversity of bio aggressors, among these the plant-parasitic nematodes. The knowledge of these nematodes in a given region will permit to elaborate a strategy of struggle in order to put their populations under the crop damage threshold. We intend in the present work, to achieve an inventory of the species of present NPP tackling the potato culture irrigated under pivots EL Ménéea region. Two types of nematodes species have been identified are mainly two types Genre: *Ditylenchus* sp. and *Xiphinema* sp. are the most common and abundant in the study area and they seem to adapt to different types of soil .

**Keywords:** Inventory; Potato; Nematodes, *Ditylenchus* sp., *Xiphinema* sp., El Ménéea,

# **Introduction**

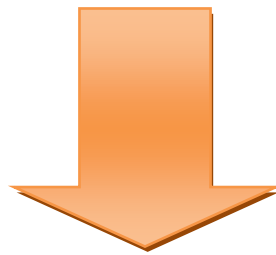
### Introduction

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L., **1990**) est une plante herbacée tubéreuse originaire d'Amérique latine. Sa production mondiale s'élève à 340 millions de tonnes en 2010 sur près de 18,4 millions d'hectares (**ANONYME, 2011**), ce qui lui confère la cinquième place cultivée après la canne à sucre, le maïs, le blé et le riz. En plus de son importance dans l'alimentation, la pomme de terre est aussi utilisée par voies biotechnologiques dans la production des vaccins contre le diabète et l'hépatite (**ARAKAWA et al, 1999**). Dans la pratique agricole, le cycle de production de la pomme de terre est principalement végétatif, les tubercules produits constituant à la fois un organe de reproduction asexuée, la partie alimentaire de la plante et aussi une matière première pour la transformation industrielle (**ELLISSÈCHE, 2008**). La production de pomme de terre en Algérie ne satisfait pas les besoins du consommateur, ce qui fait de nous un pays dépendant de l'étranger surtout en matière de semence. Ces semences importées ne présentent pas souvent les qualités requises et leur génotype n'est pas toujours conforme à nos conditions édapho-climatiques. De même la semence peut présenter quelques contaminations vu que celle-ci est très connue par sa sensibilité à de nombreuses infections qui lui sont transmises à chaque génération par le tubercule et pour lequel aucune lutte chimique n'est possible. La question de l'impact de ces traitements sur l'environnement est aujourd'hui largement posée d'où l'intérêt de trouver des solutions génétiques durables (**CHAUVIN et al, 2008**).

Parmi les principaux bioagresseurs qui affectent la culture de pomme de terre les nématodes phytoparasites. Ces nématodes causent des dégâts considérables et des baisses de rendements avec un grand potentiel de dissémination par le biais des tubercules semences. Ce qui fait que certaines espèces de ces nématodes phytoparasites affectant la pomme de terre sont inscrites dans la liste officielle des organismes de quarantaine à contrôler, interdisant ainsi toute production de semences en cas d'analyse prouvant leur présence sur un sol.

Dans le présent travail on tente de connaître les espèces nématodes phytoparasites présentes dans une culture pomme de terre irriguée sous centres pivots dans une exploitation agricole au niveau de la région d'El Ménéa.

# Chapitre I



## **Généralités sur les nématodes phytoparasites**

**Chapitre I : Généralités sur les nématodes phytoparasites**

Les nématodes sont des vers microscopiques cylindriques et allongés ("Néma" en grec = cheveux), sans tête bien définie, à symétrie bilatérale et enfermés dans une cuticule assez résistante ornementée ou annelée. Cette annélation est tout à fait superficielle et ne correspond à aucune division interne de l'organisme, contrairement à d'autres vers (annélides). (Moriera, 2011)

**I .1. Morphologie des nématodes phytoparasites :****1.1. Morphologie externe.**

Les nématodes phytoparasites ont généralement une forme en fuseau allongé plus ou moins effilé aux extrémités et de section transversale circulaire. Ils sont généralement incolores et transparents. Chez quelques espèces les femelles ont un corps volumineux et piriforme ceci, étant provoqué par un développement important des gonades et de leurs annexes. Les mâles sont toujours vermiformes (PROT, 1984)

La plupart sont invisibles à l'œil nu ; ils mesurent de 0,3 à 5 mm de longueur et 10 à 50µm de largeur. La région ventrale est facilement reconnaissable étant caractérisée par la présence d'un pore excréteur, de la vulve et de l'anus. Le pore excréteur est situé dans le tiers antérieur du corps. La vulve est médiane chez les individus pourvus de 2 gonades et le plus souvent située vers l'arrière du corps chez les espèces n'en possédant qu'une (PROT, 1984)

L'enveloppe externe ou cuticule peut être lisse, annelée, ponctuée ou marquée de stries longitudinales, les anneaux cuticulaires présentent parfois des excroissances fortement développées. La cuticule est marquée de plis longitudinaux qui délimitent les champs latéraux.

Sur la cuticule on peut aussi distinguer les terminaisons des organes de perception, ce sont les amphides et les papilles situées dans la région céphalique et les phasmidés souvent localisées. À l'arrière du corps. Les mâles possèdent généralement des ailes (ou bursae) caudales servant d'organes de préhension lors de la copulation, ce sont des expansions cuticulaires (PROT, 1984)

**1.2. Morphologie interne.****1.2.1. Fourreau épidermique-musculaire.**

La paroi du corps des nématodes est constituée de trois couches intimement liées, ce sont de l'extérieur vers l'intérieur la cuticule, l'épiderme et la couche musculaire longitudinale (PROT, 1984)



**1.2.1.1. Cuticule.**

La cuticule est constituée de 8 ou 9 couches entrecroisées de protéines fibreuses. Elle doit être suffisamment solide pour protéger le nématode, assez rigide pour former un exosquelette et dans le même temps assez souple pour permettre les mouvements (**PROT, 1984**).

**1.2.1.2. Epiderme.**

L'épiderme sécrète la cuticule. Il est formé d'une couche unique constituée d'un petit nombre de rangées de cellules épithéliales. Il entoure totalement le corps et renferme de nombreuses

Réserves (lipides et glycogène). L'épiderme n'est pas d'épaisseur égale, il forme des cordes longitudinales qui sont des bandes faisant saillie dans la cavité générale.

Il y a généralement 4 cordes 1 dorsale, 1 ventrale et 2 latérales plus fortement marquées que les précédentes (**PROT, 1984**).

**1.2.1.3. Musculature.**

La musculature se situe immédiatement en-dessous de l'épiderme.

Il n'y a qu'une couche de muscles longitudinaux. Cette musculature est divisée en quatre champs musculaires par les cordes latérales et médianes. Les nématodes se meuvent suite à des contractions coordonnées des muscles longitudinaux qui, à quelques exceptions près, induisent un mouvement ondulatoire. S'il n'y a pas de couche musculaire circulaire il existe néanmoins des muscles transversaux, Ce sont les muscles copulateurs, les muscles vulvaires et les muscles anaux (**PROT, 1984**).

**1.2.2. Cavité générale.**

La cavité générale du corps des nématodes contient un tissu fibreux et des cellules mésenchymateuses et est remplie d'un liquide de pression osmotique élevée qui agissant sur l'exosquelette fait que les nématodes conservent leur forme en fuseau (**PROT, 1984**).

**1.2.3. Tube digestif.**

Le tube digestif s'étend de la bouche à l'anus. Il comprend l'œsophage, l'intestin et le rectum.

**1.2.3.1. Cavité buccale.**

La bouche s'ouvre à l'extrémité antérieure ; elle est pourvue d'un stylet, structure cuticulaire durcie, analogue à une aiguille hypodermique. Des muscles protracteurs insérés d'une part sur les boutons basaux du stylet et d'autre part à l'avant du corps permettent au stylet de faire saillie à l'extérieur de la bouche. Ce stylet permet aux nématodes phytoparasites de perforer

les parois des cellules et d'en prélever le contenu dont ils se nourrissent. Le conduit œsophagien part de l'extrémité postérieure du stylet. (PROT, 1984).

### **1.2.3.2. Œsophage**

La partie antérieure de l'œsophage est plus ou moins cylindrique, elle est divisée en un procorpus et un métacorpus aussi appelé bulbe médian. Ce bulbe médian contient une valve sur laquelle s'insèrent des muscles, il fonctionne comme une pompe qui aspire les aliments à travers le stylet et les refoule dans l'intestin.

L'isthme, parti à section étroite, relie le métacorpus au bulbe basal piriforme. Ce bulbe basal contient trois glandes, une dorsale et deux subventrales. La glande dorsale sécrète une salive.

Un canal qui traverse le bulbe médian, la relie au conduit œsophagien, le débouché de ce canal dans le conduit œsophagien est appelé orifice de la glande dorsale et situé près de la base du stylet (PROT, 1984).

### **1.2.3.3. Intestin**

L'intestin est un simple tube droit constitué d'une seule couche de cellules épithéliales. Le rectum est une invagination cuticulaire. Celui des femelles est un simple tube qui conduit à l'anus. Chez les mâles le système reproducteur débouche dans le rectum qui est donc transformé en cloaque (PROT, 1984).

### **1.2.4. Appareil excréteur.**

L'appareil excréteur des nématodes phytoparasites est constitué de deux longs canaux latéraux connectés entre eux par un canal transversal lui-même en communication avec le pore excréteur généralement situé à la hauteur du bulbe médian (PROT, 1984).

### **1.2.5. Système nerveux.**

On distingue un système nerveux central composé de ganglions nerveux, d'un anneau nerveux, d'une corde neurale ventrale et d'une corde neurale dorsale. L'anneau nerveux est la structure la plus facilement identifiable : il entoure l'œsophage juste en arrière du bulbe médian. Les différents organes du système nerveux sont connectés entre eux et aux terminaisons nerveuses qui innervent les muscles et les organes des sens.

Les nématodes possèdent aussi des systèmes nerveux sympathiques : un œsophagien, un rectal, un entourant les spicules chez le mâle et un associé à la vulve et au vagin chez les femelles (PROT, 1984).

### **1.2.6. Appareil reproducteur**

La reproduction des nématodes phytoparasites se fait selon deux modes :

a) reproduction sexuée, la femelle est fécondée par le mâle.

b) parthénogénèse, les œufs se développent sans fécondation.

Chez les espèces à reproduction sexuée les mâles sont aussi nombreux que les femelles.

Chez les espèces parthénogénétiques les mâles sont rares et manquent quelquefois totalement (PROT, 1984).

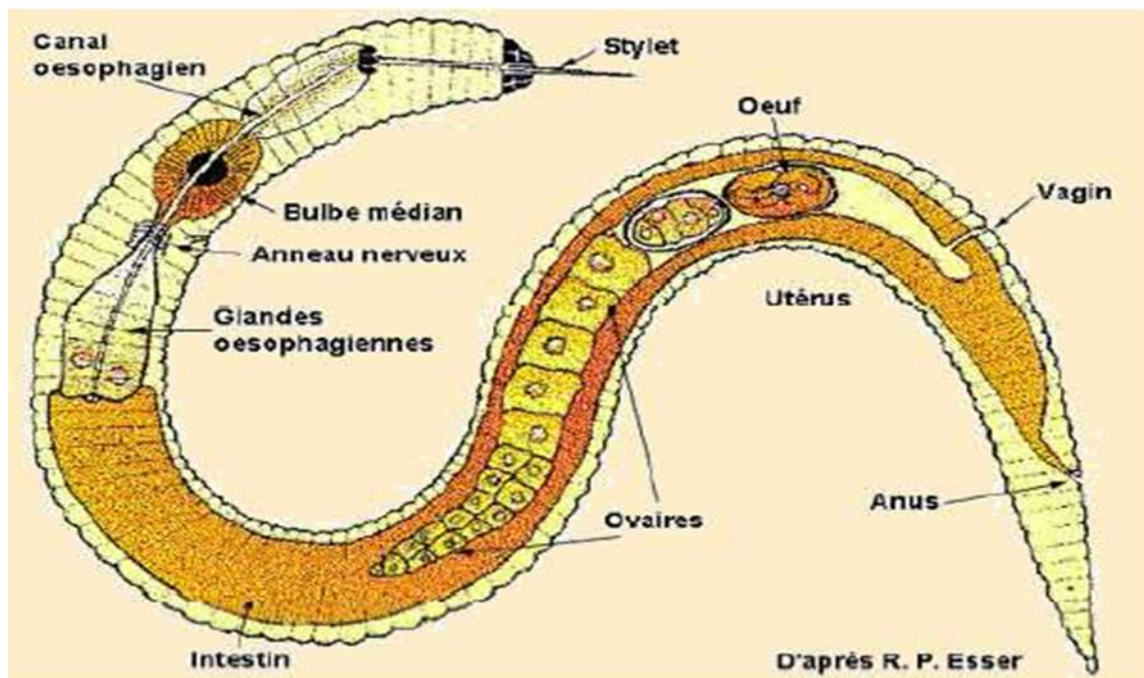


Figure01 : Anatomie générale d'un nématode.

## I.2. Biologie des nématodes phytopathogènes :

Le cycle évolutif tous les nématodes phytophages comprend cinq stades distincts : quatre stades larvaires terminés par une mue (L1, L2, L3 et L4) et un stade adulte. C'est entre le stade L4 et le stade adulte qu'apparaissent les organes sexuels (ovaire(s) et spicules). A l'exception des nématodes sédentaires, chez les autres espèces, les larves se distinguent surtout par leurs tailles respectives ; mais, hormis les organes sexuels, elles possèdent tous les autres caractères des nématodes adultes, ce qui permet au spécialiste de les identifier (Moriera 2011).

**I.3. Classification des nématodes phytoparasites :**

Les bases de la classification des nématodes phytoparasites reposent sur des différences de structures visibles au microscope en lumière visible (**PROT, 1984**). Ils appartiennent à trois ordres: *Tylenchida*, *Aphelenchida* et *Dorylaimida*. Certains nématodes appartenant à ces ordres ne sont pas phytoparasites. Le tableau 2 indique les caractères permettant de différencier ces trois ordres (**PROT, 1984**)

**Tableau 01 : Place des nématodes phytoparasites dans le règne animal (PROT, 1984).**

<b>Règne</b>	Métazoaire	Pluricellulaires
<b>Sous règne</b>	Eumétazoaire	Tissus différenciés en système d'organes
<b>Subdivision</b>	Protostomien	Débouché oral correspond au Blastopore. Système nerveux ventral. Débouché oral correspond au Blastopore. Système nerveux ventral.
<b>Super embranchement</b>	Pseudo coelomate	Possèdent un pseudocoelome
<b>Embranchement</b>	Némathelminthe	Vers ronds
<b>Classe</b>	Nematoda	Pas de cils vibratiles, œsophage différencié, appareil excréteur glandulaire

**Tableau 02 : Caractères morphologiques permettant de différencier les trois ordres auxquels appartiennent les nématodes phytoparasites (PROT, 1984).**

<b>Dorylaimida</b>	<b>Tylenchida</b>	<b>Aphelenchida</b>
- Pas de phasmidé - Stylet sans boutons basaux. -Généralement pas d'annélation de la cuticule. -Œsophage fortement muscularisé pas de bulbe médian. - 5 cellules glandulaires	- Phasmidés - Stylet avec boutons basaux. - Annélation de la : cuticule -œsophage faiblement muscularisé en 3 ou 4 parties procorpus bulbe médian isthme bulbe-basal. - Débouché de la glande dorsale situé juste en arrière du stylet. -Généralement 3cellules glandulaires	- Phasmidés - Stylet avec boutons basaux. -Annélation de la : cuticule -œsophage faiblement muscularisé en 3 ou 4 parties procorpus bulbe médian isthme bulbe-basal. -Débouché de la glande dorsale situé à l'intérieur du bulbe médian. -Généralement 3 cellules glandulaires.

**I. 4. Les types des nématodes :**

Les nématodes phytoparasites peuvent être séparés en deux groupes, les nématodes qui s'alimentent sur les parties aériennes des plantes et les nématodes des parties souterrains (racines, tubercules, bulbes,...). Ils peuvent également être regroupés selon leur comportement alimentaire et leur mobilité en quatre groupes principaux :

- Endoparasites migrants : nématodes mobiles qui s'alimentent à l'intérieur des tissus racinaires des plantes.
- Endoparasites sédentaires : nématodes qui, arrivés sur un site nourricier, cessent d'être mobiles et s'alimentent sur ce site nourricier.
- Ectoparasites : des nématodes qui s'alimentent à la surface des tissus racinaires des plantes. (COYNE et al, 2010).
- Semi-endoparasites : Sédentaires ou migrants qui se fixent sur les racines et pondent à l'extérieur du végétal. (CAMARA ,1992).

## I.5. Reproduction et cycles de développement :

### I.5.1. Reproduction

Tous les types de reproduction, à l'exception du bourgeonnement se retrouvent chez les nématodes. Selon **PROT (1984)**, on distingue :

**a. L'amphimixie** : la plupart des nématodes sont bisexués, femelles et mâles facilement reconnaissables et sont en nombres approximativement égaux. Il y a fusion du gamète mâle et du gamète femelle, chacun avec un stock d'unités chromosomiques différent.

**b. L'automixie** : ou autofécondation chez les nématodes hermaphrodites qui produisent les deux types de gamètes (spermatozoïde et ovule).

**c. La pseudogamie** : l'ovule "est activée par l'intrusion" d'un spermatozoïde qui reste ensuite inactif. Il n'y a pas de fusion nucléaire.

**d. La parthénogénèse** : L'ovule se développe sans aucune intervention du spermatozoïde.

### I.5.2. Cycles de développement

#### a. Nématodes à galles.

Le cycle biologique des nématodes à galles se décompose en deux phases : la phase exophyte qui débute lors de la ponte des œufs et se termine par la pénétration des larves L2 dans la racine et une phase endophyte (phase parasitaire) (**Figure02**). La phase parasitaire comporte deux étapes : une étape d'invasion des tissus, pendant laquelle la L2 pénètre dans la racine et migre dans les tissus racinaires, suivie d'une étape de sédentarisation au cours de laquelle le nématode initie la formation de son site nourricier, s'alimente, se développe en adulte et se reproduit (**LAETITIA, 2014**).

#### L'invasion et la migration du nématode dans les tissus racinaires.

Les deux premiers stades larvaires (L1 et L2) sont formés dans l'œuf à l'extérieur des racines. Après éclosion, la L2 constitue la forme infestant. Elle se déplace dans le sol jusqu'à atteindre le système racinaire d'une plante hôte. Après une phase d'exploration de la surface racinaire, les L2 envahissent les racines préférentiellement au niveau de la zone d'élongation proche de l'apex racinaire. Si les premières pénétrations sont observables une à deux heures après le début de l'exploration, la majorité des larves ont pénétré après 48 heures (**VON LAETITIA, 2014**). Le comportement parasitaire à l'intérieur de la racine a pu être déterminé par l'observation des racines fines et translucides de la plante modèle *Arabidopsis thaliana* (**WYSS et al, 1992 in LAETITIA, 2014**).

Après la pénétration de l'épiderme racinaire, la L2 amorce une migration de type intercellulaire en direction de l'apex racinaire. Lorsqu'elle atteint la zone méristématique, la

L2 effectue un retournement (huit à dix heures après la pénétration chez *Arabidopsis thaliana*) provoquant la destruction de cellules méristématiques et poursuit sa migration dans le cylindre central de la racine. Cette migration dans l'apex racinaire pourrait être expliquée par l'impossibilité pour la L2 de traverser la barrière constituée des cellules de l'endoderme dont les parois radiales sont renforcées par des ligno-subérines imperméables (WYSS et al., 1992 in LAETITIA, 2014).

#### **L'induction du site nourricier et la sédentarisation du nématode.**

Dans le cylindre vasculaire, la L2 sélectionne et pique à l'aide de son stylet cinq à sept cellules du parenchyme proche du protoxylème pour initier la formation du site nourricier. Les cellules végétales sélectionnées se transforment en cellules hypertrophiées et multinucléées appelées cellules géantes. De même que la présence du site nourricier est essentielle pour la survie du nématode, la présence du nématode est indispensable au maintien du site nourricier. La formation des cellules géantes s'accompagne de l'hypertrophie puis de l'hyperplasie des cellules vasculaires environnantes, qui conduit à la formation d'une galle entourant les cellules géantes et le nématode (NOBRE et al, 1995 in LAETITIA, 2014). Ces galles sont généralement visibles, chez *Arabidopsis thaliana*, deux à trois jours après la pénétration des larves. Cette réaction secondaire constitue le symptôme le plus caractéristique de l'attaque des *Meloidogyne* spp. (NOBRE et al, 1995 in LAETITIA, 2014)

Après avoir initié la formation du site nourricier, la L2 se sédentarise et commence à s'alimenter. Une accumulation de callose est observée autour du stylet, entre la paroi et la membrane plasmique (HUSSEY et al, 1992 in LAETITIA, 2014). Ce phénomène, dont l'origine serait attribuée à une réaction de défense de la plante, ne semble pas gêner la nutrition du nématode. Le nématode se nourrit en insérant son stylet dans les différentes cellules géantes du site nourricier à tour de rôle. Le stylet atteint l'apoplasme de chaque cellule sans toutefois perforer la membrane plasmique qui s'invagine autour du stylet. Une fois sédentarisée la L2 perd ses muscles locomoteurs et se développe en larve de troisième puis de quatrième stade (L3 et L4), puis enfin en adulte mâle ou femelle. Chez les espèces parthénogénétiques, le mâle n'a pas de fonction reproductrice. Il reprend un aspect filiforme ainsi qu'une activité motrice puis quitte la racine (Figure 02). La femelle en revanche reste sédentaire, s'arrondit et devient piriforme. Les femelles adultes continuent de s'alimenter pendant plusieurs semaines et pondent, à maturité sexuelle plusieurs milliers d'œufs qu'elles rejettent à l'extérieur de la racine dans une matrice mucilagineuse protectrice. Après avoir réalisé leur cycle de développement, les femelles meurent et les cellules géantes et les tissus de la galle dégènèrent. (LAETITIA, 2014).

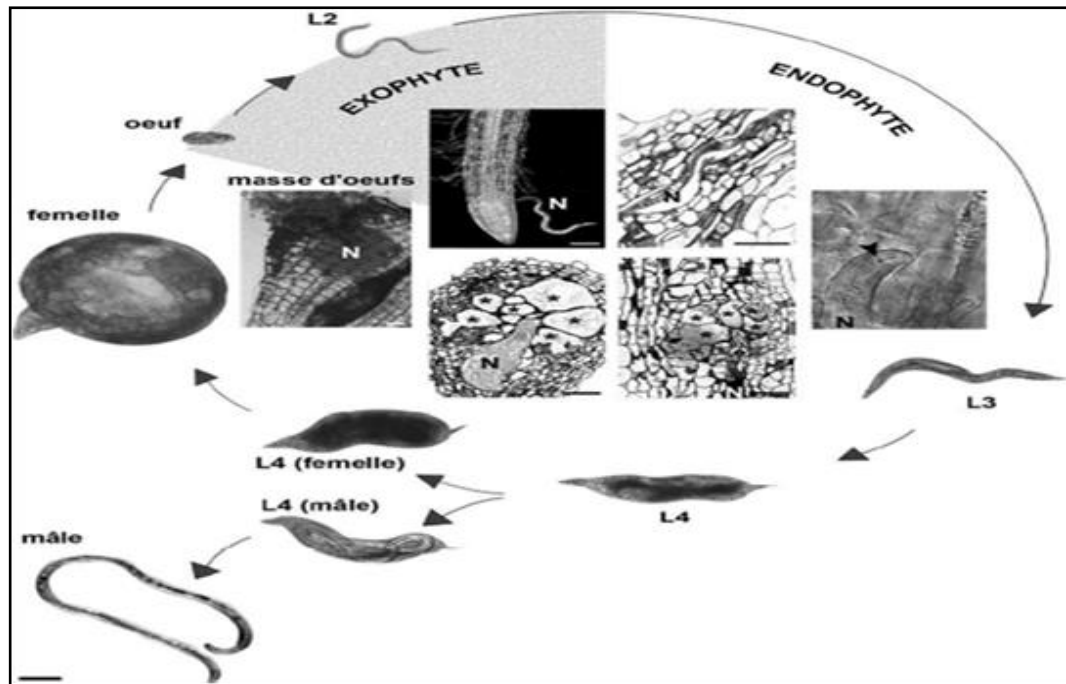


Figure02 : Cycle biologique des nématodes à galles. (LAETITIA, 2014).

### b. Nématodes à kystes

Le cycle de vie du NKS se divise en quatre stades juvéniles (J1 à J4) et un stade adulte (mâle et femelle) qui sont entrecoupés par quatre mues (M1 à M4) (LAURITIS *et al*, 1983).

Après la fertilisation des œufs par les mâles qui s'enrouleront autour de la femelle pour la féconder, l'embryogenèse débutera et se poursuivra jusqu'à l'atteinte du premier stade juvénile (J1) à l'intérieur de l'œuf (KOENNING, 2004). Par la suite, toujours à l'intérieur de l'œuf, l'individu subira sa première mue (M1) et atteindra le second stade (J2). Ensuite, si les conditions environnementales sont propices, il y aura éclosion des œufs (matrice ou kystes) et libération des juvéniles (J2) qui pourront pénétrer les racines et développer les syncytiums. Puis, à l'intérieur de la racine, le NKS subira une seconde mue (M2) menant au troisième stade juvénile (J3) durant lequel il y aura début de la différenciation sexuelle (LAURITIS *et al*, 1983). Durant le troisième stade, la femelle en gonflant, causera la rupture des couches corticales et épidermiques occasionnant des lésions et renflements le long des racines (LAURITIS *et al*, 1983). Ce n'est qu'à la troisième mue (M3) menant à l'atteinte du quatrième stade (J4) que la différenciation sexuelle sera complétée : les femelles auront une forme de citron et les mâles seront vermiformes (LAURITIS *et al*, 1983). C'est également à



ce stade que le syncytium des mâles dégénérera marquant la fin de leur alimentation et leur départ des racines vers le sol (AGRIOS, 2005). À l'atteinte du stade adulte, la femelle, dont le postérieur est alors sorti de la racine, pourra être fécondée par un ou plusieurs mâles et produire le sac gélatineux qui supportera les œufs qui éclore quelques jours plus tard, après quoi leur syncytium dégénérera. Apparemment, si la femelle n'est pas immédiatement fécondée par les mâles, elle peut survivre et rester féconde jusqu'à deux mois en conditions optimales (KOENNING, 2004). Elle produira jusqu'à 600 œufs à température optimale de ponte (25 °C), de 119 à 273 seront produits dans la matrice extérieure alors que de 161 à 291 le seront en son sein (kyste) (LAURITIS *et al*, 1983). Après quelques jours, les premiers kystes bruns apparaîtront et pourront former l'inoculum d'années subséquentes (AGRIOS, 2005). Sous cette forme, les œufs seront protégés des conditions extrêmes et de la prédation par certains microorganismes du sol (KOENNING, 2004). (Figure 3)

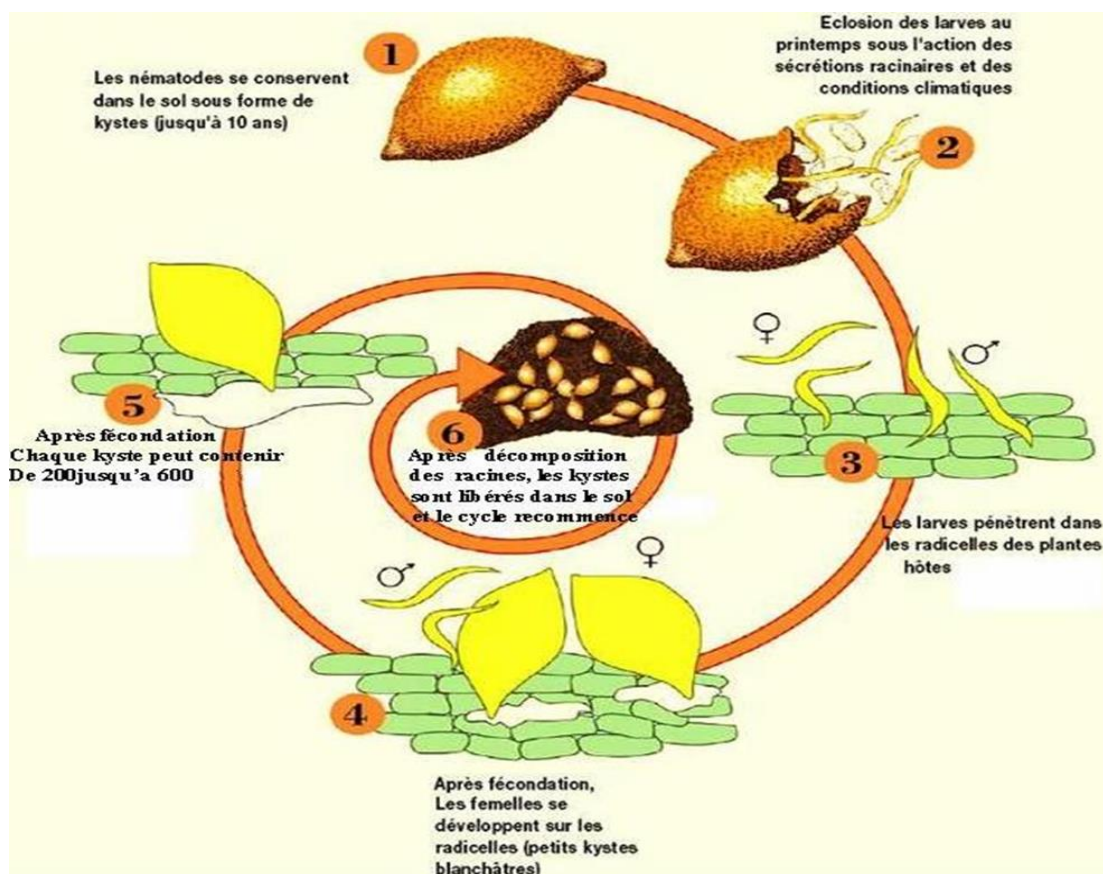


Figure 03 : Le cycle de développement d'un nématode à kyste



Figure 04 : Contenu d'un kyste écrasé : Œufs et larves

### I.6. Symptômes d'attaques de nématodes :

Le plus grand défi lorsqu'il s'agit de reconnaître les nématodes comme responsables des dommages observés sur une culture tient au fait que la plupart d'entre eux ne produisent pas de symptômes spécifiques, faciles à identifier (COYNE *et al*, 2010).

#### 1) Symptômes sur les parties aériennes

Les symptômes sur les parties aériennes se divisent en deux catégories : ceux qui sont causés par des nématodes des parties aériennes qui attaquent le feuillage et ceux qui sont causés par des nématodes du sol attaquant les racines.

##### ➤ Symptômes causés par les nématodes des parties aériennes

Ce plus aisés à comprendre :

- Formation de galle, ou gonflement anormal des grains (e.g. *Anguina*) ou des feuilles (e.g. *Cynipanguina*).

- Des stries sur feuille, blanchissement et décoloration des feuilles (particulièrement sous climat tempéré) (e.g. *Aphelenchoides*).
- Epaisissements, crevasses et croissance désorganisée des tissus (e.g. *Ditylenchus*).
- Nécrose interne de la tige, association avec un anneau rouge (*Bursaphelenchus cocophilus*).
- Nécrose de l'inflorescence.
- Chlorose/brunissement des feuilles (aiguilles de pins), possible mort de l'arbre (*Bursaphelenchus xylophilus*) (COYNE et al, 2010).

➤ **Symptômes causés par les nématodes des racines**

Les nématodes des racines sont la cause, à des degrés divers, de défauts de croissance des parties aériennes, mais ces symptômes ne sont généralement pas suffisants pour diagnostiquer un problème nématologique. La plupart de ces symptômes peuvent être le reflet ou confondus pour d'autres problèmes comme une alimentation insuffisante en eau ou une déficience de l'absorption minérale (COYNE et al, 2010).

## **2) Symptômes sur parties souterraines**

Ils sont dus aux nématodes et sont parfois suffisamment spécifiques pour autoriser le diagnostic d'un problème nématologique. L'arrachage des plantes ou le dégagement des racines est nécessaire pour observer les symptômes. Les symptômes comprennent :

- Formation de galles.
- Racines raccourcies, épaissies, enflées à leurs extrémités.
- Lésions sur les racines.
- Nécroses sur les racines et les tubercules, pourrissement et mort des racines.
- Crevasses sur racines et tubercules.
- Présence de kystes ou de 'perles' sur les racines.
- Racines déformées (COYNE et al, 2010) (Figure05).



Flétrissement de la plante

Galles sur racines et tubercule de pomme de terre

Figure 05 : Quelques symptômes causés par le nématode à galles (*Meloidogyne* spp.).

### I.7. Méthodes de lutte :

Actuellement, il existe plusieurs méthodes ou techniques de lutte contre les nématodes que nous pouvons regrouper en deux grandes classes de lutte. Ce sont : les méthodes de lutte non chimique et les méthodes de lutte chimique. (CAMARA, 1992)

#### 7. 1. Méthodes de lutte non chimique

##### 7. 1. 1. Mesures prophylactiques

Elles comprennent toutes les mesures permettant d'éviter la propagation des infestations des nématodes : nettoyage des outils agricoles, irrigation avec de l'eau non contaminée, élimination des parties contaminées du matériel végétal de replantation.

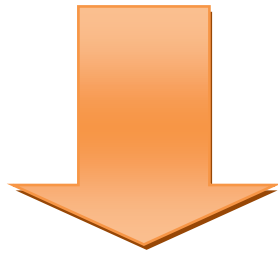
-Solarisation : La diminution des populations est plus forte pendant les 10 premiers Centimètres du sol où la température dépasse fréquemment 40°C (CAMARA, 1992)

##### 7. 1. 2. Méthodes culturales

- Utilisation de la jachère nue ou travaillée
- Rotations culturales
- Chaulage. (CAMARA, 1992)

**7. 2. Méthode de lutte chimique :** En cultures maraîchères deux produits peuvent être recommandés : le méthane sodium sur cultures maraîchères. Ce sont des fumigants qui nécessitent une bonne préparation du sol et un arrosage abondant avant et après application. Ils doivent être utilisés au moins trois semaines avant le semis ou le repiquage (PROT, 1984).

# Chapitre II



## *Généralités sur la pomme de terre*

---

## Chapitre II : Généralités sur la pomme de terre

### II .1. Taxonomie

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) appartient à la famille de solanacées. Le genre solanum regroupe environ 2 000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses (**HAWKES, 1990**). Dont les tubercules font l'objet d'un commerce international important. C'est une plante vivace qui se propage par multiplication végétative et qui est cultivée comme une espèce annuelle (**BOUFARES, 2011**).

Cette plante à tubercules a subi une évolution que rarement des végétaux connaissent (amélioration et séquençage génétique par le biais de la biotechnologie). Les chiffres de sa consommation directe et de ses différentes transformations dans l'industrie lui prédisent un avenir des plus prometteurs (**BOUFARES, 2011**).

Sa classification exhaustive est présentée par **HAWKES, 1990** :

Ordre : Solanales

Famille : *Solanaceae*

Genre : *Solanum*

Espèce: *Solanum tuberosum* L., (**HAWKES, 1990**).

### II .2. Botanique :

La pomme de terre est une plante herbacée. Vivace cultivée comme plante annuelle. Elle est constituée de deux parties distinctes :

- Une partie aérienne (Tiges, feuilles, fleurs, fruits)
- Une partie souterraine (Racines, stolons, tubercules)

#### 2-1-Partie aérienne :

##### 2-1-1.Tige :

Les plants germant à partir des graines ont une seule tige principale, tandis que celles germant à partir des tubercules peuvent en produire plusieurs. Les tiges sont en section ronde, anguleuse, formant des bords sur lesquels naissent des ailes ou cotes, généralement la couleur de la tige est verte, elle peut parfois être rouge ou pourpre (**BERNARD et al, 2007**).

### 2-1-2.Feuilles :

Les feuilles sont composées, comprenant une nervure centrale ou rachis et plusieurs Folioles. Chaque rachis peut comporter plusieurs paires de folioles avec une foliole terminale (BERNARD et al, 2007).

### 2-1-3.Fleurs :

L'inflorescence est en cyme terminal. Les fleurs sont hermaphrodites, Autogames et de couleur blanche à couleur Violette selon les variétés (BERNARD et al, 2007).

### 2-1-4.Fruit :

Le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de 1 à 3 cm de diamètre, à deux chambres renfermant des graines aplaties. La baie est généralement de couleur verte. Les fruits ne se forment que dans les régions froides. Au Maroc, on ne rencontre pas ce problème dans les régions de production surtout de primeurs (BERNARD et al, 2007).

### 2-2-Partie souterraine :

#### 2-2-1.Racines :

Les plantes issues de graines forment une racine pivotante mince avec des racines latérales. Les plantes issues de tubercules forment des racines adventives à la base de germe et au-dessus des nœuds de la partie souterraine de chaque tige (BERNARD et al, 2007).

#### 2-2-2.Stolons :

Ce sont des tiges souterraines latérales assez grêles qui se développent horizontalement à partir des bourgeons de la partie souterraine des tiges. Les stolons, appelés aussi rhizomes ou tiges souterraines, sont à faible profondeur et leur longueur est un caractère variétal important (BERNARD et al, 2007).

#### 2-3-2.Tubercules :

Les tubercules représentent les bouts renflés des stolons lieu de stockage des réserves. Leur grosseur, leur couleur et leur forme sont très variables allant de ronds au long et plus ou moins aplatis selon les variétés (BERNARD et al, 2007).

#### 2-3- Différentes parties du tubercule :

- \* Tubercule : renflement d'une tige souterraine (ce n'est donc pas une racine mais une tige),
- \* Stolon : tige souterraine qui naît à la base d'une tige et donne naissance au tubercule fils,
- \* Talon : partie du tubercule située du côté du stolon,
- \* Couronne : partie du tubercule à l'extrémité opposée au talon,

- \* Yeux : légères excavations qui porteront des bourgeons,
- \* Bourgeons : cellules des yeux qui deviendront des germes puis des tiges principales,
- \* Lenticelles : pores dans l'épiderme du tubercule permettant les échanges gazeux.

(BERNARD *et al*, 2007).

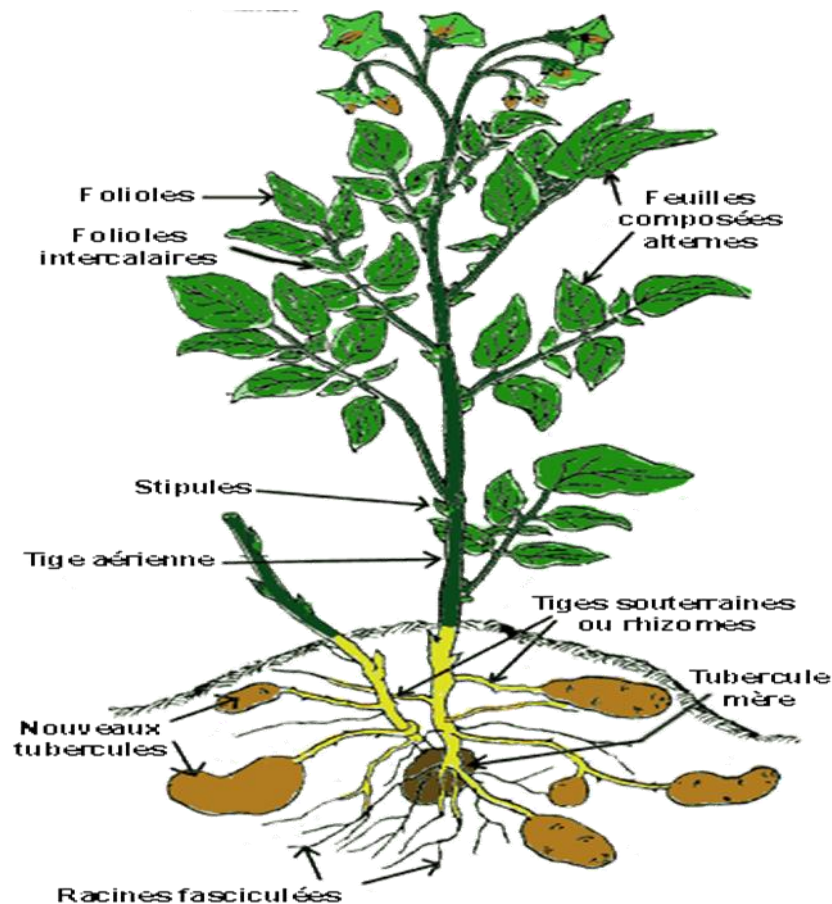


Figure 06 : La morphologie générale de la pomme de terre.

### II .3. Cycle de développement :

En partant du stade tubercule germé, le cycle végétatif de la pomme de terre comprend 4 étapes :

- Un tubercule germé est planté en terre : ses germes se transforment en tiges feuillées, dont les bourgeons axillaires donnent, au-dessus du sol des rameaux, au-dessous des stolons : c'est la phase de croissance végétative.
- Au bout d'un certain temps, variable selon la variété et le milieu, les extrémités des stolons cessent de croître et se renflent pour former en une ou deux semaines les ébauches des tubercules : c'est la tubérisation, qui se prolonge jusqu'à la mort de la plante, par la phase de



grossissement. Aucun indice ne permet de déceler, sur les organes aériens, le moment de cette ébauche des tubercules.

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

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

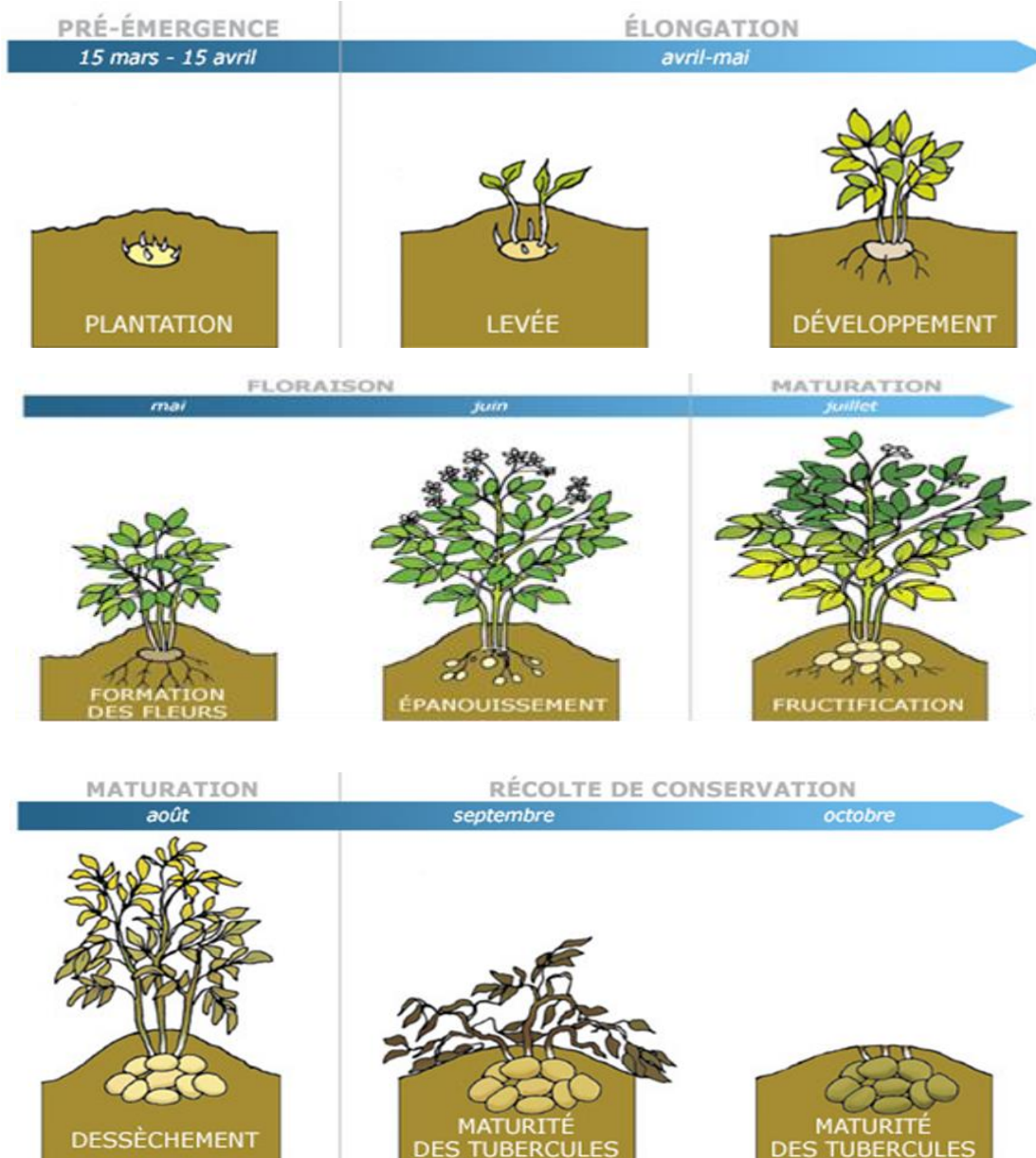


Figure07 : le cycle de vie de la pomme de terre.

---

## II .4. Variétés :

Les variétés de la pomme de terre sont extrêmement élevées, chaque variété possède une description officielle basée sur de nombreux caractères morphologiques et quelques caractères Physiologiques lui permettant d'être toujours identifiable, différenciable visuellement des autres variétés (BELGUENDOZ, 2011). Toutefois, certains caractères descriptifs peuvent légèrement varier en fonction de l'époque et du lieu de culture. Les objectifs de production poursuivis dépendent du type de culture (BELGUENDOZ, 2011) :

- Pomme de terre primeur : limiter le nombre de tubercules au profit de leur grosseur et d'une extrême précocité, les principales variétés utilisées sont Nicola, Diamant, Roseval, Yesmina, Timate et Charlotte.
- Pomme de terre plant : nombre élevé de tubercules de calibre moyen et d'une bonne Précocité.
- Pomme de terre de consommation (marché du frais) : un nombre élevé de tubercules d'un calibre moyen à grand, sans toutefois dépasser le calibre supérieur.

Les variétés les plus utilisées sont Desirée, Spunta, Diamant, Lisetta et Kondor.

- Pomme de terre de consommation (transformation industrielle) : un rendement Élevé en tubercules et amidon (BELGUENDOZ, 2011).

## II .5. Exigences écologique de la pomme de terre :

### 5.1. Exigences climatiques

**5.1.1. Température :** Elle influence beaucoup le type de croissance. Les hautes températures stimulent la croissance des tiges par contre les basses températures favorisent davantage la croissance du tubercule. la pomme de terre est très sensible au gel, le zéro de végétation est compris entre 6 et 8°C. Les températures optimales de croissance des tubercules se situent aux alentours de 18 le jour et 12°C la nuit. Une température du sol supérieure à 25°C est défavorable à la tubérisation (CHIBANE, 1999).

**5.1.2. Lumière :** La croissance végétative de la pomme de terre est favorisée par la longueur du jour élevée (14 à 18h). Une photopériode inférieure à 12h favorise la tubérisation. L'effet du jour long peut être atténué par les basses températures (CHIBANE, 1999).

### 5.2. Exigences édaphiques

**5.2. 1. Structure et texture du sol :** En général, la pomme de terre se développe mieux dans des sols à texture plus ou moins grossières (texture sablonneuse ou sablo-limoneuse) que dans des sols à texture fine et battante (texture argileuse ou argilo-limoneuse) qui empêchent tout grossissement de tubercule (CHIBANE, 1999)

**5.2.2. PH :** Dans les sols légèrement acides (pH=5.5â6), la pomme de terre peut donner de bons rendement. Une alcalinité excessive du sol peut causer le développement de la galle commune sur tubercule (**CHIBANE, 1999**).

**5.2.3. Salinité :** La pomme de terre est relativement tolérante à la salinité par rapport aux autres cultures maraichères. Cependant un taux de salinité élevé peut bloquer l'absorption de l'eau par le système racinaire. Lorsque la teneur en sel est élevée, le point de flétrissement est atteint rapidement. On peut réduire la salinité d'un sol en le lessivant avec une eau d'irrigation douce (**CHIBANE, 1999**).

## **II .6. Techniques culturales de la pomme de terre :**

### **6.1. Préparation du sol**

La préparation du sol consiste à assurer un bon contact entre le plant(ou tubercule) et le sol. La levée ainsi que le développement du système racinaire vont généralement tarder si le sol est mal préparé.

Le sol doit être préparé sur une profondeur d'au moins 25-30cm. Une telle couche meuble favorise l'aération du sol, assure un bon développement racinaire et facilite le buttage. (**CHIBANE, 1999**).

La réalisation d'un bon lit de semis peut se faire de la façon suivante :

-Labouage moyen : 25à30cm avec charrue.

-Epannage de la fumure organique et des engrais phospho-potassiques que l'on enfouie à l'aide d'un cover-corp croisé.

### **6.2. Fertilisation :**

Les éléments les plus importants pour la plante sont : N, P, K, Mg et Ca.

L'azote est un élément fondamental pour la croissance de la plante. Le maximum d'absorption a lieu au moment de développement maximum de feuilles (50à80 jours après plantation).

Le phosphore intervient dans les phénomènes de floraison, fructification et maturation d'où son action comme facteur de précocité et de rendement. Le phosphore est difficilement absorbé par la plante. Pour cela il doit être appliqué avant plantation et sous la forme la plus assimilable.

Le potassium est l'élément majeur pour la tubérisation. Il favorise le développement de la plante et augmente légèrement la résistance au froid. (**CHIBANE, 1999**)

### 6.3. Plantation :

-Préparation des plants doit conduire à :

- Une émergence uniforme et rapide
- Des plants poly tiges
- Un rendement élevé

-Densité de plantation :

Pour une bonne occupation du sol, 15-20 tiges/m<sup>2</sup> paraît optimal. Avec une distance de 70cm entre lignes et 30 cm entre plants, on a besoin de 2000à2500kg de semences par hectare.

-Profondeur de plantation : 12-14 cm (7-10 cm pour les pommes de terre primeurs) après buttage.

• Pour favoriser l'aération du peuplement :

- orienter les buttes si possible dans la direction du vent dominant.
- prévoir des espaces suffisants entre les plants.

**(Pommes de terre – Culture, [www.agridea.ch](http://www.agridea.ch), 2007)**

### II .7. Irrigation :

L'eau joue un rôle important dans la croissance de la plante en assurant les mécanismes suivants :

- Transport des éléments minéraux.
- Transport des produits photosynthétiques
- Transpiration et régulation thermique au niveau des feuilles

En comparaison avec les autres cultures maraîchères, la pomme de terre est très sensible à la fois au déficit hydrique et à l'excès d'eau (**CHIBANE, 1999**).

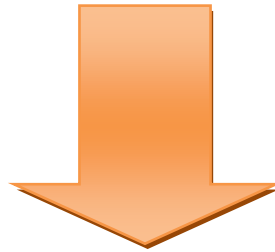
### II .8. La récolte :

Le cycle des variétés les plus cultivées en Algérie est de 3 à 4,5 mois environ. La maturité est indiquée par le jaunissement des feuilles inférieures, dessèchement des tiges et la fermeté de la peau du tubercule (**BAMOUEH, 1999**).

**9. Importance de la pomme de terre en Algérie :**

Evolution de la production de pomme de terre dans le monde la production mondiale en pomme de terre est évaluée à 32 321 55 millions tonne en 2005 et la superficie totale s'élevait à 19 321 500 ha pour la même année ce qui représente une moyenne de rendement à l'hectare de 16,73T/ha (F.A.O., 2008).

# Chapitre III



## Matériel et Méthodes

### III .1-Présentation de la région d'El Ménéea

#### 1-1-Situation géographique

Selon **BOULGHITI et ZENNOU (2001)**, la daïra d'El Ménéea qui fait partie de la wilaya de Ghardaïa, est composée de deux communes El-Goléa et Hassi El Gara ses coordonnées sont :

Altitude : 396 m - Longitude : 02°52'.

Est - Latitude : 30°35' Nord

Elle est située à 870 km d'Alger, limitée à l'ouest par l'Erg Occidental et à l'est par l'Erg Oriental. Sa position par rapport aux communes environnantes est comme suit :

- 480 km au Nord d'In Salah ;
- 410 Km au Sud-ouest d'Ouargla ;
- 380 km au Nord-est de Timimoune ;
- 270 km au Sud-ouest de Ghardaïa.

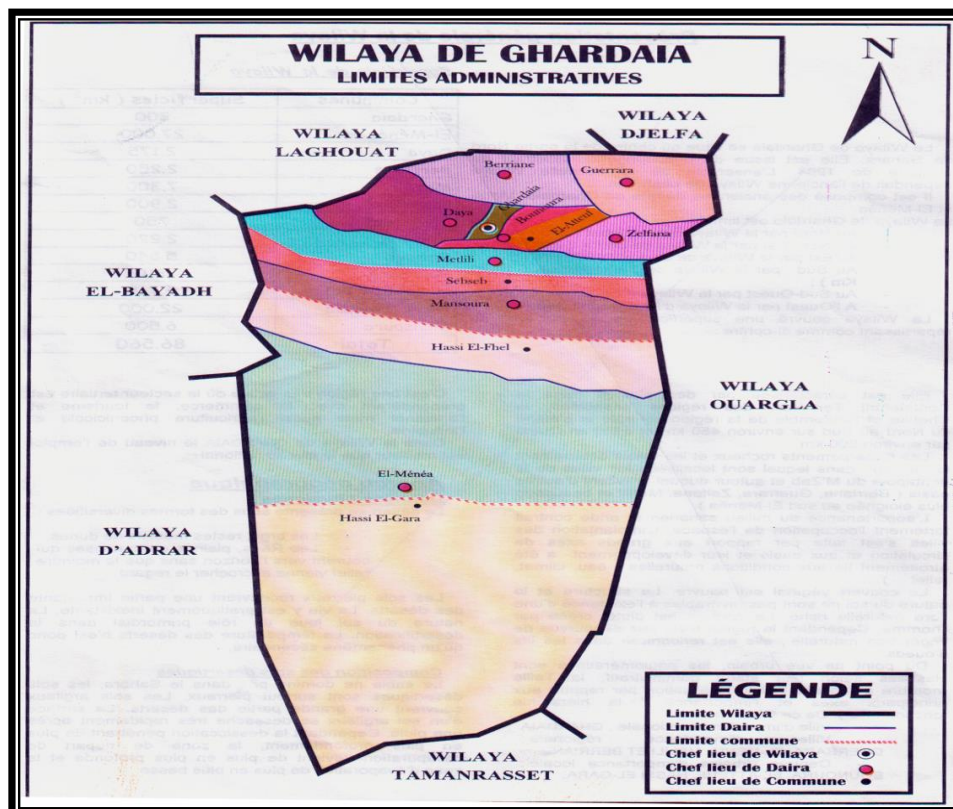


Figure 08 : Localisation géographique de la région EL Ménéea (ATLAS, 2012)

### 1.2 Données climatiques

Les données météorologiques ont été recueillies auprès de la station d'ONM pour la période de dix ans s'étalant de 2005 à 2014.

**Tableau 03 : Données météorologiques pour la période 2005-2014. (Station ONM d'El Ménée, 2016)**

	<b>T. (°c)</b>	<b>P. (mm)</b>	<b>I. (h)</b>	<b>E. (mm)</b>	<b>H. (%)</b>	<b>V.V (m/s)</b>
<b>Janvier</b>	10.1	10.8	255.3	46.3	56	2.9
<b>Février</b>	13	21.8	252.2	86.6	47	3.6
<b>Mars</b>	17.2	10.62	265.3	134.1	39	4
<b>Avril</b>	22.1	0.4	277.8	166	34	4.3
<b>Mai</b>	26.6	5.6	309.6	194.9	30	3.9
<b>Juin</b>	31.6	5.66	326	225	26	4.1
<b>Juillet</b>	35	0	323.2	214.8	22	3.2
<b>Août</b>	34.2	0	332.6	232.9	24	3.7
<b>Septembre</b>	30	09.6	259.5	197.5	35	3.5
<b>Octobre</b>	23.7	41.2	267.6	165.6	43	3.1
<b>Novembre</b>	15.9	17.6	259.2	80	52	2.7
<b>Décembre</b>	10.8	7.4	249.7	61.7	60	2.9
<b>Moyenne ou cumul*</b>	22.51	49.5*	3378*	1823*	39	3.49

**H.** : Humidité relative **T.** : Température **P.** : Pluviométrie **I.** : Insolation **V.V** : Vitesse de vent **E.** : Evaporation

La station météorologique d'El-Ménée est distante d'environ 03 km.

#### 1.2.1. Températures

La température moyenne annuelle est de 22.51°C, avec 35 °C en juillet pour le mois le plus chaud et 10.1 °C en janvier pour le mois le plus froid.

#### 1.2.2. Précipitation

Les précipitations sont très rares (49.5mm/an en moyenne) et irrégulières entre les mois et les années. Les mois qui présentent des précipitations faibles s'étalent de Juillet à Août. Les mois dont les précipitations se situent entre 4 et 9 mm sont avril, mai, juin, Septembre, décembre. Enfin, les mois les plus humides sont janvier, Février, mars, Octobre, Novembre avec plus de 10 mm



### 1.2.3. Humidité relative

L'humidité relative de l'air est très faible .Elle est de 22% en juillet, atteignant un maximum de 60% en mois de décembre et une moyenne annuelle de 39%.

### 1.2.4. Evaporation

L'évaporation est très intense, surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds, avec un maximum mensuel de 232,9 mm au mois d'août et un minimum de 61,7 mm au mois de décembre.

### 1.2.5. Insolation

La durée moyenne d'insolation 281.5 heures/mois avec une maximale 332,6 heures/mois d'août et minimum de 249,70 heures au mois de décembre. La durée totale dans la région est respectivement de 3378heures/an.

### 1.2.6. Vents

Les vents sont fréquents sur toute l'année avec une moyenne annuelle de 3.49 m/s.

## 1.3. Synthèse climatique

### 1.3.1 .Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

Le diagramme Ombrothermique de **BAGNOULS et GAUSSEN (1953)** permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique. Il est représenté (**Figure09**) :

- en abscisse par les mois de l'année.
- en ordonnées par les précipitations en mm et les températures moyennes en °C.
- une échelle de  $P=2T$ .

L'air compris entre les deux courbes représente la période sèche. Dans la région d'EL Ménée nous remarquons que cette période s'étale sur toute l'année

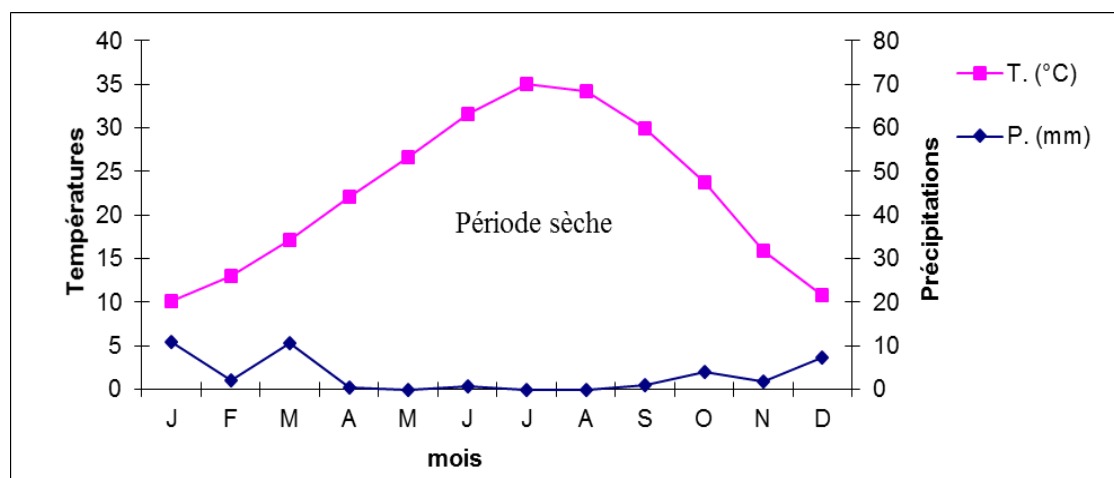


Figure 09: Diagramme Ombrothermique de la région d'El-Ménée

### 1.3.2. Climagramme d'EMBERGER

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Il est représenté :

- en abscisse par la moyenne des minima du mois le plus froid.
- en ordonnées par le quotient pluviométrique (Q2) d'EMBERGER.

On a utilisé la formule de STEWART adaptée pour l'Algérie ; comme

Suit :

$$Q_2 = 3,43 \frac{P}{M - m}$$

Avec :

Q2 : quotient pluviométrique d'EMBERGER

P : pluviométrie moyenne annuelle en mm

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C

m : moyenne des minima du mois le plus froid en °C

D'après la figure (N°8), la région d'El Ménéea est située dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux et son quotient pluviométrique (Q2) est de 7.02 avec P =49.5, M = 35, m =10.1

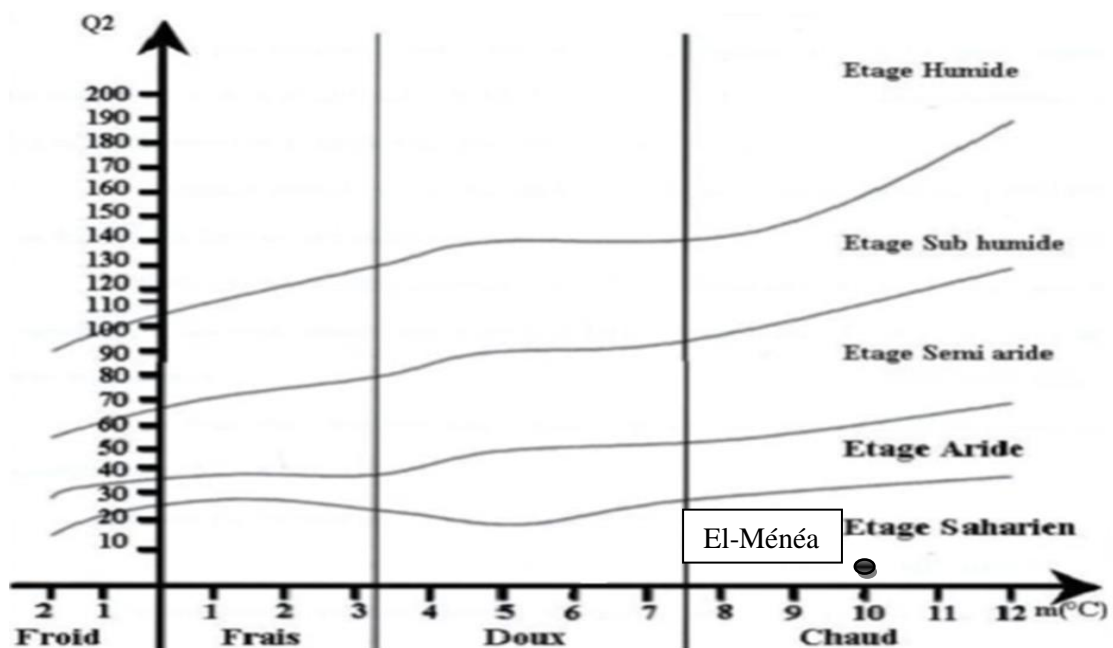


Figure 10 : Climagramme d'Emberger la région d'El-Ménéea

### 1.3.3-Géomorphologie :

Selon **BOULGHITI et ZENNOU (2001)**, la géologie de la région a été reconstituée à partir des sondages artésiens de reconnaissance qui ont mis en évidence de bas en haut les séries suivantes :

**1.3.1-Albien** : couche de sable, de grès et d'argile rouge de plusieurs mètres d'épaisseur, sa très grande importance découle de la nappe aquifère de même nom qu'elle renferme.

**1.3.2- Vraconien** : formation argilo sableuse de 50 m d'épaisseur, qui ressemble beaucoup à l'Albien, mais renfermant une grande teneur en argile **BOULGHITI et ZENNOU (2001)**.

**1.3.3. Cénomaniens** : ensemble de 150 à 170 m d'épaisseur formé de Marne et de calcaire c'est lui qui domine à l'Est d'El Ménée **BOULGHITI et ZENNOU (2001)**.

**1.3.4-Turonien** : se sépare sous forme d'une épaisse couche calcaire, c'est à lui que nous devons la formation en partie des sommets de la région et du plateau de Tademaït. Parfois les bancs calcaires renferment de petites nappes aquifères **BOULGHITI et ZENNOU (2001)**.

**1.3.5- Sénonien** : alternance de marne, de calcaire et de gypse, parfois les bancs calcaires renferment de petites nappes aquifères **BOULGHITI et ZENNOU (2001)**.

**1.3.6- Quaternaire** : représenté soit par les dunes de l'Erg, soit par les alluvions d'Oueds, le quaternaire renferme à El Ménée une nappe phréatique importante **BOULGHITI et ZENNOU (2001)**.

### 1.4-Hydrologie

L'oasis d'El Ménée doit son eau à la présence de deux nappes.

#### 1.4.1- Nappe phréatique

Cette nappe est proche de la surface, se trouve dans les formations du Quaternaire, elle bénéficie des eaux collectées par l'Oued Seggueur, qui prend sa source de l'Atlas saharien et se perd dans les dunes de l'erg occidental, son lit réapparaît au nord d'El Ménée à la limite de l'erg et du massif calcaire du M'Zab. Au nord de l'oasis (Bel-Bachir), la nappe est à 1.40m elle monte progressivement vers le sud moins d'1m et 0.70m au niveau de Hassi-El-Gara **BOULGHITI et ZENNOU (2001)**.

### 1.4.2-Nappe albienne

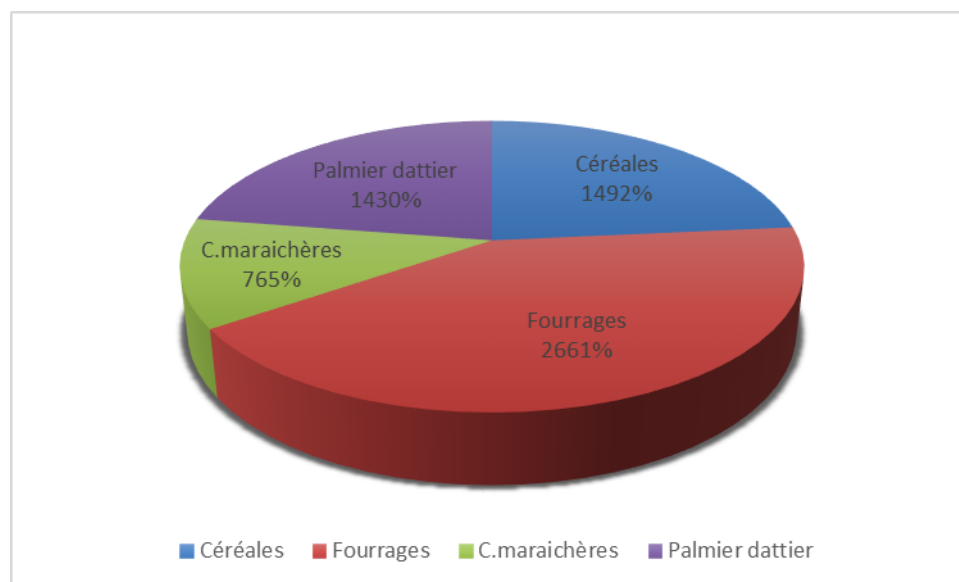
C'est la plus profonde, contenue dans le continental intercalaire, son eau est fossile, emmagasinée au cours des périodes pluvieuses du quaternaire. Elle se trouve à une profondeur d'environ 200m, son écoulement est généralement Nord-Sud **BOULGHITI et ZENNOU (2001)**.

### 1.5-Pédologie

Selon **AZAIZIA et KELLAL (1998)**, les sols de la région comme en général les sols sahariens manquent considérablement de matière organique. Ils sont en général de texture sableuse prédisposés à l'érosion éolienne par leur faible cohésion et caractérisés par une faible capacité de rétention en eau mais aptes à emmagasiner de l'eau en profondeur.

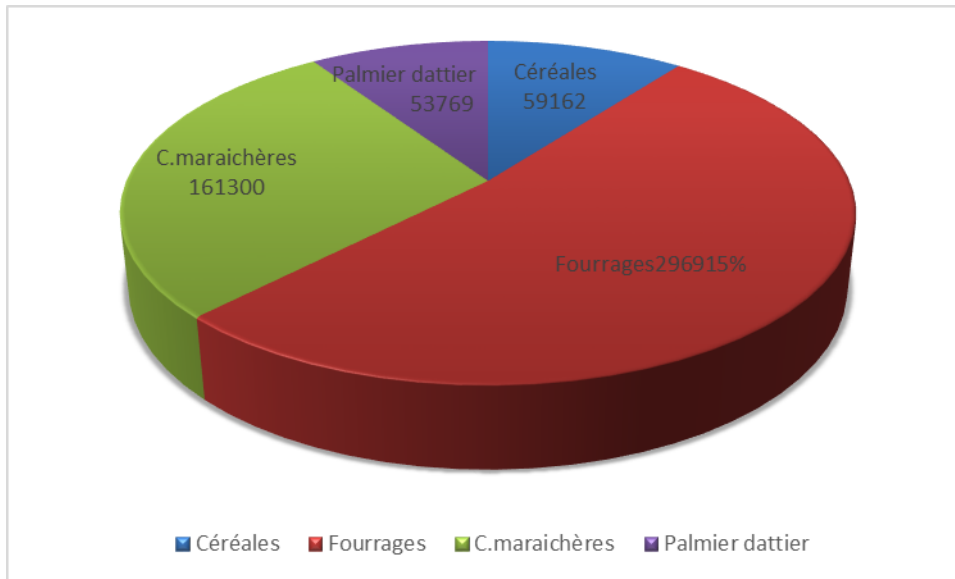
### 1.6. Agriculture

Les principales cultures dans la région Ménéa sont le palmier dattier, les cultures fourragères, la céréaliculture et le maraîchage (**D.S.A, 2015**). Les cultures fourragères domine en matière de superficie avec 2661ha suivie par la céréaliculture avec 1492ha, La phoeniciculture avec 1430ha et les cultures maraichères avec 765ha (**Figure12**).



**Figure11 : Superficies des principales cultures dans la région d'El Ménéa(en ha)**

En matière de production, c'est les cultures fourragères qui dominent avec une production annuelle 296915qx, suivies par les cultures maraichères avec une production de 161300qx, la céréaliculture avec 59162qx et enfin la phoeniciculture avec 53769qx (**Figure13**).



**Figure12 : Productions des principales cultures dans la région d'El Ménéa (en qx)**

### 2.1.L'objectif

Le but de l'essai est de reconnaître et identifier des nématodes phytoparasites sur la culture pomme de terre dans station HADJADJ Mahmoud de la région d'EL Ménéa.

### 2.2. Site à la région:

Les parcelles étudiées dans la région d'EL Ménéa à 270 Km du chef-lieu de la wilaya de Ghardaïa.

#### Exploitation Hadjdj Mahmoud (EL Ménéa) :

L'exploitation Hadjdj Mahmoud est située à 20 Km de la ville d'EL Ménéa (wilaya de GHADAIA). Elle a été créée en 1990 dans le cadre de la mise en valeur des terres agricoles au sud algérien.

La superficie actuelle de L'exploitation est 700 ha dont les spéculations dominantes sont comme suit : céréales sous pivot, palmier dattier, élevages ovin, pomme de terre, maïs grain et ensilage et production de semences de blé et d'orge. La ferme Hadjdj Mahmoud considérée comme une ferme pilote dans le sud de l'Algérie, sa réussite est due à la maîtrise des facteurs de production, tels que : les techniques culturales, l'irrigation, le désherbage et choix des variétés adaptées.

#### Fiche des deux parcelles de pomme de terre étudiées :

- **Parcelle 1** : 20 ha plantés le 07/09/2015, variétés : 10 ha « Pamela » à peau rouge et 10 ha « Spunta » à peau blanche. (FigureA)

- **Parcelle 2** : 20 ha plantés le 17/4/2016, 10 ha variétés : « Universa » à peau rouge - « Spunta » à peau blanche. (**Figure B**)
- **Travaux du sol** : labours mécanique, profondeur 30cm.
- **Fertilisation** : MAP : 12.25 (avant plantation), NPK : 20.20.20 - Urée : 46 (croissance).
- **Mode d'irrigation** : aspersion par pivot
- **Densité de plantation** : 20qx/ha.
- **Destination** : consommation
- **Traitements phytosanitaires** : anti Mildiou → Ridomil (1kg/ha), anti Alternaria → Score (1L/ha)

### 2.3. Méthodes d'analyses :

#### 2.3.1. Méthode d'échantillonnage :

Dans le cadre de notre travail, on a opéré des prélèvements du sol durant trois périodes à savoir :

- Récolte de la pomme de terre d'arrière-saison
- post récolte,
- plantation de la pomme de terre de saison

Les prélèvements sont effectués dans le sens de la diagonale à deux profondeurs (0 -10 cm) et (10 -20 cm) (**Tableau 04**).

**Tableau 04 : Récapitulatif de l'opération de l'échantillonnage**

Date de prélèvement	Stade de la culture	Variétés cultivées	Type d'échantillon	Nombre d'échantillon
27/12/2015	Récolte d'arrière-saison	Pamela Spunta	Sol	5 × 2 profondeurs × 2 variétés soit 20 au total
			Tubercules et racines	5×2 variétés au total 10 échantillons végétaux

11/02/16	post récolte	/	Sol	5 × 2 profondeurs × 2 variétés soit 20 au total
17/4/16	Plantation de la saison	Universa Spunta	Sol	5 × 2 profondeurs × 2 variétés soit 20 au total
			Tubercules et racines	5×2 variétés au total 10 échantillons végétaux
				<b>80 échantillons</b>



Parcelle en période de récolte pomme de terre arrière saison



Parcelle en période de post récolte pomme de terre arrière saison



Parcelle en période plantation de pomme de terre saison (après 40jour)

**Photos de 1 à 3: Parcelles de pomme de terre lors des trois périodes de prélèvements (Exploitation HADJADJ, El Ménée) (Djemâa, 2016).**

**. Au terrain**

Chaque échantillon est mis dans un sac en plastique avec une fiche de renseignement portant (la date du prélèvement, le précédent cultural, la culture, la variété, nom de la ferme).

- Tarières pédologiques : pour creuser la terre et prélever l'échantillon du sol(4), et après déposée l'échantillon sur sachée(5).
- Décamètres, mesuré profondeur(6)
- Sachets en plastique : préservation de l'échantillon et il doit être dotées par des étiquettes. (7)
- Marqueur à encre indélébile (pour écriture sur sac)



Prélèvement du sol (originale .2016)



Dépôt su sol prélevé dans le sachet (originale, 2016)



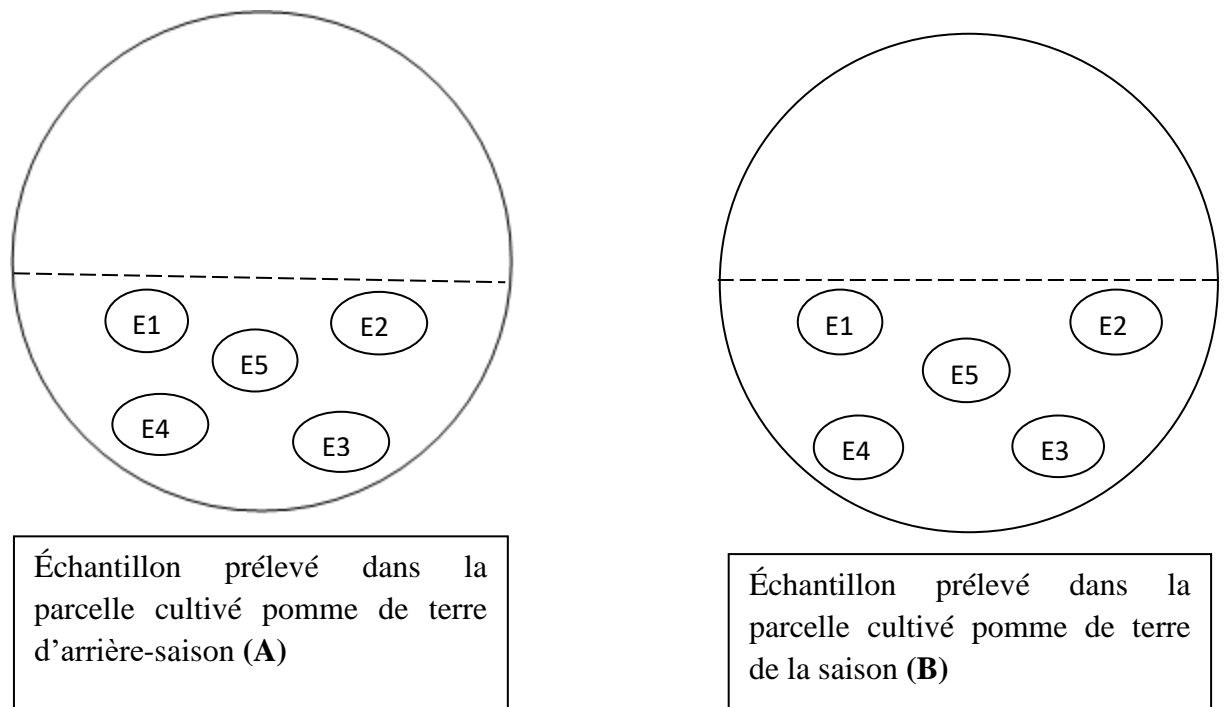
Séparation de la carotte du sol en deux profondeurs (0-10cm) à (10-20cm), (originale, 2016)



Mise en sac des échantillons (originale, 2016)

**Photos 4à7 : Les étapes échantillonnage sur terrain (Djemâa, 2016).**





•E : Echantillon prélevé dans la parcelle cultivée de pomme de terre sous pivot.

**Figure13 : Schémas représentant le plan d'échantillonnage sur les deux parcelles**

### 2. 3.2. Méthode d'analyse nematologique :

Notre travail a été réalisé par deux étapes expérimentales :

- L'extraction.
- péchage et l'identification.

#### a -.Extraction :

##### i. Matériels utilisé au laboratoire

Deux seaux, trois tamis de 1.6 mm et 63µm et 120 µm, un bécher, une pissette d'eau, papier « kleenex », un support émaillé, boîtes Pétri, une étiquette, une loupe binoculaire, une lame et lamelle et un microscope avec appareil photo pour l'identification des genres.

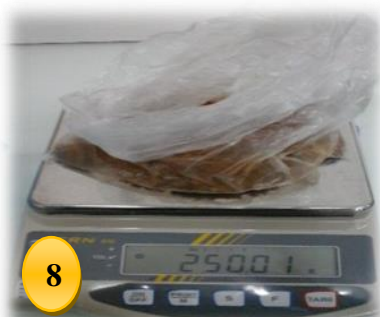
##### ✓ Extraction des nématodes à partir du sol par la méthode de tamisage :

Le choix de la méthode d'extraction dépend des conditions techniques et matérielles disponibles, du type d'échantillon et des espèces de nématodes présents. (COYNE, 2010)

1. On pesé la quantité du sol.(250g),(8)

2. Tamisage du sol (maille de 1.6 mm) pour enlever les cailloux et les débris. Les mottes sont brisées avec de l'eau au-dessus d'un seau. (9)

3. On remplit le sceau avec l'eau jusqu'à un niveau déterminé, mélange à la main et laisse décanter pour 30 secondes les particules les plus grosses. (10) et (11)
4. On verse lentement l'eau sur 2 tamis superposés (125  $\mu\text{m}$  et 63  $\mu\text{m}$ ). (12)
5. On rince le contenu des 2 tamis à l'intérieur d'un bécher. (13)
6. On place du papier « kleenex » sur un support émaillé. Le tout est placé dans une boîte Pétri.
7. On verse le contenu du bécher sur une boîte Pétri. (14)
8. On plie le papier « kleenex » vers le centre et on le dépose avec le support dans une boîte de Pétri contenant de l'eau. (15)
9. On met sur la boîte de Pétri une étiquette (date, N° d'échantillon, variété, culture) (16)
10. On recouvre la boîte de pétrie et laisse reposer 2 jour pour le maximum de nématodes soit lessivé et récupéré dans la boîte de pétrie. (17)



8

Pesée de 250g du sol



9

Tamisage du sol



10

On remplit le sceau



11

Mélange à la main et laisse sédimenter pour 30 secondes les particules les plus grosses



12

On verse lentement la suspension sur les deux tamis superposés (125  $\mu\text{m}$  et 63  $\mu\text{m}$ )

13

On rince le contenu des deux tamis dans un bécher



14

Le contenu du bécher est versé dans une boîte de Pétri



15

On plie le papier « kleenex » et versement de l'eau



16

Etiquetage  
(date, N° d'échantillon...)



17

La boîte de Pétri est laissée au repos pendant 2 jours

**Photos 8à17 : Les étapes extraction des nématodes à partir du sol par la méthode de tamisage (Djemâa, 2016).**

✓ **Extraction des nématodes à partir du matériel végétale :**

1. Après lavage des échantillons couper les racines et à l'aide d'une paire de ciseaux ou d'un couteau peser l'échantillon.
2. Placez le dans le bol du mixeur avec peu d'eau pour couvrir les lames.
3. On procède au mixage des échantillons jusqu'à l'obtention d'une suspension.
4. Versez la suspension de racines broyées et d'eau dans un bécher.
5. Versez avec précaution la suspension de racines broyées et d'eau sur le papier-filtre déposé sur une boîte Pétri.
6. On recouvre la boîte de pétrie et laisser reposer 2 jour pour le maximum de nématodes soit lessivé et récupéré dans la boîte de pétrie. (COYNE, 2010)



Couper les racines et les pelures de tubercules à l'aide d'une paire de ciseaux ou d'un couteau peser l'échantillon



Déposer partie  
végétaux dans boîte  
nétri

Placez le dans le bol du  
mixeur avec peu d'eau

Versez avec précaution la  
suspension de racines  
broyées et d'eau sur le

**Photos 18à23 : Extraction des nématodes à partir du matériel végétale**

**(Djemâa, 2016).**

### **.Dénombrement et identification des genres**

Après extraction des nématodes phytoparasites à partir de la suspension du sol, le comptage se fait à l'aide d'une loupe binoculaire dans une boîte.

L'identification des genres est basée sur des caractères morphologiques observables au microscope tels que : taille et forme du nématode, présence et forme du stylet et des boutons basaux, position de la vulve, forme de la queue, de la tête ...etc.

### **b. Fixation :**

Après 48 heures, on pêche les nématodes en les observant à la loupe binoculaire, après on fait un chauffage au bain marie à 95°C pendant deux minutes dans un tube à essai, puis on ajoute

quelques gouttes de la solution de fixation TAF composée de 2 ml de Triethanolamine, 7 ml de Formaline (formaldéhyde à 40%) et 91 ml d'eau distillée 91 ml.). La solution de fixation reste stable pour une très longue période et les nématodes gardent une apparence proche de leur vivant car ils ne se dessèchent pas. (COYNE, 2010)



**Photos de 24 à 26 : Récupération des nématodes dans l'eau de la boîte de Petri (Djemâa, 2016).**

### 2.6 Montage et identification :

Après la fixation, on procède à la pêche des nématodes dans la boîte pétri à l'aide de l'observation à loupe binoculaire. Le nématode pêché est déposé dans une goutte d'eau sur la lame, on couvre la lame par une lamelle dont les bords sont vernis à l'aide d'un pinceau sous la loupe. Le montage lame et lamelle est passé à l'observation au microscope aux grossissements (x4, x10, x40) .Et prises de photos à l'aide d'un appareil photo pour l'identification (**Photo 04**).



27

Pêche aux nématodes sous loupe binoculaire



28

Observation au microscope des nématodes sous lame et lamelle



29

Prise de photo des nématodes observés

**Photo de 27 à 29: Observation des nématodes et prise de photos (Djemâa, 2016).**

**Photo 05 : identification des genres nématodes phytoparasites (Djemâa, 2016).**

## 2.7. Exploitation des résultats :

### 2.7.1. Qualité de l'échantillonnage :

La qualité de l'échantillonnage est le rapport du nombre d'espèces contactées une seule fois en seul exemplaire au nombre totale de relevés. La qualité de l'échantillonnage Q est grande quand le rapport a/N est petit se rapprochant de zéro. (BLONDEL ,1979)

$$Q = a/N.$$

Q : Qualité de l'échantillonnage

a : Nombre d'espèce contactée une seule fois en un seul exemplaire.

N : Nombre total de relevés effectués.

### 2.7. 2. Structure et organisation des peuplements nématologique :

#### -La fréquence d'abondance :

La fréquence centésimale (Fc), représente l'abondance relative et correspond au pourcentage d'individus d'une espèce (ni) par rapport au total des individus recensés (N) d'un peuplement. Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose (DAJOZ, 2003 ; in ACHI et BOUKHADRA 2012).

$$Fc = ni / N \times 100$$

### 2.7. 3. Diversité des peuplements et équirépartition :

#### -Richesse spécifique totale (S) :

On distingue une richesse totale (S) qui est le nombre totale d'espèce que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. La richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent (RAMADE ,1984-2003).

#### -Indice de diversité de Shannon :

L'indice de diversité de Shannon dérive d'une fonction établie par Shannon qui est devenue l'indice de diversité de Shannon. Il est parfois, incorrectement appelé indice de Shannon (KREBS, 1989 ; MAGURRAN, 1988). Cet indice symbolisé par H' fait appel à la théorie de l'information .La diversité est fonction de la probabilité de présence de chaque espèce dans un ensemble d'individus .la valeur H' représente en unités binaires d'information ou bit et donnée par la formule suivante (BLONDEL, 1979 ; DAJOZ ,2003).

$$H' = -\sum Pi \log_2 Pi$$

Ou' : Pi représente le nombre d'individus de l'espèce i par rapport au nombre totale d'individus recensés(N) :

$$Pi = ni / N$$

Cet indice renseigne sur la diversité des espèces d'un milieu étudié. Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, l'indice de diversité est égale à 0 bits .selon **MAGURRAN (1988)**, la valeur de cet indice varie généralement entre 1.5et 3.5 .Il dépasse rarement 4.5. Cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la distribution du nombre d'individus par espèce (**DAJOZ ,2003**).

**-Indice d'équirépartition des populations (équitabilité) :**

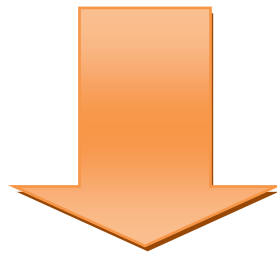
L'indice d'équitabilité ou d'équirépartition (E) est le rapport entre la diversité calculée (H') et la diversité théorique maximale (H' max) qui est représentée par le log2 de la richesse totale (S) (**BLONDEL, 1979**).

$$E = H' / H'_{\max}$$

Ou ' : H ' est l'indice de Shannon  $H'_{\max} = \log 2S$

Cet indice varie de zéro à un. Lorsqu'il tend vers zéro ( $E < 0.5$ ), cela signifie que la quasi-totale des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce. Il est égale à un lorsque toutes les espèces ont la même abondance (**BARBAULT, 1981**)

# Chapitre IV



Résultats  
Et  
Discussion



**1. Résultats :**

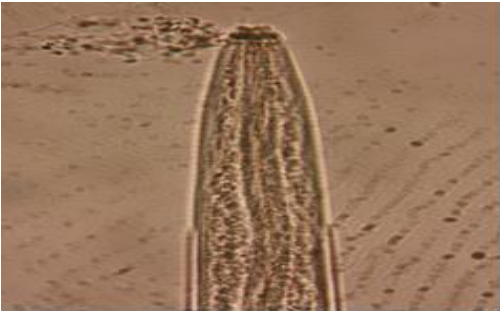

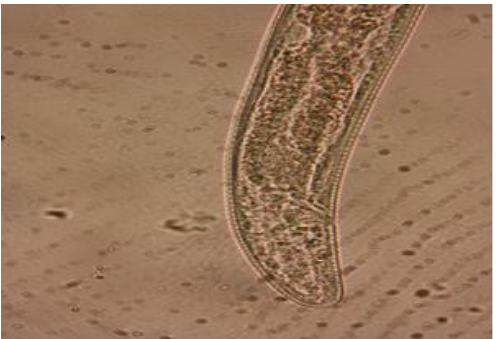
Dans son ensemble, le présent travail nous a permis d'inventorier deux espèces de nématodes phytopathogènes dans la région EL Ménéa sur de culture pomme de terre étudiée deux variété de pomme de terre de exploitations (Hadjdj Mahmoud)


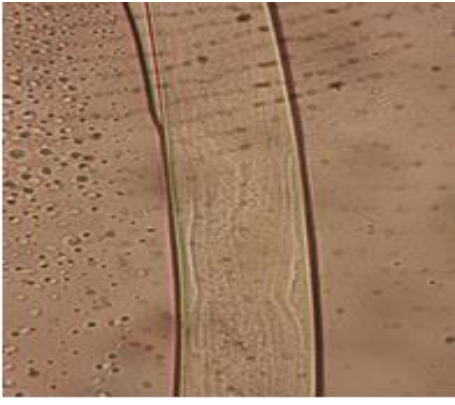
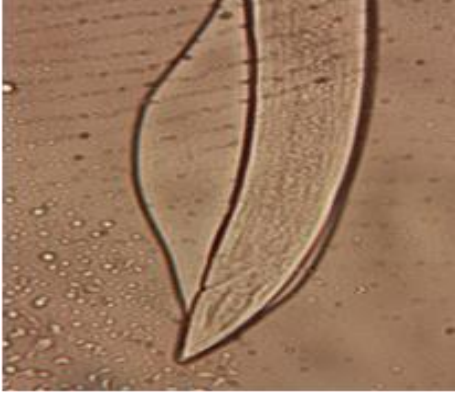
**(Tableau 05)**

**Tableau 05 : Résultats de l'inventaire des nématodes phytopathogènes sur culture pomme de terre dans la région EL Ménéa.**

Prélèvement	Date	Variétés cultivées	Profondeur	Espèces inventoriées
1	27/12/2015	Spunta	0-10cm	Non phytopathogènes
			10-20cm	Non phytopathogènes
1		Pamela	0-10cm	Non phytopathogènes
			10-20cm	Non phytopathogènes
2	11/02/2016	/	0-10cm	01 <i>Xiphinema</i> sp.
			10-20cm	Non phytopathogènes
2		/	0-10cm	Non phytopathogènes
			10-20cm	Non phytopathogènes
3	17/4/ 2016	Spunta	0-10cm	01 <i>Xiphinema</i> sp.
			10-20cm	01 <i>Xiphinema</i> sp.
3		Universa	0-10cm	01 <i>Xiphinema</i> sp.
				01 <i>Ditylenchus</i> sp.
			10-20cm	Non phytopathogènes

**2. Illustration des espèces de nématodes phytoparasites inventoriées**

<p><b>Classifications de <i>Ditylenchus</i> sp.</b></p> <p><b>Règne :</b> Animalia</p> <p><b>Embranchement :</b> Nématoda</p> <p><b>Ordre :</b> Tylenchida</p> <p><b>Famille :</b> <i>Anguinidae</i></p> <p><b>Genre :</b> <i>Ditylenchus</i>. (Filipjev, 1936)</p> <p><b>Espèce :</b> <i>Ditylenchus</i> sp.</p>	 <p>Partie antérieure (x40)</p>
 <p>Partie médiane (x40)</p>	
 <p>Partie postérieure(x40)</p>	

<p><b>Classifications de <i>Xiphinema</i> sp.</b></p> <p><b>Règne :</b> Animalia</p> <p><b>Embranchement :</b> Nématoda</p> <p><b>Ordre :</b> Dorylaimida</p> <p><b>Famille :</b> <i>Xiphinematinae</i></p> <p><b>Genre :</b> <i>Xiphinema</i> (Allen ,1950)</p> <p><b>Espèce :</b> <i>Xiphinema</i> sp .</p>	 <p>Partie antérieure(x40)</p>
	 <p>Partie médiane (x40)</p>
	 <p>Partie postérieure(x40)</p>

**3. Analyse des résultats :**

**3.1. Qualité de l'échantillonnage :**

**N :** nombre total des échantillons

**a** : Nombre d'espèces contactées une seule fois

$$Q = a/N$$

**Tableau 06 : Qualité d'échantillonnage des cultures dans les trois prélèvements dans seul stations d'études.**

	Nombre total des relevés (N)	Nombre d'espèces contactées un seule fois (a)	a/N	Espèces rencontrées
Spunta	80	0	0	-
Pamela		0	0	-
Universa		1	0.013	<i>Ditylenchus</i> sp
Parties végétales		0	0	-

On constate que la valeur de Q est 0,013 est considérée comme bonne, car elle est comprise dans l'intervalle de 0 à 0,5 (**BLONDEL ,1979**)

### 3.2. Structure et organisation des peuplements nématologiques

#### Richesse spécifique totale (S) :

La richesse spécifique totale exprime la diversité des espèces que compte un inventaire.

Durant notre travail, deux espèces ont été inventoriées (S = 2) (**Tableau 07**)

**Tableau 07 : Nématodes phytoparasites inventoriées sur les cultures de pomme de terre dans la région de Ménéa.**

N°	Espèces	Type de parasitismes
<i>Xiphinema</i> sp.	1	<i>Ectoparasite migrateur</i>
<i>Ditylenchus</i> sp.	1	
<b>Richesse spécifique totale S = 2</b>		

**La fréquence d'abondance (Fc) :**

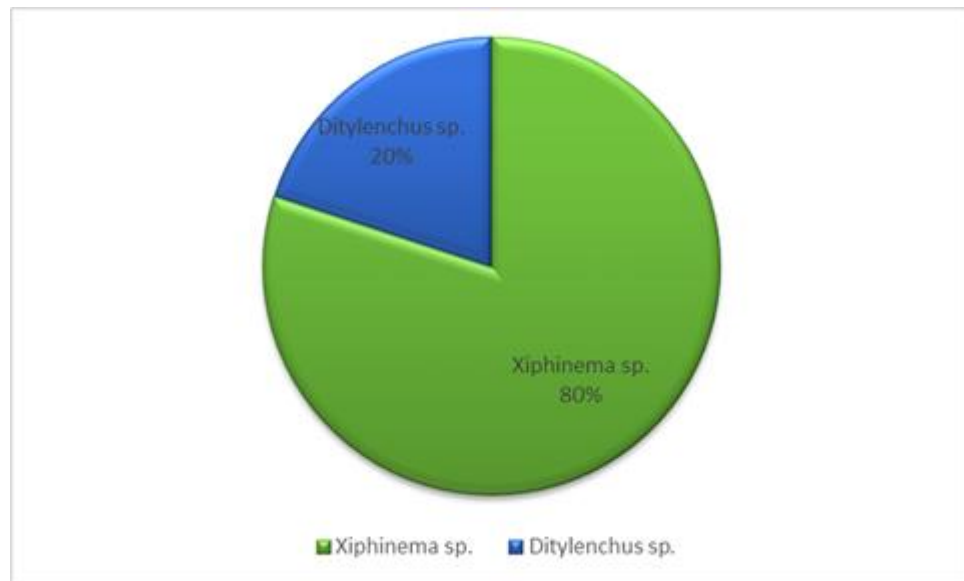
Pour un nombre total d'individus de nématodes phytoparasites N = 5, les fréquences d'abondance par espèces sont consignées dans (**tableau 08**).

La fréquence d'abondance :  $Fc = ni / N \times 100$

**Tableau 08 : Fréquence d'abondance par espèce**

Espèce	Nombre d'individus par espèce (ni)	Nombre total d'individus(N)	$Fc = ni/N * 100$ (%)
<i>Xiphinema</i> sp.	4	5	80
<i>Ditylenchus</i> sp.	1	5	20

Il ressort des valeurs des fréquences d'abondance des espèces de nématodes inventoriées, que la dominance revient à *Xiphinema* sp. (80%), suivie par *Ditylenchus* sp. (20%). (**Figure 14**)



**Figure 14 : Pourcentage des fréquences d'abondance par espèce**

**Diversité des peuplements (Indice de Shannon  $H'$ ) et équirépartition ( $E$ ) :**

**Tableau 09 : Indice de Shannon  $H' = -\sum P_i \log_2 P_i$  et équirépartition  $E = H' / \log 2S$**

	$H' = -\sum P_i \log_2 P_i$	$E = H' / \log 2S$
<b>Sols cultivés</b>	0,7219	1,1991
<b>Partie végétale</b>	0	0
<b>Profondeurs</b>	0.7219	1.1991
<b>Période d'échantillonnage</b>	0.7219	1.1991

L'indice de Shannon prend les valeurs de 0 pour sols nus, partie végétale. Et 0.7219 pour profondeurs et périodes d'échantillonnage. Selon **MAGURRAN (1988)**, la diversité des échantillonnages est dans la fourchette (1,5 à 3,5).

**Tableau 10 : Répartition des espèces inventoriées par ordres, par famille, et par mode de parasitisme dans la région de Ménéa.**

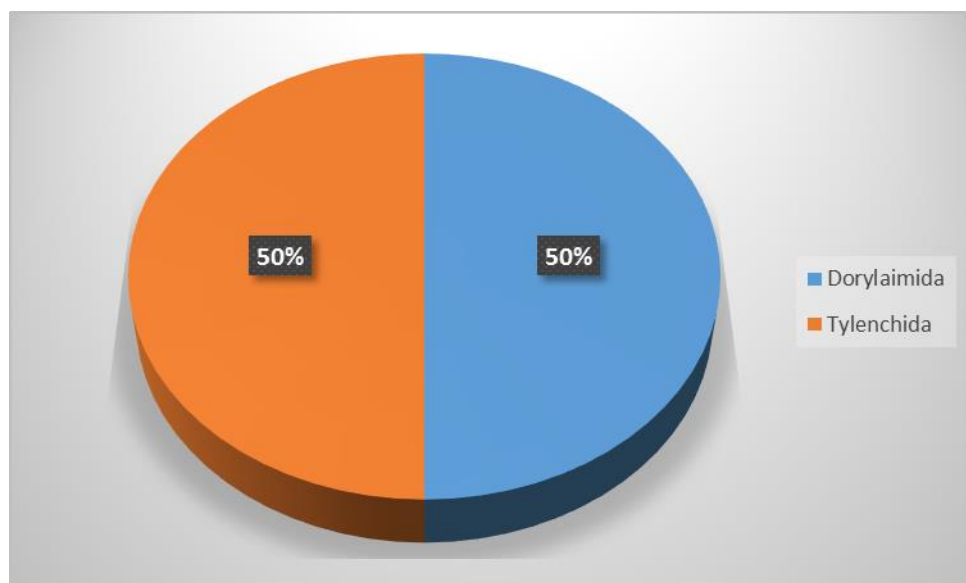
Ordres	Famille	Nombre d'espèces	Espèce	Type de parasitisme(*)
<i>Dorylaimida</i>	<i>Xiphinematinae</i>	1	<i>Xiphinema</i> sp.	Ectoparasites migrateurs
<i>Tylenchida</i>	<i>Anguinidae</i>	1	<i>Ditylenchus</i> sp.	

(\*) (John Jones et al., 2011)

Les deux espèces inventoriées sont des toutes de type ectoparasites migrateurs.

### 3.3. Distribution des espèces selon les ordres taxonomiques :

De la figure 15 on constate que les deux ordres à savoir *Tylenchida* et *Dorylaimida* sont à des taux identiques soit 50% chacun. (Figure 15)



**Figure 15 : Répartition des espèces de nématodes inventoriées par ordre taxonomique**

### 3.4. Distribution des espèces selon les familles taxonomiques :

De la figure 16 il ressort que deux familles sont identiquement représentées *Anguinidae* et *Longidoridae* par 50% chacune des espèces.



**Figure 16 : Répartition des espèces des nématodes inventoriées par famille**



# Conclusion

### Conclusion

Notre étude montre que pour les deux types d'espèces de nématodes qui ont été identifiés sont *Ditylenchus* sp. Et *Xiphinema* sp. Et deux ordres des *Tylenchida* et des *Dorylaimida*.

Les deux espèces sont ectoparasite migrateur.

Pour un inventaire plus exhaustif, on recommande de multiplier les parcelles d'échantillonnages de compléter l'opération de l'extraction des nématodes par celle des kystes.

L'expérience technique de l'exploitant accumulée depuis des années en matière de conduite culturale de la pomme de terre (consommation et semences) a réduit les populations des nématodes phytoparasites tels que *Globodera* sp., car il y a absence total de symptômes de leurs attaques.

# **Références bibliographiques**

### Références bibliographiques

- **Abad *et al.* (2008).** Abad, P., Gouzy, J., Aury, J.-M., Castagnone-Sereno, P., Danchin, E.G.J., Deleury, E., PerfusBarbeoch, L., Anthouard, V., Artiguenave, F., Blok, V.C., et al. (2008). Genome sequence of the metazoan plant-parasitic nematode *Meloidogyne incognita*. *Nat. Biotechnol.* 26, 909–915.
- **Agrios, G.N. (2005).** Plant diseases caused by nematodes. In Agrios, G. N. (Éd.). *Plant pathology*. Fifth edition. (Chap. 15, 826-874). Elsevier Academic Press : Oxford. 922 p.
- **Allal CHIBANE, janvier1999-** Techniques de production de la pomme de terre au Maroc.
- **Anonyme, 2008.**FAO. Production des céréales dans le monde.
- **Anonyme., 2011.** La pomme de terre, Bilan de la campagne 2009/10. France Agri Mer 2011 : [www.franceagrimer.fr](http://www.franceagrimer.fr) / <http://agriculture.gouv.fr>. InBELGUENDOZ AMINA, 2011-2012. Magister Univ Abou Bekr Belkaid de Tlemcen
- **Arakawa T., Yu J., Langridge W.H., 1999.** Food plant-delivered cholera toxin B subunit for vaccination and immunotolerization. *Adv Exp Med Bio*464:161- 178. InBELGUENDOZ AMINA, 2011-2012. Magister Univ Abou Bekr Belkaid de Tlemcen
- **AZAIZIA. M ; Kellal. A 1998.**Place de l'élevage ovin dans l'agriculture saharienne cas d'El Ménée (W Ghardaïa) .1997- 1998 ; mémoire d'ingénieur en agronomie 67 p.
- **BAMOUEH H., 1999-** Technique de production la culture de pomme de terre, bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, N° 58, p.p.1-15.
- **BLONDEL J, 1979\_** Biogéographie et écologie, Ed. Masson, Paris
- **BOULGHITI. M ; ZENNOU M .**Contribution à l'inventaire faunistique et floristique de Sebket EL Maleh (EL GOLEA) 2000 -2001. Mémoire d'ingénieur en agronomie 87p.
- **Chauvin J., Esnault F., Ellissèche D., 2008.** Les recherches pour la filière pomme de terre; verrous et avancées. Ressources génétiques et innovation variétale chez la pomme de terre. Stand Inra. Parc des expositions de Paris. InBELGUENDOZ AMINA, 2011-2012. Magister Univ Abou Bekr Belkaid de Tlemcen
- **Coyne et al, 2010 -** Les nématodes des plantes : Un guide pratique des techniques de terrain et de laboratoire, D.L. Coyne, J.M. Nicol et B. Claudius-Cole Traduit par Patrick Queneherve PM Integrated, 2010.
- **D.S.A, 2015 :** Direction des Services Agricoles

- **DAJOZ R, 1982**\_ Précis d'écologie. Ed. Bordas. Paris.
- **Ellissèche, D. 2008**. Production de pomme de terre ; quels défis pour aujourd'hui et pour demain ? InBELGUENDOZ AMINA, 2011-2012. Magister Univ Abou Bekr Belkaid de Tlemcen
- **FAO, 2013**. Statistiques Agricoles de la FAO.
- **F.A.O., 2008**- Annuaire statistique de la FAO .In ZINE Soumia, 2008/2009. Mém. d'Ingénieur d'Etat en Agronomie Saharienne Université KASDI Merbah-Ouargla 23p.
- **Fouarge G., 1994**. Quel avenir pour l'amélioration des plantes ? Ed. AUPELF-UREF. Paris, pp. 205-209. ? InBELGUENDOZ AMINA, 2011-2012. Magister Univ Abou Bekr Belkaid de Tlemcen

- 

- **Guide pratique de la culture de la pomme de terre en Afrique de l'Ouest**

**Principaux :** VANDERHOFSTADT Bruno, Consultant CDE et SOC International, Belgique  
JOUAN Bernard, ASF, ex Directeur de recherches INRA, France2007.

- **Hawkes J.G (1990)** the potato, evolution, biodiversity and genetic resources London.Belhaven press, 259p. En M<sup>elle</sup> LAMARA MAHAMED Radhia2014/2015Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- **Hussey, R.S., Mims, C.W., and Iii, S.W.W. (1992)**. Immunocytochemical localization of callose in root cortical cells parasitized by the ring nematode *Criconebella xenoplax*. *Protoplasma* 171, 1–6.
- **(Kaba CAMARA, 1992)** : lutte contre les nématodes en culture d'ananas, 19-27p
- **Koenning, S. R. (2004)**. Population biology. In Schmitt, D. P., Wrather, J. A. et Riggs, R. D. (Éds). *Biology and management of soybean cyst nematode – Second Edition* (Chapitre 5, p. 73-88). Schmitt and Associates of Marceline : Marceline, 262p.
- **Laetitia, 2014** - Etude de partenaires protéiques d'une protéine associée aux microtubules, MAP65-3, indispensable \_à la formation des cellules géantes induites par le nématode a galles *Meloidogyne incognita* : caractérisation du complexe de surveillance de la mitose chez *Arabidopsis* Laetitia Paganelli, Jun 2014,6-8p
- **Lauritis, J. A., Rebois, R. V. et Graney, L. S. (1983)**. Development of *Heterodera glycines* Ichinohe on soybean, *Glycine max* (L.) Merr., under gnotobiotic conditions. *J. Nematol.* 15, 272-281.

## Références bibliographiques

---

- **MADR., 2013.** Ministère de l'agriculture et de développement rural. Service Statistiques. En **M. CHIAD Fares, M. ROUABEH Ilyes, A 2013.** Mém. MasEcole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach, Alger.
- **Meziane D. (1991).** Histoire de la pomme de terre, diététique 25-29p.
- **Moreira, 2011 :** Fondements de la protection des cultures, Christine Moreira, mars 2011.
- **Nobre, M.J.G., Mende, N. von, Dolan, L., Schmidt, K.P., Evans, K., and Mulligan, B. (1995).** Immunolabelling of cell surfaces of Arabidopsis thaliana roots following infection by Meloidogyne incognita (Nematoda). J. Exp. Bot. 46, 1711–1720.
- **O.N.M (2016) :** Office national de la météorologie.
- **Oswaldo T. (2010)** Hommage à la pomme de terre. Heds, hante école de santé Genève. Filière nutrition et diététique 11p. En **M<sup>elle</sup> LAMARA MAHAMED Radhia 2014/2015** Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- **Péron J Y., 2006.** Références productions légumières, 2<sup>ème</sup> édition. Synthèse Agricole p 538-547. En **Melle BELGUENDOZ AMINA THEME :** Essai de substitution des milieux de culture en micropropagation et la physiologie de la microtubérisation de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*. L) ,2011-2012. univ Tlemcen.
- **Pommes de terre – Culture, www.agridea.ch - février 2007).**
- **PROT, 1984 - INTRODUCTION A LA NEMATOLOGIE,** Jean-Claude PROT Laboratoire de Nématologie O.R.S.T.O.M. - B.P. 1386 Dakar - Sénégal.
- **RAMADE F., 1984 \_** Eléments d'écologie-écologie fondamental. Ed. Dunod. Paris, 397 P.
- **RAMADE F., 2003 \_** Eléments d'écologie-écologie fondamental. Ed. Dunod. Paris, 690 P.
- **Reust W., 1982.** Contribution à l'appréciation de l'âge physiologique des tubercules de Pommes de terre (*Solanum tuberosum* L.) et étude de son importance sur le rendement (thèse de doctorat). Zurich : Ecole Polytechnique Fédérale, 113 pp. In **BELGUENDOZ AMINA, 2011-2012.** Mém. Magister. Univ Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, 13 p
- **Rousselle P., Robert Y., Crosnier J.C, 1992.** *La pomme de terre*, INRA Paris. (ROUSSELLE *et al*, 1992). En **BOUFARES KHALED,** Thème : Comportement de trois variétés de pommes de terre (*Spunta, Désirée* et *Chubaek*) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique, 2011/2012)

## Références bibliographiques

---

- **(SCOTTO LA MASSESE, 1986).** BERNINGER, E. ; PIONNAT, J.C. et SCOTTO LA MASSESE, C., 1985- Essai de désinfection solaire dans le sud- est de la France. Inst. Nat. Rech. Agro. Antibes, pp. 505-513.
- **SITE : Google-Earth, 2014.**
- **Thorez, T.P. (2000).**La pomme de terre. Paris, 191p .En M<sup>elle</sup> **LAMARA MAHAMED Radhia2014/2015Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.**
- **Von Mende, N. (1997).** Invasion and Migration Behaviour of Sedentary Nematodes. Cellular and Molecular Aspects of Plant-Nematode Interactions Developments in Plant Pathology pp. 51–64
- **Wyss, U., Grundler, F.M.W., and Munch, A. (1992).** The Parasitic Behaviour of Second-Stage Juveniles of Meloidogyne Incognita in Roots of Arabidopsis Thaliana. Nematologica 38, 98–111.
- **Site web :**

<http://www.congo.ird.fr/html/nematode.htm>

[http://www.nematodes.be/\\_library/\\_files/foto2.jpg](http://www.nematodes.be/_library/_files/foto2.jpg)

<http://www7.inra.fr/hyppz/IMAGES/7031912.jpg>

<http://bacteries-champignons.blogspot.com/2011/12/pomme-de-terre-description-botanique.html>

<http://users.skynet.be/cerclehorticolantoining/avrilpdt.html>

<http://plantdepommedeterre.org/index/le-cycle-de-vie-de-la-pomme-de-terre>

[https://books.google.dz/books?id=TpSIoRaZ4ngC&dq=Anguina+ectoparasite&hl=fr&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.dz/books?id=TpSIoRaZ4ngC&dq=Anguina+ectoparasite&hl=fr&source=gbs_navlinks_s)

# Annexe



## Annexe

**01 : Principales cultures pratiquées dans la région de Ghardaïa. (DSA, 2014)**

<b>Culture</b>	<b>Superficies (Ha)</b>	<b>Production (Qx)</b>
<b>Céréales</b>	18855	92822
<b>Cultures industrielles</b>	400	6000
<b>Fourrages</b>	3000	480570
<b>Maraichages</b>	4850	871288
<b>Pomme de terre</b>	145	39590
<b>Arboriculture</b>	3891	181072
<b>Totale</b>	31141	1671342

**Annexe 02 : Données météorologiques pour la période 2005-2014. (Station ONM d'El Ménéa, 2016)**

	<b>T. (°c)</b>	<b>P. (mm)</b>	<b>I. (h)</b>	<b>E. (mm)</b>	<b>H. (%)</b>	<b>V.V (m/s)</b>
<b>Janvier</b>	10.1	10.8	255.3	46.3	56	2.9
<b>Février</b>	13	21.8	252.2	86.6	47	3.6
<b>Mars</b>	17.2	10.62	265.3	134.1	39	4
<b>Avril</b>	22.1	0.4	277.8	166	34	4.3
<b>Mai</b>	26.6	5.6	309.6	194.9	30	3.9
<b>Juin</b>	31.6	5.66	326	225	26	4.1
<b>Juillet</b>	35	0	323.2	214.8	22	3.2
<b>Août</b>	34.2	0	332.6	232.9	24	3.7
<b>Septembre</b>	30	09.6	259.5	197.5	35	3.5
<b>Octobre</b>	23.7	41.2	267.6	165.6	43	3.1
<b>Novembre</b>	15.9	17.6	259.2	80	52	2.7
<b>Décembre</b>	10.8	7.4	249.7	61.7	60	2.9
<b>Moyenne ou cumul*</b>	22.51	49.5*	3378*	1823*	39	3.49

**Annexe 03** : Principales cultures pratiquées dans la région d'EL Ménéa année. (DSA, 2015)

<b>SPECULATIONS</b>	<b>Superficie (Ha)</b>	<b>Production (Qx)</b>
<b>Phoeniculture :</b>	1430	53769
<b>Cultures maraîchères</b>	765	161300
<b>Cultures fourragères</b>	2661	296915
<b>Céréales</b>	1492	59162

**Annexe 04** : Indice de Shannon  $H' = -\sum P_i \log_2 P_i$  et équirépartition  $E = H' / \log 2S$ 

	<b><math>H' = -\sum P_i \log_2 P_i</math></b>	<b><math>E = H' / \log 2S</math></b>
<b>Sols cultivés</b>	0,7219	1,1991
<b>Partie végétale</b>	0	0
<b>Profondeurs (0-10cm)</b>	0.7219	1.1991
<b>Période d'échantillonnage (17/4/2016)</b>	0.7219	1.1991

**Annexe 04** : Répartition des espèces inventoriées par ordres, par famille, et par mode de parasitisme dans la région de Ménéa.

<b>Ordres</b>	<b>Famille</b>	<b>Nombre d'espèces</b>	<b>Espèce</b>	<b>Type de parasitisme(*)</b>
<i>Dorylaimida</i>	<i>Xiphinematinae</i>	1	<i>Xiphinema</i> sp.	Ectoparasites migrateurs
<i>Tylenchida</i>	<i>Anguinidae</i>	1	<i>Ditylenchus</i> sp.	