

RÉPUBLIQUE ALGERIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ BLIDA 1

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention

Du diplôme de Master II en Science de la Nature et de la Vie

Spécialité : Phytoprotection Durable

Thème

Diversité des Nématodes dans un verger d'olivier

Présenté par **Belgherbi Hadjira**

Devant le jury composé de :

Mme BELKAHLA H.

Pr. UB1

Présidente

Mme NEBIH D.

M.C.B. UB1

Promotrice

Mme SABRI K.

M.A.A. UB1

Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2015/2016

Remerciements

Je voudrais remercier les membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail et pour toutes leurs remarques et critiques.

Je tiens à remercier tout d'abord ma promotrice, *Mme Nebih*, pour sa patience, et surtout pour sa confiance, ses remarques et ses conseils, sa disponibilité et sa bienveillance.

Et mon enseignante Mme Sabri pour sa gentillesse et sa compréhension.

Je tiens aussi à remercier madame Belkahla pour avoir met à notre disposition son laboratoire et pour son soutien inestimable.

A tous mes enseignants et à ceux et celles qui m'ont apportés un soutien moral, qu'ils veuillent bien accepter mes sincères remerciements, en signe d'un profond respect et d'un profond amour !!!

Merci à vous tous.

Belgherbi Hadjira

Dédicace

Je dédie ce travail

À

La mémoire de mon défunt père.

À

Mon mari qui m'a toujours soutenu et a toujours été à mes cotés

À

Mes chères enfants :

Ramzi, Nour, Serine, Anis (Amar Salah)

À

Ma mère et à l'ensemble de ma famille et belle famille

À

Tous mes amis et collègues

À

Tous les étudiants de la promotion 2015//2016 Option :
Phytoprotection Durable

À

Tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer

.....

Belgherbi Hadjira

Table des matières

Introduction.....	1
Données bibliographiques sur l'olivier	
I.1. Historique.....	3
I.2. Classification botanique de l'olivier.....	4
I.3. Caractéristiques biologiques	5
I.3.1. L'olivier sauvage	5
I.3.2. L'olivier cultivé	5
I.4. Caractéristiques morphologiques.....	6
I.5. Multiplication et Plantation de l'olivier	8
I.5.1. Multiplication	8
I.5.1.1. Multiplication sexuée	8
I.5.1.2. Multiplication asexuée.....	8
I.5.2. La plantation des oliviers	9
I.6. Les différents systèmes culturaux.....	9
I.7. Distribution géographique de l'olivier dans le monde	9
I.8. Importance de l'olivier en Algérie	12
I.9. Principales variétés algériennes	13
I.10. Distribution de l'olivier dans la Wilaya de Blida	13
I.11. Généralité sur les ravageurs et les maladies de l'olivier	14
I.11.1. Quelques ravageurs insectes de l'olivier	14
I.11.1.1. la mouche de l'olive (Dacus oleae).....	14
I.11.1.2. La teigne de l'Olivier (Prays oleae).....	15
I.11.1.3. Psylle de l'Olivier (Euphyllura olivina)	15

I.11.2. Les maladies de l'olivier	16
I.11.2.1. L'œil de paon	16
I.11.2.2. La verticilliose	17
I.11.2.3. Le Chancre ou la Tuberculose de l'olivier	17

Chapitre II : Données bibliographiques sur les nématodes

II.1. Généralité sur les nématodes.....	19
II.2. Morphologie des nématodes	19
II.3. Biologie des nématodes	21
II.4. Les différents modes de parasitisme.....	22
II.4.1. Les nématodes ectoparasites	22
II.4.2. Les nématodes endoparasites	22
II.4.3. Les nématodes semi-endoparasites.....	23
II.5. Nématodes indicateurs de milieux.....	24
II.6. Les différents groupes trophiques des nématodes.....	25
II.6.1. Les Bactériophages	25
II.6.2. Les mycophages	26
II.6.3. Les Phytophages.....	27
II.6.4. Les Omnivores	28
II.6.5. Les Prédateurs	28
II.7. Relation Nématodes - milieu.....	29
II.7.1. Effet du facteur sol	29
II.7.2. Effet de la matière organique	30
II.7.3. Effet de la végétation	31
II.7.4. Relations entre nématodes.....	31
II.7.5. Relation nématodes et organismes antagonistes	32
II.8. Dégâts liés aux nématodes phytophages	32

II.9. Symptômes et pathogénicité des nématodes sur l'olivier.....	34
II.10. Quelques nématodes associés à l'olivier.....	35
II.10.1. Le genre Helicotylenchus.....	35
II.10.1.1. Description morphologique.....	35
II.10.1.2. Position Systématique.....	36
II.10.1.3. Bio écologie.....	36
II.10.1.4. Symptômes sur olivier.....	37
II.10.2. Le genre Pratylenchus.....	37
II.10.2.1. Description morphologique.....	37
II.10.2.2. Position systématique.....	38
II.13.2.3. Bio-écologie.....	38
II.10.2.4. Symptômes et dégâts.....	38
II.10.3. Le genre Xiphinema.....	39
II.10.3.1. Description morphologique.....	39
II.10.3.2. Position systématique.....	40
II.10.3.3. Bio-écologie.....	40
II.10.3.4. Symptômes et dégâts.....	40

Chapitre III : Matériels et méthodes

III.1. Présentation de la région d'étude (Wilaya de Blida).....	42
III.2. Les objectifs.....	43
III. 3. Méthodologies.....	43
III.3.1. Les sites d'échantillonnage.....	43
III.3.2. Méthodes d'échantillonnages.....	45
III.3.3. Extraction des nématodes du sol.....	45
III.3.3.1. Matériel nécessaire (Fig.32).....	46
III.3.3.2. Procédé d'extraction.....	46

III.3.3.3. Purification par passage actif des nématodes	47
III.3.3.4. Dénombrement et identification des taxons	48
III.4. Exploitation des résultats	48
III.4.1. Analyses de variance (SYSTAT vers. 7.0, SPSS 1997).....	48
III.4.2. L'analyse multivariée	49
III.4.3. Exploitations des indices écologiques.....	49

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1. Les Résultats	50
IV.1.1. Inventaire des nématodes rencontrés dans les oliveraies.....	50
IV.1.2.1. Répartition globale des nématodes dans les stations en fonction de l'âge.....	56
IV.1.2.2 Analyse de la variance model GLM.....	57
IV.1.3.1. Variation des groupes trophiques dans les jeunes vergers (1- 10ans).....	58
IV.1.3.2. Variation des groupes trophiques dans les vergers à âge moyen (10-20ans)	59
IV.1.3.3. Variation des groupes trophiques dans les vieux vergers (+20ans)	60
IV.1.3.4. Analyse de la variance model GLM.....	61
IV.1.4. Structure des communautés de nématodes en fonction de l'âge.	62
IV.1.5. Distribution des nématodes phytophages dans les vergers prospectés	63
IV.1.6. Diagnostic écologique des communautés dans les régions prospectées	64
IV.1.6.1. Evaluation de richesse dans les régions en fonction de l'âge	65
IV.1.6.2. Evaluation de la diversité dans les régions.....	65
IV.1.6.3. Evaluation de l'équitable dans les régions.....	66

VI.1.7. L'effet de l'humidité sur les taxons identifiés dans les vergers.	68
IV.2. Discussion	69
Conclusion.....	69
Références.....	75

Listes des figures

Fig.1: Morphologie d' <i>Olea europaea</i> (Anonyme, 2016)	4
Fig.2 : Olivier sauvage (Anonyme, 2005).....	5
Fig.3 : Olivier cultivé (Anonyme, 2011).....	6
Fig.4 : fleurs et feuilles de l'olivier (Anonyme, 2012).....	7
Fig.5 : feuilles et fruits d'olive (Anonyme, 2012).....	7
Fig. 6 : Différentes coupes de l'olive (Anonyme, 2012).....	8
Fig. 7 : Distribution de l'olivier dans le bassin méditerranéen	10
Fig. 8 : Aire de répartition de l'olivier dans le monde (Anonyme, 2005)	11
Fig.9 : Les superficies des oliviers dans le monde (Anonyme, 2005).....	12
Fig.10: La mouche d'olive (Anonyme, 1994).	14
Fig.11: Le teigne de l'olivier (Anonyme, 1994).	15
Fig.12 : Le Psylle de l'olivier (Anonyme, 1994)	15
Fig.13 : La cochenille noire de l'olivier (Anonyme, 2016).....	16
Fig.14 :L'œil de paon (Anonyme, 2011)	17
Fig.15 : La verticilliose (Anonyme, 2014).....	17
Fig.16 : Tuberculose de l'olivier (Anonyme, 2014).....	18
Fig. 17 : Structure d'un nématode (Anonyme, 2010)	21
Fig.18 : Position des nématodes dans la microchaîne alimentaire du sol (d'après Ferris et Bongers, 2006).....	25

Fig.19 : Partie antérieure du nématode bactérivore <i>Acrobeles spp.</i> (Jeffrey et al., 2010).	26
Fig.20 : Partie antérieure d'un nématode fongivore (Jeffrey et al., 2010).	27
Fig.21 : Partie antérieure d'un nématode phytoparasite <i>Xiphinema sp.</i> (Bonkowski et al., 2009).	28
Fig.22 : Partie antérieure d'un nématode omnivore (Jeffrey et al., 2010).	28
Fig.23 : <i>Anatonchus tridentatus</i> (nématode prédateur) avalant un autre nématode (Jeffery et al., 2010).	29
Fig.24: Morphologie de <i>Helicotylenchus</i> (Anonyme, 2011)	36
Fig.25: Morphologie de <i>Pratylenchus scribneri</i> (Luc, 1987)	37
Fig.26: <i>Xiphinema</i>. (Anonyme, 2012)	39
Fig. 27: Les stations d'échantillonnages dans la Wilaya de Blida	43
Fig. 28 : Verger oléicole (Age <10ans) dans la commune de Soumâa (Original 2016)	44
Fig. 29 : Verger oléicole (Age entre 10 et 20 ans) dans la commune de Larabâa. (Original 2016)	44
Fig.30 : vieux verger (+50ans dans la commune de Soumâa (Original 2016) ...	44
Fig. 31 : Prélèvement des échantillons de sol (Original 2016)	45
Fig. 32 : Matériel nécessaire d'extraction des nématodes et l'identification (Original 2016)	46
Fig.33 : Les étapes d'extractions des nématodes (Original 2016)	47
Fig.34 : Matériels de purification par passage actif des nématodes et récupération dans des tubes et observation	48
Fig. 35 : Morphologie de nématode phytophage (<i>Sauertylenchus</i>)	52
Fig. 36 : Morphologie de nématode phytophage (<i>Trophorus</i>)	52
Fig. 37 : Morphologie de nématode phytophage (<i>Quinisulcius</i>)	53
Fig. 38 : Morphologie de nématode phytophage (<i>Tylenchorhynchus</i>)	53
Fig. 39 : Morphologie de nématode phytophage (<i>Psilenchus</i>)	54

Fig. 40 : Morphologie de nématode Fongivore ou phytophage facultatif (<i>Tylenchus</i>)	54
Fig. 41 : Morphologie de nématode phytophage (<i>Xiphinema</i>).....	55
Fig. 42 : Morphologie de nématode phytophage (<i>Longidorus</i>).....	55
Fig. 43 : Morphologie de nématode prédateur (<i>Enoplus</i>).....	56
Fig. 44 : Morphologie de nématode phytophage non identifié	56
Fig. 45 : Répartition globale des nématodes en fonction de l'âge dans les régions.....	57
Fig. 46: Abondance des nématodes en fonction des régions et de l'âge	58
Fig. 47 : Répartition des groupes trophiques dans le jeune verger (Age 1-10ans)	59
Fig. 48 : Répartition des groupes trophiques dans les vergers à âge moyen (Age 10-20ans) en fonction des régions.....	60
Fig. 49 : Variations des groupes trophiques dans les vieux vergers (+20ans) .	61
Fig. 50 : Abondance des groupes trophiques dans les vergers oléicoles	62
Fig. 51 : l'analyse multivariée (DCA) de la structure des nématodes dans les sites prospectés.	63
Fig. 53: La richesse des nématodes dans les régions	65
Fig. 54: La Diversité des nématodes dans les régions.....	66
Fig. 55: Variation de l'indice d'équitabilité dans les régions	67

Liste des tableaux

Tableau 1 : Inventaire des nématodes rencontrés dans les vergers oléicoles.....	51
Tableau 2 : Modèle G.L.M appliqué à la répartition des abondances des nématodes par régions et selon l'âge	58
Tableau 3 : Modèle G.L.M appliqué à la répartition groupes trophiques.....	61

Liste des abréviations

I2 : Larve stade 2

H' : Indice de Shannon-Weaver

J : l'indice d'équitabilité

RS : Richesse générique

BMA : Beni mered

OEA : Oued el alleug

SouA : Soumâa

LarA : Larabâa

Cos : *Coslenchus*

Quini : *Quinisulcius*

Sauer : *Sauertylenchus*

Dity : *Ditylenchus*

Tyl : *Tylenchus*

Aphel : *Aphelenchoides*

Dory : *Dorylaimus*

Enopl : *Enoplus*

Monoc : *Mononchus*

Prat : *Pratylenchus*

Tylench : *Tylenchorhynchus*

Aphe : *Aphelenchus*

Heli : *Helicotylenchus*

Trop : *Trophorus*

Xiph : *Xiphinema*

Lon : *Longidorus*

Grpe : Groupe

Résumé : Diversité des Nématodes dans un verger d'olivier

La présente étude a révélé dans la rhizosphère des vergers oléicoles dans quatre régions de la Wilaya de Blida 20 genres de nématodes dans les vergers oléicole des 4 régions prospectées de la Wilaya de Blida (Larabâa, Soumâa, Oued el alleug et Beni mered). Les genres sont représentés par *Sauertylenchus*, *Quinisulcius*, *Tylenchorhynchus*, *Trophorus*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus*, *Xiphinema*, *Longidorus*, *Helicotylenchus*, *Psilenchus*, *Tylenchus*, *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Paratrophurus*, *Coslenchus*, *Dorylaimus*, *Ecuminicus*, *Enoplus*, *Mononchus* *Tylenchulus semipenetrans*. Les communautés de nématodes rencontrées sont réparties en quatre groupes trophique (phytophages, fongivores, bactérivores, et prédateurs–omnivores) avec une prédominance des phytophages. La distribution des groupes trophiques dans les vergers d'étude révèle une différence non significative ($p=0,227$; $p > 0,05$). Ils varient en relation avec l'âge ($p=0,001$; $p < 0,05$) et les régions prospectées ($p=0,016$; $p < 0,05$). Les indices écologiques, la diversité (H') et la richesse (RS) présentent une variation selon les régions prospectées. Alors que l'équitabilité (J) est stable dans le temps.

Mots clés : Communautés de nématodes, Indices Ecologiques, Oléicoles.

Abstract : Nematodes diversity in an olive orchard

This study revealed that the nematofauna associated with Olive in the area of Blida revealed presence of 20 taxa of nematodes. They are represented by *Sauertylenchus*, *Quinisulcius*, *Tylenchorhynchus*, *Trophorus*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus*, *Xiphinema*, *Longidorus*, *Helicotylenchus*, *Psilenchus*, *Tylenchus*, *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Paratrophurus*, *Coslenchus*, *Dorylaimus*, *Ecuminicus*, *Enoplus*, *Mononchus* *Tylenchulus semipenetrans*. These taxa are divided into four trophic groups (Phytophagous, Fongivore, Bacterivores and predators - omnivores) with a predominance of phytophagous. The distribution of trophic groups in orchards study reveals insignificant difference ($p = 0.227$; $p > 0.05$). They vary in relation to age ($p = 0.001$; $p < 0.05$) and the prospected areas ($p = 0.016$; $p < 0.05$). The ecological indices, diversity (H') and richness (RS) have a variation according to the prospected areas. While evenness (J) is stable over time.

Keywords: Olive, nematode communities, trophic groups, ecological indices.

المخلص: تنوع الديدان الخيطية في بستان الزيتون

هذه الدراسة اظهرت على مستوى جذور أشجار الزيتون و التربة المحيطة بها و المتواجدة في اربعة مناطق(بلديات : الاربعاء, صومعة, واد العلايق و بني مراد) في ولاية البليدة 20 نوع من الديدان الخيطية والمعرف كالتالي:

Sauertylechus, Quinisulcius, Tylenchorhynchus, Trophorus, Pratylenchus, Ditylenchus, Xiphinema, Longidorus, Helicotylechus, Psilenchus, Tylenchus, Aphelenchoides, Aphelenchus, Paratrophurus, Coslenchus, Dorylaimus, Ecuminicus, Enoplus, Mononchus, Tylenchulus semipenetrans..

تصنف مجتمعات الديدان الخيطية الأنفة ذكرها ضمن أربع مجموعات غذائية متمثلة في : (آكلات النبات, آكلات الفطريات ,آكلات البكتيريا, الديدان الخيطية المفترسة و متنوعة الغذاء) علما أن الهيمنة كانت لآكلات النبات. إن توزيع المجموعات الغذائية في الحقل الدراسي كشف عن فرق ضئيل ($p=0,227$; $p<0,05$)

و هو يتغير تبعا للعمر ($p=0,001$; $p<0,05$) و مناطق المدروسة ($p=0,016$; $p < 0,05$)

أظهرت المؤشرات البيئية , التنوع (H') والوفرة (RS) تغيرات حسب المناطق المدروسة, اما مؤشرات المساوات (J) فهي مستقرة.

● **الكلمات المفتاحية :**

مجتمعات الديدان الخيطية, المؤشرات البيئية , أشجار الزيتون, مجموعات غذائية

Introduction

En Algérie, l'Oléiculture couvre environ 2 % de l'olivieraie mondiale, soit 310.000 ha. Cette superficie représente 46 % de l'arboriculture fruitière (Mohammedi, 2004). L'Oliveraie est concentrée essentiellement en Oranie et en Kabylie (Brikci, 1993 et Belhoucine, 2003). La filière oléicole accuse un retard de développement en amont et en aval. La sécheresse et les incendies de forêts dans certaines régions du pays n'ont pas été les seuls responsables de ce retard. La culture de l'olivier, le savoir-faire dans ce domaine, mais aussi, les structures d'appui font défaut de façon dramatique. L'absence de laboratoires spécialisés d'unité de conditionnement, mais également la non maîtrise du processus complet, font que notre huile ne peut rivaliser avec les productions des pays concurrents malgré sa qualité indéniable (Anonyme, 2006).

L'olivier comme toutes les cultures sa rhizosphère englobe pas mal de micro et macro organismes dont les nématodes, même s'il existe des différences quantitatives importantes suivant les espèces (Sasser *et al.*, 1987; Haq *et al.*, 2004) Ces nématodes causent des pertes économiques importantes sur une large gamme de cultures (Koenning *et al.*, 1999). Dans le bassin méditerranéen, les vergers d'oliviers sont en mesure d'accueillir un large éventail d'espèces de nématodes, y compris les nématodes à galles *Meloidogyne*, Les nématodes à lésions *Pratylenchus* et les nématodes en spirale *Helicotylenchus*, *Longidorus*, *Xiphinema*, *Rotylenchus*, *Telotylenchidea*, *Tylenchorhynchus* (Peña-Santiago, 1990 ; Mullin, 1996 ; Castillo *et al.*, 2010 ; Houceini, 2012 ; Chafaa *et al.*, 2013 ; Ait hamza, 2014 ; Ali, 2015 ; Guesmi *et al.* 2016).

En rapport avec les travaux sus cités, nous avons entrepris la présente étude afin d'identifié les nématodes et leurs communautés associés à l'olivier dans quelques communes de la Wilaya de Blida.

Les objectifs visés par ce travail se résument en :

1-Inventorier des nématodes phytophages associés aux vergers oléicoles dans les stations choisi. Évaluer leur abondance et les groupes trophiques rencontrés dans les parcelles prospectées.

2-Etablir une analyse comparative de la diversité des communautés selon l'âge et les régions prospectées.

3- Evaluation des indices écologiques des communautés de nématodes en fonction de l'âge des vergers prospectés.

I.1. Historique

Les premières traces sauvages de l'olivier ont été retrouvées en Asie et date de plus de 14000 ans. Des fouilles sur des sites préhistoriques ont permis de retrouver des feuilles fossilisées datant du paléolithique ou du néolithiques ainsi que des traces de charbon et de pollens, en bordure du Sahara datant d'environ 12000 ans avant J-C. On ne connaît pas avec certitude le lieu où l'homme a commencé à cultiver l'olivier, mais on s'accorde pourtant à reconnaître que 3500 avant J-C, elle se serait faite en Syrie (Loumou et Giourga, 2003). L'olivier est aussi attaché aux paysages méditerranéens. Cet arbre accompagne les mythes fondateurs des cultures méditerranéennes : Coran, Bible et grands textes classiques grecs ; arbre des Dieux, symbole de force, de longévité et de paix. La domestication de l'olivier et ses besoins thermiques rendent probablement son histoire plus complexe en plus de son importance culturelle. L'olivier (Fig.1) est une des plantes les plus cultivées ; il arrive au 24^e rang des 35 espèces les plus répandues dans le monde (Ellstrand, 2003). Il est essentiellement cultivé pour son huile. La domestication est un jalon clé dans la compréhension de la diversité de cette espèce. Zohary et Spiegel-Roy (1975) l'ont située à l'est du Bassin méditerranéen. Les puissantes civilisations de l'est de la Méditerranée telles que celles des Phéniciens, des Grecs, puis des Romains, ont disséminé cette culture dans tout le Bassin méditerranéen (Brun, 2004). La présence continue de l'olivier cultivé dans la Méditerranée occidentale est maintenant documentée, mais son apparition n'est pas datée (Figueiral et Terral, 2002).



Fig.1: Morphologie d'*Olea europaea* L. (Anonyme, 2016)

I.2. Classification botanique de l'olivier.

La classification botanique de l'arbre de l'olivier selon Cronquist (1981)

Règne: *Plantae*
Sous-règne : *Tracheobionta*
Division : *Magnoliophyta*
Classe : *Magnoliopsida*
Sous-classe : *Asteridae*
Ordre : *Scrophulariales*
Famille : *Oleaceae*
Genre : *Olea*
Espèce: *Olea europaea*

Sous espèces : Selon (Raymond, 2013)

Olea europaea cuspidata
Olea europaea cerasiformis
Olea europaea guanchica
Olea europaea laperrinei
Olea europaea maroccana

I.3. Caractéristiques biologiques

On peut distinguer deux formes principales d'olivier :

I.3.1. L'olivier sauvage

C'est un arbuste (Fig.2) d'aspect buissonnant et épineux au ras du sol, branches disposées plus régulièrement aux rameaux plus en mois quadrangulaire se terminant souvent en une pointe raide et piquante. Petites feuilles (4cm de long environ), plus clairsemées, plus étroites, plus courtes et plus vertes. Fruits nombreux mais plus petits, moins charnus, plus luisants. Donne une huile fine mais peu abondante (Pagnol, 1996) plus rustique, résiste mieux aux excès de température. Sa longévité et les qualités de son bois surpassent celles de l'olivier cultivé. Sa racine pivotante va chercher la nourriture à de grandes profondeurs (Maillard, 1995).



Fig.2: Olivier sauvage (Anonyme, 2005)

I.3.2. L'olivier cultivé

C'est un arbre vigoureux (Fig.3) qui peut atteindre non taillée 10 à 15m de hauteur. Généralement il ne dépasse pas 3 à 4 m de hauteur, fleurit de mai à juillet (suivant la variété) en grappe terminales au axillaires, donnant des fruits gros à formes variées mais peu nombreux (Pagnol ,1996).



Fig.3 : Olivier cultivé (Anonyme, 2011)

I.4. Caractéristiques morphologiques

L'olivier se distingue des autres espèces fruitières par sa grande longévité et rusticité qui lui permet de se développer et de fructifier sous des conditions de climat sub-aride et parfois sur des sols très pauvres. L'olivier présente un système racinaire puissant, il assure sa vitalité, adapte la plante à la profondeur et aux caractéristiques physiques et chimiques du sol. Le tronc est le principal support de l'arbre. Un jeune arbre, le tronc est lisse de couleur grise verdâtre, puis devient en vieillissant noueux, fendu et élargi à la base. Il prend une teinte grise foncé et donne naissance à des cordes (Loussert et Brousse, 1978). Les charpentières indiquent la forme de l'arbre; elles sont au nombre de 2 à 4, selon le mode de conduite, Il s'agit de grosses ramifications destinées à former la charpente de l'arbre. Les rameaux sont de couleur grise-verdâtre, leur croissance s'est poursuivie tout au long du printemps et de l'automne. Mesurant quelques dizaines de cm, selon la vigueur de l'arbre et de la variété, ils portent des fleurs puis des fruits (Loussert et Brousse, 1978). Les feuilles (Fig.4) sont persistantes et d'une durée de vie de trois ans, elles confèrent à la famille des oleacees un caractère botanique du fait de leur disposition opposée sur le rameau. La forme et les dimensions des feuilles sont très variables suivant les variétés, elles peuvent être ovales ; oblongues ; lancéolées oblongues et parfois linéaires (Loussert et Brousse, 1978).



Fig.4 : fleurs et feuilles de l'olivier (Anonyme, 2012).

Les fleurs de l'olivier (Fig.4) sont groupées en inflorescence, ces dernières sont constituées par des grappes longues et flexueuses pouvant comporter de 4 à 6 ramifications secondaires. Selon Daoudi (1994), la grappe peut contenir un nombre de fleurs qui varient de 10 à 40. (Oukssili, 1983) précise que ce nombre est un caractère variétale.



Fig.5 : feuilles et fruits d'olive (Anonyme, 2012).

Le fruit (Fig.5) et le noyau sont de forme et de dimension variables, caractéristiques de la variété qui leur donne naissance. La forme du fruit peut être sphérique, ovoïde ou allongée. La longueur du fruit et celle du noyau (Fig.6) sont le caractère le plus héréditaire (Fantanazza et Baldini, 1990). A l'approche de la maturité, l'épicarpe change de couleur, violette ou rouge à la coloration noirâtre, sauf pour la variété (Leucocarpa) qui ne change pas de couleur.

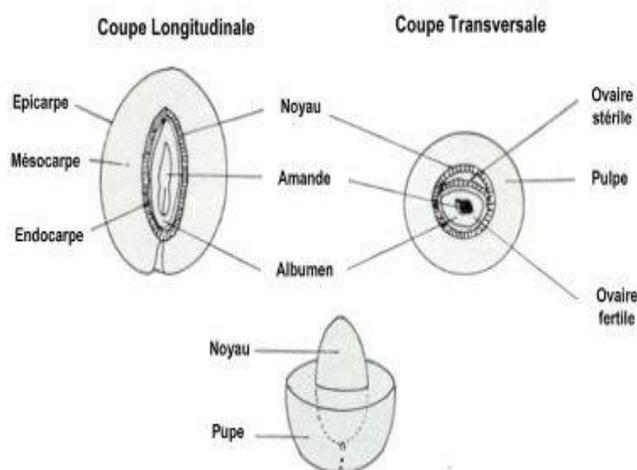


Fig. 6 : Différentes coupes de l'olive (Anonyme, 2012).

I.5. Multiplication et Plantation de l'olivier

I.5.1. Multiplication

L'olivier se multiplie de deux façons, l'une sexuée et l'autre végétative. La multiplication sexuée se fait par semis, mais les sujets issus par cette voie doivent être nécessairement greffés (Truet, 1950). Par contre, la multiplication végétative ou asexuée repose sur deux techniques essentielles, le greffage et le bouturage (Truet, 1950 et Laumonier, 1960).

I.5.1.1. Multiplication sexuée

Ce type de multiplication se fait par semis qui est réalisé au printemps qui se prolonge jusqu'en été (août). Il se fait en lignes et sous abris. Les jeunes plants sont repiqués la seconde année et soumis au greffage (Laumonier, 1960).

I.5.1.2. Multiplication asexuée

Ce mode de reproduction concerne plus les plants issus de semis, il se pratique aussi par écussonnage à œil poussant de préférence mais aussi à œil dormant, en fente en couronne, sous écorce ou en placage pour les sujets déjà âgés (Laumonier, 1960).

I.5.1.2.1. Le bouturage

Nous distinguons le bouturage classique et les éclats de souches (souquet). Le premier utilise des rameaux déjà assez jeunes de 3 à 4 cm voire 10 de diamètre sur 40 cm environ de longueur (Laumonnier, 1960). Par contre, la seconde consiste à enterrer des éclats de souche de 2 à 3 kg détachés de la base des pieds mère (Truet, 1950).

I.5.2. La plantation des oliviers

La plantation de l'olivier demande une préparation adéquate. Le travail du sol comprend un sous soulage croisé et un défoncement qui est de 60 à 80 cm de profondeur. Cette opération s'opère généralement en été afin d'enfuir le fémur de fond (Maillard, 1975). La densité de plantation maximale admise est de 100 arbres par hectare. Au-dessus de celle-ci, les frondaisons risquent de se gêner où l'air circule mal et les maladies et parasites peuvent également s'installer dans les olivettes (Rebour, 1966).

I.6. Les différents systèmes culturaux

Actuellement, différents systèmes culturaux de l'olivier sont appliqués dans le monde, la plantation en mode extensive (Densités < 50 arbres /ha), traditionnelle (Densités de 50 à 150 arbres/ha), intensive (Densités > 150 arbres / ha) mais quel que soit le mode de conduite l'olivier placé dans des conditions agronomiques favorables se trouve en mesure d'exprimer pleinement toutes les phases de son cycle et de produire régulièrement (Argenson *et al.*, 1999). Ainsi, l'olivier exploité sous un système intensif (fertilisation et irrigation) trouve sa productivité améliorée (Uzzan, 1992 ; Lopez-Villalta, 1997).

I.7. Distribution géographique de l'olivier dans le monde

Dans les pays du bassin méditerranéen, l'olivier (Fig.7) trouve une place de choix. Il s'acclimate à presque toutes les étages bioclimatiques, de l'humide, sub-

humide, au semi-aride et même l'aride. Le comportement morphologique et physiologique de l'olivier montre une grande capacité d'adaptation à des milieux totalement différents, ceci est dû aux particularités morphologiques de ses feuilles, ainsi qu'à son système racinaire, et à son potentiel de régénération morphogénétique (Lavee, 1997). L'olivier placé dans des conditions agronomiques favorables se trouve en mesure d'exprimer pleinement toutes les phases de son cycle et de produire régulièrement (Argenson *et al.*, 1999).

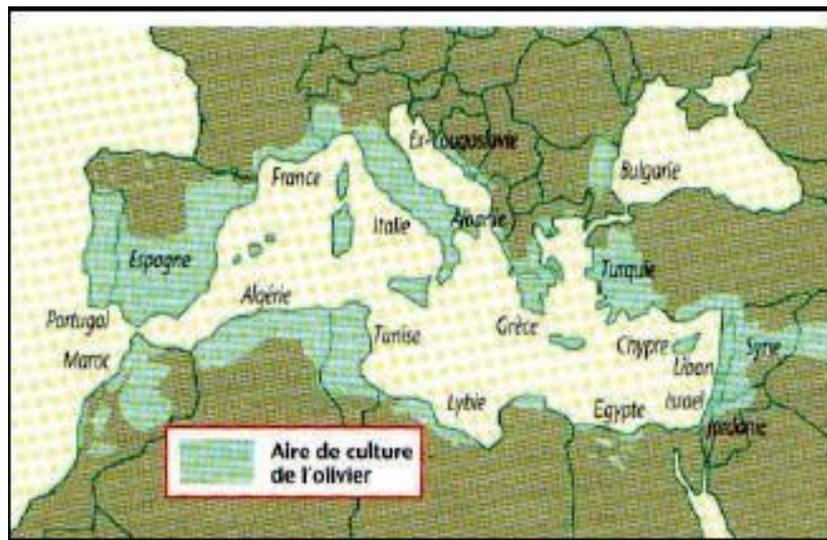


Fig. 7 : Distribution de l'olivier dans le bassin méditerranéen (Argenson *et al.*, 1999).

L'olivier connaît une distribution géographique assez large due à son adaptation à toutes les conditions édaphiques et aux reliefs du sol (Fig.8). Cependant, la rusticité de l'olivier lui confère une certaine marginalité, car l'espèce *Olea europaea* peut bien exprimer son potentiel génétique par de hauts rendements dans des conditions très favorables. Ainsi, l'olivier exploité sous un système intensif (fertilisation et irrigation) trouve sa productivité améliorée (Uzzan, 1992 ; Lopez-Villalta, 1997). De ce fait, l'olivier s'est avéré être l'arbre rustique par excellence pour les conditions tunisiennes. Il est implanté partout et a enregistré le plus grand taux de réussite par rapport à l'ensemble des nouvelles plantations arboricoles, étant donné ses capacités exceptionnelles de résistance aux conditions climatiques les plus difficiles (Zarrad, 1994). L'évolution des superficies de l'olivier à travers le monde s'est caractérisée par

- L'émergence de certains pays considérés auparavant des petits producteurs (Maroc, Syrie) et l'entrée dans la production de nouveaux pays (Libye, Algérie et Croatie).
- L'évolution variable des nouvelles superficies d'olivier dans les pays producteurs. Ces deux phénomènes ont eu des implications sur les parts respectives des différents pays dans la production mondiale.

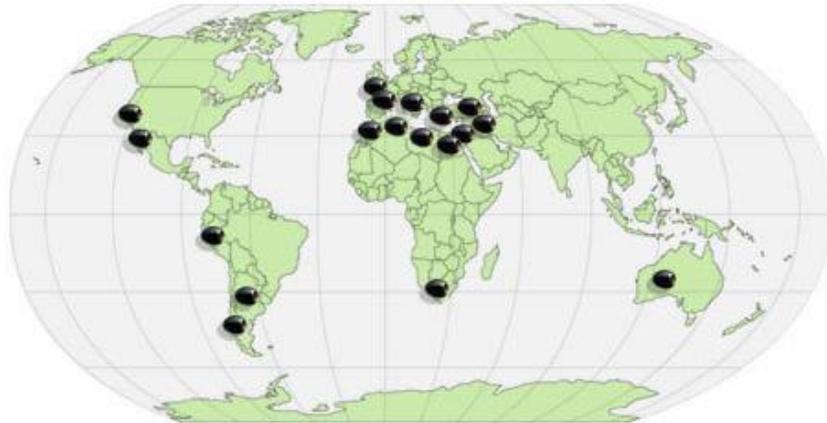


Fig. 8 : Aire de répartition de l'olivier dans le monde (Anonyme, 2005a)

Pour les années 1993–2005, la Méditerranée continue à être le bassin de l'oléiculture avec une part de plus de 90% des superficies mondiales (Fig. 9). L'Union Européenne, à elle seule, conserve une part de 47.6% des superficies mondiales.

La part de la Tunisie dans la superficie mondiale est de l'ordre de 20% occupant ainsi la 2^{ème} place après l'union Européenne. La Turquie, la Syrie et le Maroc se distinguent par des TCAM (Taux de croissance annuel moyen pour la période 1993–2005) de la superficie relativement élevés durant la période de référence (FAO 2005b).

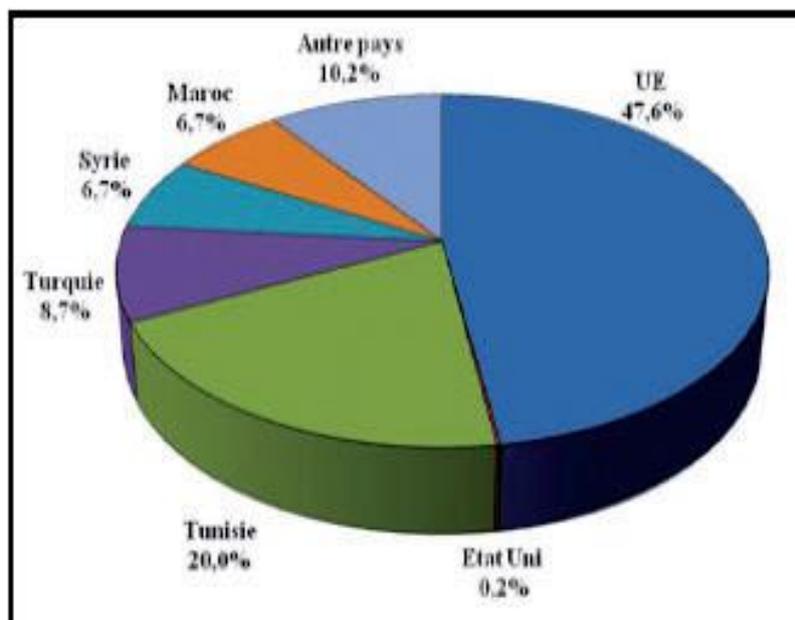


Fig.9 : Les superficies des oliviers dans le monde (Anonyme, 2005c).

Le verger oléicole méditerranéen se trouve en majeure partie dans des pays de l'Union Européenne (Espagne, Italie, Grèce, Portugal, France, Croatie, Chypre, Slovénie) et aussi dans d'autres pays, hors Union Européenne, comme la Turquie, la Tunisie, la Syrie, le Maroc et l'Algérie (Anonyme, 2005). Le reste de l'effectif des oliviers soit 10.2 % est réparti dans différentes zones du globe à climat similaire au climat méditerranéen: Etats-Unis (Californie), Amérique du Sud (Argentine, Mexique, Pérou, Chili), Afrique du Sud et Australie (Anonyme,2005).

I.8. Importance de l'olivier en Algérie

En Algérie, les superficies occupées par l'olivier sont de l'ordre de 310.000 ha auxquels il faut ajouter 110 000 ha qui doivent entrer progressivement en production à partir de 2008 pour s'étaler sur trois ans. Avec 32 millions d'oliviers, l'Algérie est en passe de rattraper son retard et arracher une place plus honorable dans le classement mondial. La superficie exploitée est de 1.6 millions d'ha.

Contrairement à notre voisin de l'est, la filière huile d'olive accuse un retard de développement en amont et en aval. La sécheresse et les incendies de forêts dans certaines régions du pays n'ont pas été les seuls responsables de ce retard. La

culture de l'olivier, le savoir-faire dans ce domaine, mais aussi, les structures d'appui font défaut de façon dramatique. L'absence de laboratoires spécialisés d'unité de conditionnement, mais également la non maîtrise du processus complet, font que notre huile ne peut rivaliser avec les productions des pays concurrents malgré sa qualité indéniable (Anonyme,2006).

I.9. Principales variétés algériennes

L'Algérie dispose d'un patrimoine constitué de 164 cultivars autochtones et introduits dans toute la méditerranée et même d'outre atlantique. Les travaux de Mendil et Sebai (2006) ont permis de répertorier 72 variétés autochtones dont 36 sont homologuées, le reste est en court de réalisation.

Les variétés nationales les mieux connus selon mendil et sebai (2006) sont :

- ✓ Azeradj
- ✓ Blanquette de Guelma
- ✓ Bouricha, olive d'El-Arouch
- ✓ Chemlal
- ✓ Ferkani, Fefane
- ✓ Grosse de Hamma
- ✓ Hamra, syn.rougette ou roussette
- ✓ Limli
- ✓ Longue de Miliana
- ✓ Rougette de Mitidja
- ✓ Souidi
- ✓ Sigoise ou olive de Tlemcen ou olive de tell.

I.10. Distribution de l'olivier dans la Wilaya de Blida

La Wilaya de Blida est située dans la plaine de la Mitidja et ses terres sont très fertiles. L'arboriculture fruitière occupe une superficie de 31475 ha qui représente 56.73% de la superficie agricole utile (S.A.U). L'oléiculture représente 9.15% de la superficie arboricole il est répartie dans toutes les communes de la Wilaya (Anonyme, 2016) dont la plus grande superficie est dans la subdivision de Larabâa avec les communes et les superficies respectives Larabâa (365ha), Meftah (121ha), Sohane (268ha) et Djebabra (175ha). Les trois autres régions prospectées sont Soumâa, Beni mered et Oued el alleug dont les superficies respectives sont 121, 95 et 58 ha (Anonyme, 2016).Un programme national de développement de

l'oléiculture a été initié par les pouvoirs publics pour la plantation 10000000 d'ha d'olivier, la Wilaya de Blida est concerné par 5000 ha. Il a été réalisé 1324.25 ha (Anonyme, 2016).

I.11. Généralité sur les ravageurs et les maladies de l'olivier

Les ennemis de l'Olivier sont très nombreux et diversifiés. Ils comptent près de 250 ennemis importants qui sont signalés par différents auteurs (Cautero, 1965). Ils sont repartis entre 90 champignons, 5 bactéries, 3 lichens, 4 mousses, 3 angiospermes, 11 nématodes, 110 insectes 13 Arachnides, 5 oiseaux et 4 mammifères (Gaouar, 1996).

I.11.1. Quelques ravageurs insectes de l'olivier

L'Olivier compte parmi les ennemis insectes la mouche de l'olive, la Teigne, le psylle et les cochenilles

I.11.1.1. la mouche de l'olive (*Dacus oleae*)

Selon (Anonyme, 2009) la mouche de l'Olive *Dacus oleae* est le ravageur le plus préoccupant pour les Oléiculteurs (Fig.10). Elle cause des dégâts sur fruits pouvant aller jusqu'à 30 % de fruits abimés et non utilisables. Les attaques de mouche conduisent également à une altération de la qualité de l'huile, provoquant une augmentation du taux d'acidité.



Fig.10: La mouche d'olive (Anonyme, 1994).

I.11.1.2. La teigne de l'Olivier (*Prays oleae*)

D'après Jardak et *al.* (2000), la teigne est le premier ravageur important que l'on commence à bien observer en mars sous les feuilles des Oliviers (Fig.11). Ce ravageur peut entraîner des pertes de la récolte non négligeables. Sa reconnaissance est essentielle pour permettre une lutte adaptée et efficace.



Fig.11: Le teigne de l'olivier (Anonyme, 1994).

I.11.1.3. Psylle de l'Olivier (*Euphyllura olivina*)

Le ravageur est de petite taille (2 mm à 2,5 mm) et de couleur gris sombre (Fig. 12). Les adultes hivernent et les pontes printanières sont déposées en mars-avril à la face inférieure des feuilles des pousses terminale, de ce fait les larves produisent un abondant miellat (Coutin, 2003).



Fig.12 : Le Psylle de l'olivier (Anonyme, 1994)

I.11.1.4. Cochenille noire de l'Olivier (*Saissetia oleae*)

Selon Loussert et Brouss (1978) *Saissetia oleae* est un insecte de la famille des Sternorhynches. Comme le puceron ou le psylle, elle n'est pas spécifique de l'Olivier car elle vit également sur d'autres plantes, en particulier sur le Laurier rose. A l'âge adulte, elle mesure environ 5 mm de long et 4 mm de large. Elle ressemble à une demi-sphère noir collé sur l'intérieur des feuilles (Fig.13) mais surtout sur les jeunes tiges d'un an ou deux. On peut voir sur son dos un motif qui ressemble à la lettre "H". A ce stade adulte, l'insecte ne se déplace plus car ses pattes sont atrophiées. Il se nourrit en suçant la sève au moyen d'un rostre qui perce les tissus végétaux. Le mâle est très différent de la femelle. C'est un insecte ailé minuscule, avec une seule paire d'aile. La femelle est capable de se reproduire par parthénogenèse, sans avoir besoin de s'accoupler avec un mâle. La femelle pond une fois par an de mai à août, directement sous sa carapace, jusqu'à 1000 œufs.



Fig.13 : La cochenille noire de l'olivier (Anonyme, 2016b).

I.11.2. Les maladies de l'olivier

Les principales maladies existantes chez l'olivier sont :

I.11.2.1. L'œil de paon

Il est dû à un champignon *Cyclonium oleaginum*, où il cause des défoliations importantes (Fig.14). Son développement est favorisé par une température relativement élevée de l'ordre de 15 à 20 C° et par une forte humidité (Anonyme, 1980).



Fig.14 :L'œil de paon (Anonyme, 2011)

I.11.2.2. La verticilliose

Elle est due à *Verticillium dahliae*, ce cryptogame n'affecte généralement qu'une partie de l'arbre (Fig.15). Les feuilles de cette partie se recroquevillent puis se dessèchent. Sur les ramifications atteintes, les fleurs et les fruits restent suspendus malgré l'atteinte des racines et du système vasculaire (Gaouar, 1996).



Fig.15 : La verticilliose (Anonyme, 2014)

I.11.2.3. Le Chancre ou la Tuberculose de l'olivier

Elle est causée par une bactérie *Pseudomonas savastanio*, qui se manifeste par des tumeurs (Fig.16) se localisant sur les branches et parfois sur les collets (Anonyme, 1980).



Fig.16 : Tuberculose de l'olivier (Anonyme, 2014)

Chapitre II : Données bibliographiques sur les nématodes

II.1. Généralité sur les nématodes

Les nématodes sont des organismes vermiformes cylindriques non segmentés occupant des niches écologiques très diverses sur la planète. Ils sont tous des animaux aquatiques. Ils forment un groupe zoologique à la fois homogène par leurs caractères et très diversifié par les milieux qu'ils colonisent. En effet, ils ont été observés dans les localités particulières comme les milieux inondés et aussi dans des zones très sèches comme les déserts (Fortuner, 1975 ; 1976; Freckman *et al.*, 1975). Ils sont l'une des principales composantes biotiques du sol (de Guiran, 1983). Ils présentent une très grande diversité avec un nombre total d'espèces dans le phylum *Nematoda* estimé entre 40000 et 10 millions (Blaxter *et al.*, 1998; Dorris *et al.*, 1999 ; Blumenthal *et al.*, 2004). Ce grand nombre d'espèces (26000 décrites) les place au deuxième rang dans le règne animal après les insectes (Hugot *et al.*, 2001). Les nématodes les plus connus et les plus étudiés sont les parasites de l'homme et des animaux (*Ascaris*, *Oxyures*, *Ankylostomes*, etc...). Un grand nombre d'espèces de taille microscopique appelées anguillules vivent dans le sol où elles se nourrissent de l'un ou l'autre des nombreux types de micro-organismes qui y vivent: protozoaires, bactéries, champignons, levures, algues ou autres nématodes... Une proportion importante de ces nématodes du sol s'attaque aux plantes (de Guiran, 1983). L'influence des facteurs abiotiques sur les populations de nématodes ont fait l'objet de nombreux travaux, mais ces études ne fournissent pas d'informations sur la dynamique de la communauté. Or, un peuplement naturel de nématodes phytoparasites est souvent plurispécifique. Certes, la plante, est la principale force conductrice au sein des peuplements nématologiques, mais les facteurs abiotiques sont importants pour le maintien d'un état stable du peuplement (Norton, 1989).

II.2. Morphologie des nématodes

Les nématodes sont des organismes vermiformes à symétrie bilatérale recouverts d'une cuticule continue et souple mais très résistante. Ils sont ainsi contraints à croître de façon discontinue en passant par quatre mues larvaires avant d'atteindre la forme adulte. Même si leur taille est très variable, de 100 µm à 6 m

(Blumenthal *et al.*, 2004), l'immense majorité des espèces ne dépasse pas 1 à 2 mm. La tête d'un nématode est relativement distincte. Alors que le reste du corps est bilatéralement symétrique, la tête est à symétrie radiale, avec des poils sensoriels (Barnes, 1980). La cuticule est souvent de structure complexe, et peut comporter deux ou trois couches distinctes. Sous l'épiderme se trouve une couche longitudinale des cellules musculaires. La surface interne des cellules musculaires fait saillie vers les cordons nerveux ; ceci est un dispositif unique dans le règne animal, dans lequel les fibres des cellules nerveuses prolongent normalement dans les muscles, plutôt que vice versa. (Barnes, 1980). Le système digestif est constitué d'une cavité buccale qui est bordée de cuticule, peut porter un nombre de dents. La bouche comprend souvent un stylet qui permet à l'animal de se nourrir (Barnes, 1980). Il n'y a pas d'estomac, le pharynx se connectant directement au muscle l'intestin (Fig.17). La dernière partie de l'intestin est bordée par la cuticule, formant un rectum, qui expulse les déchets à travers l'anus (Barnes, 1980). Le système excréteur dans de nombreux nématodes marins comporte une ou deux glandes « Renette » unicellulaires, excrète le sel à travers le pore à proximité du pharynx. Pour d'autres nématodes cet appareil de cellules spécialisées est remplacé par un organe constitué de deux conduits parallèles reliés entre eux par un seul conduit transversal débouchant dans le pore excréteur (Barnes, 1980). Le système nerveux présente quatre nerfs périphériques qui parcourent le corps sur les faces dorsales, ventrales, et latérales. Chaque nerf se trouve dans un cordon de tissu conjonctif logeant sous la cuticule et entre les cellules musculaires. Le nerf dorsal est responsable du contrôle du moteur, tandis que les nerfs latéraux sont sensorielles, et le ventral combine les deux fonctions (Barnes, 1980).

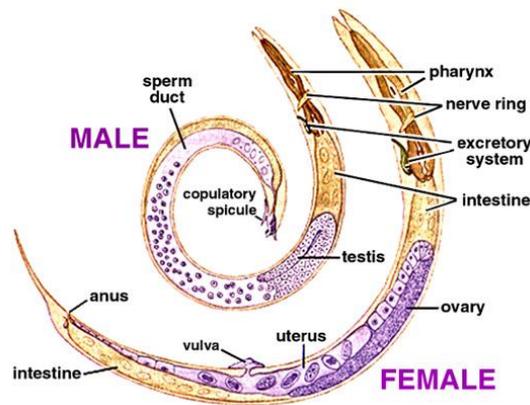


Fig. 17 : Structure d'un nématode (Anonyme, 2010)

II.3. Biologie des nématodes

En raison de la diversité des nématodes phytoparasites, il y a différents types de cycles de développement. Mais les premières étapes sont sensiblement les mêmes chez bon nombre d'espèces et aboutissent à la formation d'un juvénile de stade 1 dans l'œuf. Au cours du développement, jusqu'au stade adulte, quatre mues se succèdent. Du point de vue de leur comportement vis à vis des plantes, les nématodes phytoparasites peuvent être divisés en deux catégories d'importance inégale. La première regroupe ceux qui effectuent tout leur cycle dans le sol et qui s'attaquent aux racines; ce sont les plus nombreux. La seconde renferme ceux qui parasitent les parties aériennes des plantes, telles que les bulbes, les tiges et parfois les feuilles (de Guiran, 1983). Au cours de leur évolution, les nématodes phytophages ont vu se différencier des espèces de plus en plus adaptées au parasitisme envers les plantes (de Guiran, 1983). On trouve les parasites internes, qui pénètrent entièrement à l'intérieur des tissus où ils creusent des cavités en détruisant les cellules du cortex et en se nourrissant de leur contenu. Les parasites externes qui ne pénètrent jamais à l'intérieur des racines ; ils s'y fixent à l'aide de leur stylet.

II.4. Les différents modes de parasitisme

Le mode de parasitisme a permis de subdiviser les nématodes parasites des racines en quatre grands groupes:

II.4.1. Les nématodes ectoparasites

Chez ces parasites, tous les stades sont vermiformes et mobiles (de Guiran, 1983). Il n'existe qu'une phase dans le cycle biologique et elle est exophyte. Ces parasites sont classés en deux groupes en fonction de la longueur de leur stylet.

- ✓ Les nématodes à stylet court ou de taille moyenne comme *Tylenchorhynchus* spp. et *Gracilacus* spp. se nourrissent généralement sur des cellules très tendres comme les poils absorbants des jeunes racines. Ils peuvent soit vider les cellules en passant de l'une à l'autre, soit resté longtemps fixés sur la même cellule qu'ils ponctionnent de façon plus ou moins continue.
- ✓ Les nématodes à stylet long comme *Xiphinema* spp. et *Longidorus* spp. peuvent, grâce à cette caractéristique, atteindre des tissus plus profonds. Ils restent généralement fixés au même endroit et peuvent provoquer l'apparition de galles. C'est dans ce groupe que l'on rencontre les nématodes vecteurs de virus (de Guiran, 1983).

II.4.2. Les nématodes endoparasites

Les nématodes du genre *Meloidogyne* illustrent ce type de parasitisme très élaboré. Dans le cycle de reproduction de *Meloidogyne*, deux phases apparaissent :

- ✓ La phase exophyte : pendant cette phase, le parasite sera étroitement lié aux conditions telluriques environnantes. Les œufs pondus dans le sol, sont réunis en une masse dans une gangue gélatineuse. Ils renferment en fin d'évolution, des juvéniles de stade 2 (I2) qui seront libérés après éclosion des œufs. Les I2, directement soumis à des stimuli biologiques et physico-chimiques, vont migrer à la

recherche de sites alimentaires, attirés par les exsudats racinaires (de Guiran et Netscher, 1970 ; de Guiran 1983).

✓ La phase endophyte : au cours de celle-ci, l'influence du milieu s'exercera à travers .et par l'intermédiaire de la plante-hôte. Lorsque les conditions rhizosphérique sont réunies, les J2 pénètrent dans la plante. Ils sélectionnent alors un site "nourricier" situé plus ou moins profondément dans les tissus, mue trois fois et la femelle qui en est issue s'hypertrophie par le développement des appareils génital et digestif. Une ou plusieurs cellules végétales sont alors transformées (grossissement, multiplication des noyaux, cytoplasme dense et protubérances membranaires) pour fournir au nématode les éléments nutritifs nécessaires. La femelle reste immobile, définitivement inféodée à son site alimentaire (endoparasite sédentaire). Elle pond alors des œufs dans une gangue gélatineuse (de Guiran et Netscher, 1970 ; de Guiran 1983).

II.4.3. Les nématodes semi-endoparasites

Nématodes qui se nourrissent comme semi-endoparasites sont capables de pénétrer partiellement dans la plante pour s'alimenter à un moment donné dans leur cycle de vie. Certains nématodes pénètrent dans la racine pour former un site d'alimentation permanent. Ces nématodes gonflent et ne se déplacent plus une fois qu'ils sont entrés dans la phase endoparasites de leur cycle de vie. En renonçant à leur mobilité, les nématodes risquent la mort si leur plante hôte meurt, mais ils bénéficient du site d'alimentation permanente pour l'absorption des éléments nutritifs ce qui augmente leur potentiel reproducteur cas du nématode *Rotylenchulus reniformis* (en forme de rein). Les larves néonates (J2) de ce nématode sort de l'œuf, puis mues rapidement dans le sol à l'état adulte sans se nourrir. L'extrémité antérieure de la jeune femelle pénètre la racine de la plante et forme un site nourricier. Après l'accouplement, la femelle pond ses œufs à l'extérieur de la racine dans une masse d'œufs gélatineuse (Maggenti, 1981).

II.5. Nématodes indicateurs de milieux

Les nématodes libres, fongivores ou parasites des plantes possèdent plusieurs attributs qui font qu'ils peuvent être pleinement utilisés comme indicateurs de plusieurs processus du sol et bio-indicateurs écologiques des habitats naturels pollués et dégradés (Wasilewska, 1979; Freckman, 1988; Neher *et al.*, 1995). En effet, avec leur cuticule perméable, les nématodes répondent aux changements des conditions du sol (Neher *et al.*, 1995). Leur petite taille et leur cycle de vie court leur permettent de répondre rapidement aux changements alimentaires (Bongers, 1990). De plus, ils sont représentés à tous les niveaux hétérotrophiques (Fig.18) de la chaîne alimentaire. Ils sont impliqués dans les processus de décomposition, de minéralisation de l'azote (Wasilewska, 1979 ; Neher *et al.*, 1995) et aussi dans la production primaire (Wasilewska, 1996 ; Freckman et Ettema, 1993). Les groupes fonctionnels et trophiques de nématodes peuvent être distingués principalement par les organes associés avec les modes alimentaires variés. Les niveaux trophiques utilisés permettent de distinguer les omnivores, bactériophages et prédateurs, fongivores et les phytophages (Wasilewska, 1971 ; Niblack, 1989 ; Bernard, 1992; de Goede, 1993 ; Neher *et al.*, 1995). Ces groupes ne s'excluent pas mutuellement car certaines espèces ou genres peuvent appartenir à plusieurs groupes. La distribution des groupes de nématodes à travers les écosystèmes est hautement variable. L'abondance des groupes trophiques de nématodes change avec les conditions environnementales du sol (Sohlenius, 1980). En fonction de l'échelle d'observation, les indicateurs peuvent être basés sur les espèces caractéristiques d'un peuplement, les groupes d'espèces ou les groupes trophiques (Wasilewska, 1979 ; di Castri et Younes, 1990). Selon di Castri et Younes (1990), les espèces ou les groupes d'espèces (agrégations, peuplements) sont les meilleurs indicateurs des propriétés de l'environnement à une échelle locale ou pour les dimensions spatio-temporelles réduites. Plusieurs indicateurs peuvent fournir des indices potentiels de changement de l'environnement à une échelle régionale.

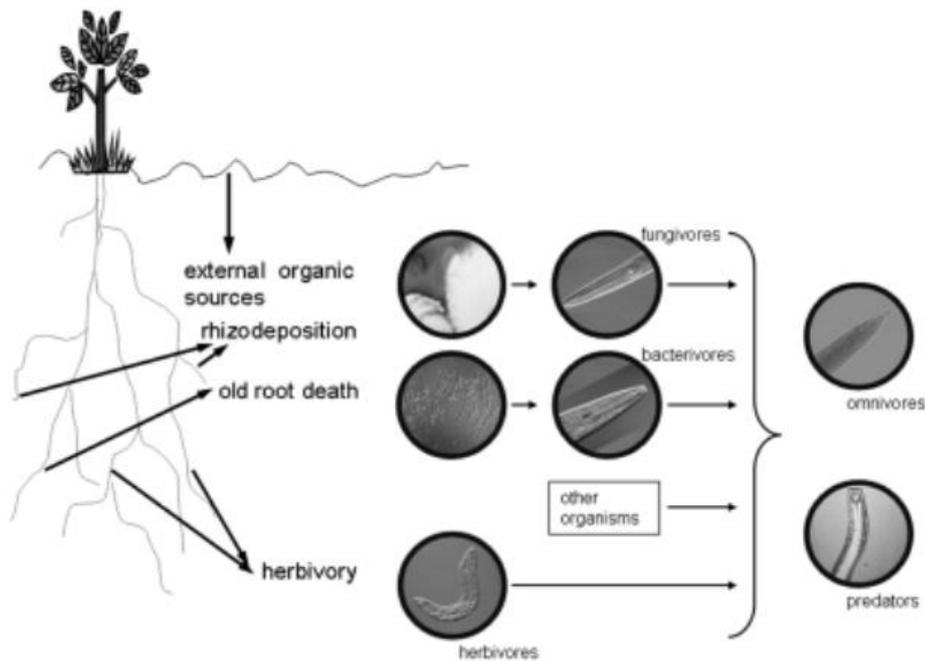


Fig.18 : Position des nématodes dans la microchaîne alimentaire du sol (d'après Ferris et Bongers, 2006).

II.6. Les différents groupes trophiques des nématodes

II.6.1. Les Bactériophages

Ces nématodes constituent le groupe le plus abondant dans le sol (Freckman et Caswell, 1985 ; Hofman et Jacob, 1989). Les bactériophages (Fig.19) ont un effet majeur sur la productivité de la plante en agriculture. En effet, une augmentation de la taille de leur peuplement traduit une augmentation de l'azote du milieu (Griffiths *et al.*, 1992). Leur abondance indique une intense activité bactérienne de décomposition de la matière organique animale et végétale (Freckman et Caswell, 1985 ; de Goede, 1993 ; Wasilewska, 1996).

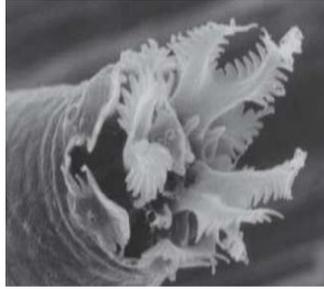


Fig.19 : Partie antérieure du nématode bactérivore *Acrobeles* spp. (Jeffrey et al., 2010).

II.6.2. Les mycophages

Ces nématodes se nourrissent indifféremment de plusieurs espèces de champignons (parasites, saprophytes et symbiotes). Ces mycophages constituent une catégorie de microbiophages qui migrent et se reproduisent dans le sol, où la nourriture est disponible en quantité importante (Hofman et Jacob, 1989). Quoique leur contribution dans la biologie des sols ne soit pas encore pleinement comprise, les nématodes fongivores (Fig.20) communs et abondants dans les sols jouent indéniablement un rôle dans le maintien de la balance vitale microbienne (Morgan-Jones et Rodriguez-Kabana, 1985). Certains taxa de ce groupe n'ont pas un régime alimentaire fixe puisqu'ils peuvent se comporter également en phytoparasites. C'est le cas de *Aphelenchus avenae*, *Aphelenchoides* spp et *Ditylenchus africanus*. Cette dernière espèce cause des dégâts sur l'arachide en Afrique du sud (Venter et al. 1992). Comme les bactériophages, plusieurs facteurs sont susceptibles d'influencer leur abondance tel que l'accumulation et la décomposition de la matière organique (Wasilewska, 1996), la teneur en argile (Yeates et Bird, 1994) et l'amendement organique (Wasilewska, 1976). Dans certains cas, l'augmentation de leur abondance indique une acidité du milieu due à l'apport de fertilisants minéraux (Wasilewska, 1979).



Fig.20 : Partie antérieure d'un nématode fongivore (Jeffrey *et al.*, 2010).

II.6.3. Les Phytophages

Le parasitisme, mode de vie très répandu dans le monde animal et végétal, est une association permanente ou temporaire entre deux êtres différents. Le parasite ne pouvant survivre qu'aux dépens de son hôte qui lui assure toujours le couvert et parfois le gîte. Contrairement au prédateur qui doit tuer sa proie pour se nourrir, le parasite ne prélève sur son hôte que ce qui lui est nécessaire pour survivre. En général, la présence d'un parasite ne met pas trop en danger la vie de son hôte car, de la survie de l'hôte dépend celle du parasite (Fig.21). L'association hôte-parasite n'est nécessaire qu'au parasite, qui seul en tire bénéfice. Les nématodes phytoparasites se nourrissent sur les bulbes, tubercules, feuilles ou racines. Ils peuvent directement affecter la croissance et la vigueur des plantes (Robertson et Freckman, 1995).

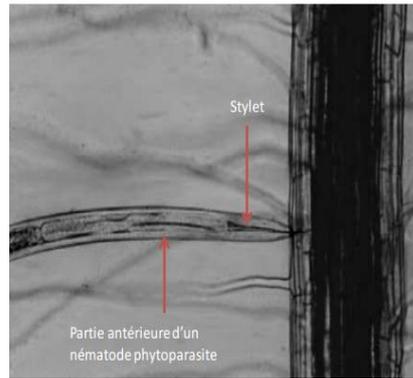


Fig.21 : Partie antérieure d'un nématode phytoparasite *Xiphinema sp.* (Bonkowski *et al.*, 2009).

II.6.4. Les Omnivores

Les omnivores (Fig.22) appartenant à l'ordre des Dorylaimida sont considérés comme indicateurs des écosystèmes perturbés (Freckman et Caswell, 1985). Toutefois ces nématodes posent des problèmes de classification puisqu'ils réunissent plusieurs groupes trophiques (Bernard, 1992 ; Neher et Campbell, 1994) tels que consommateurs d'algues qui sont également classés dans ce groupe (Freckman et Caswell, 1985 ; Neher *et al.*, 1995).

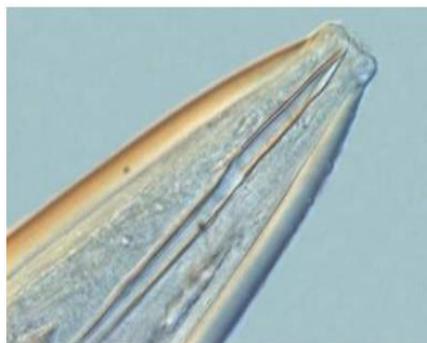


Fig.22 : Partie antérieure d'un nématode omnivore (Jeffrey *et al.*, 2010).

II.6.5. Les Prédateurs

Ce groupe est constitué d'espèces polyphages appartenant à plusieurs ordres. Ils se nourrissent de protozoaires, de bactéries, de spores de champignons,

de rotifères, de tardigrades, d'autres nématodes, etc... (Freckman et Caswell, 1985). Ces prédateurs (Fig.23) choisissent leur proie en fonction de l'épaisseur et de la structure de leur cuticule, de leur mobilité et de leur résistance. Les endoparasites migrants semblent être les cibles de choix, puis viennent les ectoparasites (Freckman et Caswell, 1985). Par exemple, les ectoparasites des genres *Xiphinema* et *Tylenchorhynchus* sont consommés par un grand nombre de nématodes de l'ordre des *Mononchida*. Cependant, ces derniers sont peu nombreux dans les sols cultivés.

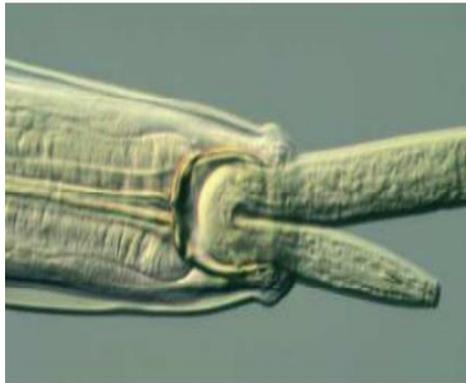


Fig.23 : *Anatonchus tridentatus* (nématode prédateur) avalant un autre nématode (Jeffery *et al.*, 2010).

II.7. Relation Nématodes - milieu

Selon Norton (1989) les différents facteurs édaphiques (structure, texture, éléments chimiques et matière organique) peuvent être importants et même réguler la distribution et l'établissement des populations de nématodes. En effet, l'existence des sols suppressifs, où le développement des populations de nématodes phytoparasites est réduit, a stimulé de nouvelles recherches sur les mécanismes impliqués dans le contrôle des maladies (Morgan et Rodriguez-Kabana, 1985).

II.7.1. Effet du facteur sol

Le sol est le support physique et trophique de la végétation et des organismes telluriques. La nématofaune peut être influencée directement ou indirectement. En effet, les facteurs physico-chimiques du sol peuvent agir

directement sur les nématodes. Ils peuvent affecter la mobilité du nématode (Graham, 1980), ainsi que la reproduction (Norton, 1989). Ils compromettent l'accès à la racine nourricière (Cadet, 1987) et les probabilités de rencontre entre les individus mâles et femelles chez les espèces amphimictiques (Norton, 1989). La granulométrie influence directement les peuplements de nématodes, mais ses effets dépendent des caractéristiques morphologiques (taille) et biologiques (mode de reproduction) de l'espèce. *Pratylenchus zae* (endoparasite migrateur) se rencontre préférentiellement dans les sols argileux alors que *Meloidogyne* sp (endoparasite sédentaire) est plutôt observé dans les sols sableux (Cadet, 1987). Cependant, indirectement les conditions du sol influencent le développement des végétaux et les peuplements de nématodes (Schmit, 1973 ; Graham, 1980 ; Cadet, 1987). La physiologie du nématode peut être altérée dans les tissus même de l'hôte. Une capacité d'échange cationique, un taux de nitrate et de phosphore élevés favorisent la croissance de la plante (Norton *et al.*, 1971) et atténuent l'effet néfaste des nématodes (Wasilewska, 1979). La prédation par les organismes antagonistes est également un effet indirect (Bernard, 1992). Quand le sol se dessèche, certains animaux aquatiques meurent, s'enfoncent dans le sol, ou entrent en diapause. Le retour de l'eau s'accompagne d'une réactivation, notamment dans le cas des nématodes. La porosité du sol règle la circulation de l'eau, de l'air et des animaux telluriques. Un sol compact et peu poreux peut empêcher la migration verticale des animaux sensibles à la température et à l'humidité et ainsi en interdire l'existence (Dajoz, 1971). Cadet et Albrecht (1992) ont montré que la répartition ou l'abondance de certaines espèces était en rapport avec le type de sol. D'après Florini *et al.* (1987), la distribution des espèces de nématodes dans un champ est certainement influencée par le pH, mais également par des facteurs physiques (température et humidité), biologiques (plante) et pédologiques (type de sol). Norton *et al.* (1971) constatent que de fortes densités de *Pratylenchus* sp sont liées aux bases échangeables et le Na⁺ en excès permet aux nématodes de s'alimenter plus longtemps sur la racine.

II.7.2. Effet de la matière organique

La matière organique constitue la base nutritionnelle des micro et méso organismes. Chaque année, le stock organique du sol diminue par décomposition et

humification et il est alimenté par des matières organiques provenant de la végétation (Hoefsloot *et al.*, 1993). L'apport de matière organique induit une augmentation dans l'abondance et la diversité spécifique des nématodes du sol. La fertilisation par l'azote organique augmente le nombre de bactérivores et diminue le nombre de fongivores (Sohlenius *et al.*, 1987). L'excès d'azote peut réduire les populations probablement à cause de l'importante multiplication des bactéries, lesquelles pour la plupart peuvent obstruer ou occuper les pores du sol par les mucilages qu'elles sécrètent. Noe et Barker (1985) constatent que la texture, l'acidité et le taux d'humidité associés à la teneur en matière organique, affectent plus les espèces ectoparasites que les endoparasites sédentaires

II.7.3. Effet de la végétation

Le matériel végétal est le principal facteur influençant le nombre de nématodes dans le sol, qu'ils soient phytoparasites ou non. Le système racinaire de la plante est la composante biotique majeure du sol, pourvoyeur d'énergie pour la majorité de la faune tellurique. Selon leur nature et le stade physiologique, les plantes agissent différemment sur les nématodes: les plantes pérennes sont une ressource permanente qui permet un grand degré de maturité des peuplements du sol (Freckman et Caswell, 1985), les nématodes parasites des racines affectent la physiologie de la plante en agissant sur la nodulation, la fixation de l'azote (Freckman et Caswell, 1985) et la mycorhization. *S. cavenessi* modifie la physiologie d'*Arachis hypogea* en altérant l'établissement et le fonctionnement de la symbiose de la plante avec les mycorhizes et *Rhizobium*. Il peut avoir un effet négatif sur la croissance et la fixation de l'azote par le soja (Germani, 1981). Une corrélation négative entre la fixation de l'azote par l'arachide et les densités des nématodes *S. cavenessi* et *Aphasmatylenchus straturatus*, a été rapportée par Germani *et al.* (1980 ; 1982).

II.7.4. Relations entre nématodes

La compétition, l'augmentation de la population d'une espèce de nématode pendant que celle d'une autre décroît n'est pas nécessairement le résultat d'un

processus d'antagonisme ou d'une compétition entre les espèces. De telles variations peuvent être liées au cycle de vie ou aux changements abiotiques dans la niche écologique (Norton, 1989 ; Cadet et Albrecht, 1992). En fait, pour les nématodes, ce sont plutôt les conditions du milieu qui conduisent à la domination d'une espèce dans le peuplement (Cadet *et al.*, 1994). Cependant, la compétition susceptible d'influencer l'abondance relative des espèces de nématodes, a lieu quand il y a un manque de substrat (aliment) ou chevauchement de niches écologiques (Norton, 1989). La compétition est directe, quand les endoparasites envahissent le même système racinaire et entrent en compétition afin d'établir leurs sites alimentaires (Freckman et Caswell, 1985) ; elle est indirecte, lorsque une espèce influence l'environnement pour se l'approprier (Cadet *et al.*, 1994). La compétition entre les nématodes n'est probablement pas aussi grande, car une plante peut supporter un nombre important de nématodes (Norton, 1989; Cadet et Albrecht, 1992). Elle a été observée entre nématodes avec différents modes de parasitisme tels que *Meloidogyne incognita* en compétition avec *Hoplolaimus columbus* et *Scutellonema brachyurum* (Freckman et Caswell, 1985). L'existence d'une compétition entre *Paratylenchus sp.* et *Meloidogyne sp.* a été évoquée par Luc (1968), mais pour Cadet et Debouzie (1990), il s'agirait d'un antagonisme car, l'abondance de *Paratylenchus* n'étant pas inversement corrélée à celle de *Meloidogyne*. Ces mêmes auteurs interprètent la liaison positive entre les abondances de ces deux genres comme un phénomène de synergie, dans la mesure où les formes infectantes mobiles des deux genres ont approximativement la même densité. Il n'est pas exclu que la corrélation soit fortuite, la présence des deux genres endoparasites étant simplement régie par les mêmes facteurs édaphiques ou par le même état physiologique ou morphologique des racines. L'existence de liaisons négatives entre genres endo et ectoparasites, phénotypiquement et biologiquement très différents, constitue un argument en faveur de cette hypothèse.

II.7.5. Relation nématodes et organismes antagonistes

Les interactions des nématodes phytoparasites avec les autres groupes trophiques sont probablement plus importantes que la compétition entre nématodes phytoparasites (Norton, 1989). Certaines bactéries et champignons ont une action défavorable sur les peuplements de nématodes. La bactérie *Pasteuria penetrans*,

parasite absolu des nématodes, est considérée comme l'un des antagonistes les plus prometteurs contre plusieurs espèces de nématodes fortement nuisibles (Fattah *et al.*, 1989). Elle parasite environ 150 espèces de nématodes, dont les plus communs sont les *Hoplolaimidae* (Volvas *et al.*, 1993). Selon Sayre et Starr (1988), le cycle de *Pasteuria penetrans* présente plusieurs phases: les sporanges (contenant une spore) libres se fixent sur la cuticule des juvéniles de *Meloidogyne* ; la germination débute huit jours après que le juvénile ait pénétré dans la racine et commencé à se nourrir (Sayre, 1980) ; les thalles végétatifs se forment, se développent et donnent des colonies. Chaque colonie se divise en tétrades, puis en doublets et enfin en sporange unique. La femelle issue du juvénile ne pond plus d'œufs et devient un sac à spores (Prasad et Mankau, 1969). L'infestation du nématode par le sporange dépend du pH (4,5 à 8,5), de l'humidité et de la température (22 à 30°C) ; le cycle du complexe *Meloidogyne* - *Pasteuria* diminue avec l'augmentation de la température (Dutky et Sayre, 1978 ; Stirling, 1981). Cayrol et Frankowski (1980) ont mis au point une technique d'étude du développement des champignons nématophages, agents potentiels de contrôle des nématodes phytoparasites. La grande majorité des champignons appartient à la classe des Moniliales qui sont des champignons imparfaits. Ils attaquent les nématodes par des organes de capture dont les plus communs sont les spores collantes, les boutons, boucles, anneaux ou hyphes adhésifs. La formation des pièges est beaucoup plus importante à pH neutre. L'humidité optimale de croissance mycélienne se situe entre 30 et 40% et les champignons semblent plus sensibles à un excès qu'à un manque d'eau (Cayrol et B'chir, 1972). Les champignons nématophages tels *Arthrobotrys* semblent être très abondants dans les sols riches en matière organique. *Catenaria anguillulae* et *Arthrobotrys sp.* ont été isolés chez *Helicotylenchus lobus* (Ciancio *et al.*, 1992).

II.8. Dégâts liés aux nématodes phytophages

Les nématodes phytophages sont des parasites obligatoires occasionnant des dégâts considérables sur les grandes cultures à travers le monde, représentant un coût d'environ 100 milliards d'euros (Sasser *et al.*, 1987; Haq *et al.* 2004). En effet, pratiquement aucune culture n'échappe à l'attaque d'au moins une espèce de

nématodes, même s'il existe des différences quantitatives importantes suivant les espèces. Les coûts engendrés par les attaques de nématodes sont imputables aux :

- ✓ Baisse de rendement.
- ✓ Problèmes de qualité des plantes (aspect) qui les rendent impropres à la commercialisation.
- ✓ Augmentations d'irrigation pour pallier les perturbations subies par le système racinaire des plantes parasitées.
- ✓ Interdictions d'exportation du fait du statut de quarantaine de certaines espèces.
- ✓ Traitements nématicides très coûteux.
- ✓ S'ajoutent à cela les problèmes environnementaux liés à la toxicité des produits nématicides actuellement sur le marché. Ainsi, les conséquences économiques et environnementales liées aux problèmes que posent les attaques de nématodes en matière de protection des plantes, sont à l'origine d'efforts importants pour mettre au point des méthodes de lutte durables et plus respectueuses de l'environnement. L'accent est particulièrement mis sur les nématodes qui causent le plus de dégâts, notamment les nématodes à kyste et à galle.

II.9. Symptômes et pathogénicité des nématodes sur l'olivier

L'olivier est un arbre robuste qui existe depuis des millions d'années avec toute la faune qui est liée à sa présence notamment les nématodes dans sa rhizosphère. Mais le premier nématode parasite de l'olivier signalé est *Melodogyne* (Buhner *et al.* 1933) aux États-Unis. Puis une centaine d'espèces appartenant à 47 genres de nématodes parasites ont été signalés en association avec l'olivier (Peña-Santiago, 1990; Lamberti et Vovlas, 1993; Nico *et al.* 2002). La nature de l'association ou l'interaction entre l'olivier et les nématodes n'ont pas encore été évalués pour tous les espèces mais les dégâts engendrés de quelques espèces ont été étudiés.

➤ L'action mécanique du stylet ouvre de nouvelles voies à la pénétration des différents ravageurs du sol, comme l'a démontré au cours des deux dernières décennies par l'apparition de symptômes de flétrissement graves causés par

Verticillium dahliae. Ce champignon a souvent été trouvé en association avec *Meloidogyne spp.* (Ciccarese, 1998; Franc et Wheller, 1993; Lamberti *et al.* 2001).

- Nécrose et / ou lésions brunes dans les racines nourricières d'olivier et par conséquent un retard de croissance, avec la réduction des systèmes de racines et une chlorose progressive des feuilles pour les genres *Gracilacus*, *Helicotylenchus erythrinae*, *H. oleae*, *H. dihystra*, *Heterodera*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*, *Tylenchulus* et *Xiphinema* (Graniti, 1955; Diab et El-Eraki 1968; Inserra *et al.*, 1979).
- Formation de galles au sommet des racines de l'olivier infectées par les nématodes à galles *M. incognita* et *M. javanica* (Lamberti et Baines, 1969 et Sasanelli *et al.*, 1997).
- Défoliations, lésions longitudinales avec nécroses racinaires observées avec *Pratylenchus vulnus* (Lamberti et Baines, 1969; Sasanelli et D'Addabbo, 2002).
- Inhibition de la croissance des oliviers par le nématode des agrumes *Tylenchulus semipenetrans* (Lamberti *et al.*, 1976 ; Inserra *et al.*, 1980).
- Réduction de la croissance des plantes d'olivier à 65% et des nécroses au niveau de la racine avec *Xiphinema index* (Ridolfi *et al.*, 2001). Transmission de virus qui induit des malformations et nécroses sur les racines de l'olivier associé aux attaques de *Xiphinema diversicaudatum* est le vecteur des ArMV (Arabis mosaic nepovirus) et SLRSV (Strawberry latent ring spot Sadwavirus), (Saponari *et al.*, 2001).

II.10. Quelques nématodes associés à l'olivier

II.10.1. Le genre *Helicotylenchus*

II.10.1.1. Description morphologique

Le corps de la femelle du genre *Helicotylenchus* est vermiforme (Fig.24), courbé en spirale la région labiale est légèrement détachée. Les champs latéraux à quatre lignes. Les phasmidés petits situés à proximité de l'anus. La queue bombée dorsalement, avec ou sans procès terminal, parfois arrondie. Le stylet est de taille moyenne. La glande œsophagienne recouvrant l'intestin ventralement. Deux

branches génitales, la branche postérieure parfois dégénérée ou réduite à un sac post-utérin. Le Mâle a un léger dimorphisme sexuel visible dans la partie antérieure qui est plus petite que chez la femelle. Bursa enveloppant l'extrémité de la queue.

(Perry, Darling et Thorne ,1959).



Fig.24: Morphologie de *Helicotylenchus* (Anonyme, 2011)

II.10.1.2. Position Systématique

D'après Fortuner (1986), la classification du genre est comme suit :

Ordre : *Tylenchida*

Sous ordre : *Tylenchina*

Super famille : *Tylenchoidea*.

Famille: *Hoplolaimidae*

Sous-famille : *Hoplolaiminae*

Genre : *Helicotylenchus* (Steiner, 1945).

II.10.1.3. Bio écologie

Ce sont des ectoparasites, semi-endoparasite ou des endoparasites des racines. Tous les stades peuvent être trouvés dans les cellules corticales des racines mais la migration de ces nématodes n'a pas encore été prouvée. L'infestation est marquée par de petites lésions nécrotiques (Luc *et al.*, 1990).

II.10.1.4. Symptômes sur olivier

Les symptômes observés sont représentés par des nécrose et / ou lésions brunes dans les nourricières racines d'olivier et par conséquent un retard de croissance, avec la réduction des systèmes de racines et une chlorose progressive des feuilles (Graniti, 1955; Diab et El-Eraki 1968; Inserra et al., 1979).

II.10.2. Le genre *Pratylenchus*

II.10.2.1. Description morphologique

Les *Pratylenchus* (Fig.25) sont des nématodes de moins d'un mm de long. Ils ont un habitus légèrement courbé. La région céphalique est haute et aplatie. La partie labiale, ayant 2 à 5 anneaux, est fortement sclérifiée. Le stylet (moins de 20 μm de long) a des boutons basaux ronds et concaves vers la partie antérieure. L'œsophage et le bulbe sont développés dans les deux sexes et la glande œsophagienne recouvre ventralement l'intestin (Duncan *et al.*, 1999). Chez la femelle, la vulve est postérieure (70% du corps). Le système génital comprend une branche unique orientée vers la partie antérieure. La queue est cylindrique ou plus ou moins conoïde avec un rétrécissement terminal rond, lisse. Chez le mâle, la queue est courte, conoïde et convexe dorsalement. La bursa s'étend jusqu'au bout de la queue, les spicules sont lisses et incurvés (Duncan *et al.*, 1999).

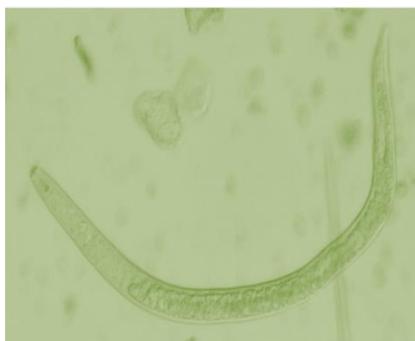


Fig.25: Morphologie de *Pratylenchus scribneri* (Luc, 1987)

II.10.2.2. Position systématique

D'après Reddy (1983), la classification du genre est comme suit :

Phylum: *Nematoda*

Classe: *Secernentea*

Ordre: *Tylenchida*

Super famille: *Tylenchoidea*

Famille: *Pratylenchidae*

Sous famille: *Pratylenchinae*

Genre: *Pratylenchus* (Filip'ev, 1936)

II.13.2.3. Bio-écologie

Les nématodes des nécroses racinaires du genre *Pratylenchus* attaquent les racines nourricières, notamment les tissus corticaux. Le nématode passe toutes les étapes son développement au niveau de ces tissus. Le nématode peut survivre dans les racines dans le sol pendant au moins 4 mois (Radewald *et al.*, 1971). La pénétration des nématodes se produit par l'extrémité des racines cela va entraîner une destruction du méristème et souvent une inhibition des racines latérales. Les nématodes migrent dans les tissus vasculaires lorsque les populations sont élevées. Les températures optimales pour le développement de ce nématode sont comprises entre 26 et 30 °C. Leur cycle de vie dure moins d'un mois et leur densité augmentent plus de 10 000 nématodes/ g de racines à ces températures (O'Bannon et Tomerlin, 1969; Radewald *et al.*, 1971).

II.10.2.4. Symptômes et dégâts

Les dommages causés par *Pratylenchus* s'observent par une réduction de croissance et une baisse de vigueur très prononcée des arbres ce qui nécessite le plus souvent leurs arrachages. *Pratylenchus* réduit le poids des racines et par conséquent le développement des arbres (Siddiqi, 1964; O'Bannon et Tomerlin, 1969; Radewald *et al.*, 1971). Les études d'O'Bannon et Tomerlin (1973) sur les dégâts produits par *Pratylenchus* dans un jeune verger d'agrume au cours de 4 années de suivi ont révélé que les arbres infestés ont montré une réduction de

croissance allant 49 à 80% et une perte de rendement entre 33 à 95%. Ces dégâts varient en fonction du taux de population du nématode et des porte-greffes utilisés.

II.10.3. Le genre *Xiphinema*

II.10.3.1. Description morphologique

Les *Xiphinema* (Fig.26) sont des nématodes de taille relativement grande (1,5 à 5 mm). La tête est individualisée ou continue avec le corps. Les ouvertures des amphides sont de petits sacs en forme d'entonnoir. Le stylet est très long (60 à 250 μm). L'odontostyle en forme d'aiguille est fourchue à sa base. Chez La femelle, la vulve est presque médiane (40 à 50 % de la longueur du corps), sinon antérieure. Il y a habituellement deux branches génitales. Seule la postérieure est fonctionnelle quand la vulve est antérieure. Chez les mâles, les spicules sont puissants et arqués. La queue présente des formes variables, de court et rond à longue et effilée (Luc et *al.*, 1990).



Fig.26: *Xiphinema*. (Anonyme, 2012)

II.10.3.2. Position systématique

La classification des *Longidoridae* a été révisée par Hooper en 1975.

Classe : *Adenophora*

Ordre: *Dorylaimida*

Sous-ordre : *Dorylaimina*.

Super-famille : *Dorylaimoidea*

Famille : *Longidoridae*

Genre : *Xiphinema* (Thorne et Allen, 1950)

II.10.3.3. Bio-écologie

Le genre *Xiphinema*, sont des nématodes ectoparasites. Les œufs sont pondus isolément dans le sol et n'ont aucune particularité. L'embryon se développe en une larve juvénile allongée qui sort de l'enveloppe de l'œuf et mue aussitôt pour se transformer en larve du deuxième stade. Chaque stade se nourrit sur la racine-hôte avant la mue suivante. Le nématode passe par le troisième et quatrième stade larvaire avant de se transformer en adulte. Chez quelques espèces de *Xiphinema*, les mâles sont très rares. Les données sur la durée du cycle de développement sont très variables. Le cycle complet de l'œuf à l'œuf s'opère vraisemblablement en deux à trois mois dans les conditions favorables, notamment en pot à 25°C, et sept à neuf mois, voire plusieurs années en conditions limités et notamment dans les vignobles les plus septentrionaux (Esmenjaud, 2000).

II.10.3.4. Symptômes et dégâts

Ces nématodes sont liés généralement aux vignobles, ils causent beaucoup de dégât. Ils provoquent la formation de galles aux extrémités radiculaires (souvent en forme de nécrose ronde et épaisse) qui bloque la croissance de ces dernières et engendre le départ de radicules latérales qui sont attaquées à leur tour. L'ensemble des galles donne au système racinaire un aspect rabougri et plus superficiel (balais de sorcière) qui empêche le plant d'exploiter les couches profondes et le sensibilise

notamment à la sécheresse. Les attaques aboutissent au noircissement des parties renflées et limitent l'absorption des nutriments par les racines (Esmenjaud, 2000).

Chapitre III: Matériels et méthodes.

III.1. Présentation de la région d'étude (Wilaya de Blida)

La wilaya de Blida est située dans la partie centrale nord du pays à l'est de la capitale. Elle se situe dans la partie Nord du pays dans la zone géographique du Tell central. Elle est limitée par différentes wilayas ; au Nord la wilaya de Tipaza, au Sud la wilaya de Médéa, à l'Ouest la wilaya d'Ain Defla et à l'est la wilaya d'Alger. Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 50 km au Sud-Ouest de la capitale, Alger (Fig. 1). La wilaya s'étend sur une superficie de 1 478,62Km². Deux types de relief caractérisent Blida. La plaine de la Mitidja et la zone de l'Atlas Blidéen. Son organisation administrative comporte 10 Daïras et 25 communes. Elle se distingue par la richesse de ses terres qui lui confère une vocation agricole avec une SAU de 56 730 ha et les forêts s'étend sur 65.253 ha composé notamment de pin d'Alep, cèdre, chêne liège, chêne vert et eucalyptus (Anonyme , 2011).

Les échantillons ont été réalisés dans des vergers d'olivier dans 4 communes de la wilaya de Blida ; Larabaa, Oued el Alleug , Soumaa , Beni Mered (fig.27).

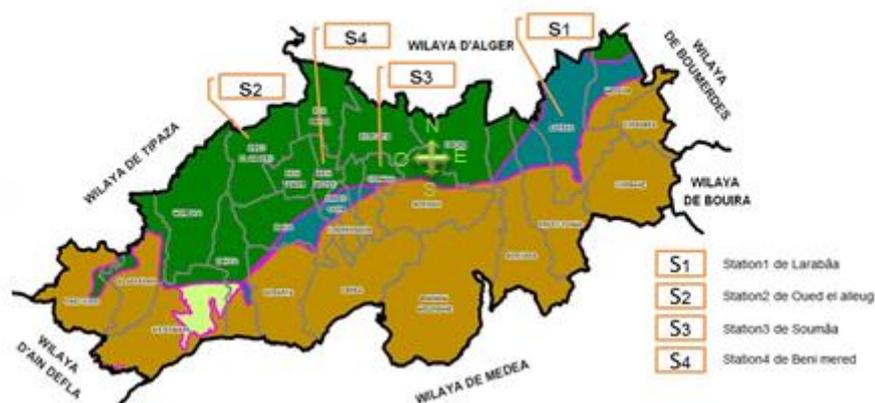


Fig. 27: Les stations d'échantillonnages dans la Wilaya de Blida (Anonyme, 2015)

III.2. Les objectifs

Nous avons réalisé ce présent travail dans le but d'inventorier les nématodes associés à l'olivier dans quatre communes de la wilaya de Blida. Evaluer leurs densités, et leurs structures en fonction des stations prospectées et des âges des vergers. Apprécier les variations des indices écologiques de la nématofaune rencontrée.

III. 3. Méthodologies

Le travail expérimental est réalisé en fonction des étapes suivantes:

- Sorties sur terrain et prélèvements des échantillons de sol.
- Extraction des nématodes du sol par la méthode de flottaison et de sédimentation, méthodes des seaux, (Dalmasso, 1966).
- Caractérisations des nématodes rencontrés (dénombrement et identification) à la loupe binoculaire en se basant sur la clé d'identification de Jacob et Midepiats (1988).

III.3.1. Les sites d'échantillonnage

Le prélèvement des échantillons a été réalisé dans 12 vergers oléicoles de 4 communes de la wilaya de Blida ; Larabaa, Oued el Alleug , Soumaa et Beni Mered. Les parcelles se distinguent par leur Age. Nous avons quatre vieilles parcelles de plus de 50 ans (Fig. 30), quatre parcelles entre 10 et 20 ans (Fig.29) et quatre jeunes parcelles moins de 10 ans (Fig.28).



Fig. 28 : Verger oléicole (Age <10ans) dans la commune de Soumâa (Original 2016)



Fig. 29 : Verger oléicole (Age entre 10 et 20 ans) dans la commune de Larabâa. (Original 2016)



Fig.30 : vieux verger (+50ans dans la commune de Soumâa (Original 2016)

III.3.2. Méthodes d'échantillonnages

Les échantillons du sol sont réalisés au niveau de la rhizosphère de 8 arbres d'olivier choisis au hasard dans chacune des 12 parcelles des vergers prospecté. Pour chaque arbre trois échantillons de sol sont récoltés de 250 g chacun (fig. 31). Il est composé de 24 prélèvements élémentaires d'environ 250g chacun récolté à l'aide d'une pioche à une profondeur de 20 et 40 cm pour chaque arbre dans chaque parcelle. Ces échantillons sont placés ensuite ensemble dans un sac plastique hermétiquement fermé de façon à éviter le dessèchement. Chaque sac porte les références du prélèvement. Les sorties sont établies à la base d'une fiche afin d'avoir le maximum de renseignement (l'âge, mode de conduit, ...). La période de prélèvement s'étend du 9 février 2016 au 8 juin 2016. Au cours de notre étude 12 sorties ont été effectués.



Fig. 31 : Prélèvement des échantillons de sol (Original 2016)

III.3.3. Extraction des nématodes du sol

La méthode d'extraction utilisée est celle des seaux de Dalmasso (1966), dite méthodes de flottaison et sédimentation. Elle est basée sur les différences de densité entre les nématodes et les différentes parties du sol. Elle nous permet d'extraire les nématodes de différente taille du sol.

III.3.3.1. Matériel nécessaire (Fig.32)

- tamis de 2 mm.
- 01 tamis de 90 μ .
- 2 seaux de 10 L chacun
- Bâton.
- Bêchers.
- Entonnoirs.
- Des tubes à essai de 100 ml.
- Tamis avec filtre kleenex.
- Pissette d'eau.
- Cellule de comptage gradué.
- Loupe binoculaire.



Fig. 32 : Matériel nécessaire d'extraction des nématodes et l'identification (Original 2016)

III.3.3.2. Procédé d'extraction

Les sols sont préalablement bien homogénéisés au laboratoire sur un plateau. A partir de ces échantillons, on prépare dans un bécher 250 ml de terre. Cette quantité est déposée et délayée à travers le tamis (2mm) dans une petite bassine. Le tamis qui va retenir les gros cailloux, le sable grossier et les débris organiques. Le contenu de la bassine est ensuite transvasé dans un seau en plastique qui est complété à 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. On laisse quelques secondes pour que l'eau se stabilise sans qu'elle ne s'arrête totalement de tourbillonner, on verse le surnageant (Fig.33) à travers le tamis de 90 μ qui va retenir les nématodes. On récupère successivement le contenu de chaque tamis à l'aide d'un jet d'eau de pissette dans un cristalliseur. On répète l'opération 3 fois pour

recupérer le maximum de nématodes. Pour chaque échantillon on procède a deux extraction (02 répétitions) a raison de 250ml de sol chacune.



Fig.33 : Les étapes d'extractions des nématodes (Original 2016), 1 : Mettre dans un seau en plastique mélangé à l'aide d'un bâton ; 2 : Verse le surnageant à travers le tamis de 90 μ ; 3 : Récupère le contenu à l'aide d'un jet d'eau de pissette dans un cristalliseur.

III.3.3.3. Purification par passage actif des nématodes

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 (Fig.34) avec des filtres Kleenex humidifiés. On fait passer le contenu du cristalliseur pour chaque échantillon, à travers les tamis précédemment préparés celui-ci est placé au préalable dans une assiette en plastique. On met la solution obtenue dans les tamis avec les filtres kleenex. On laisse la diffusion pendant 3 jours. Une fois le séjour achevé, le contenu de chaque assiette en plastique est récupéré dans un tube à essai de 100 ml, puis on le laisse se décanter pendant 1 heure. Ensuite il sera réajusté à la graduation adéquate à 25 ml.



Fig.34 : Matériels de purification par passage actif des nématodes et récupération dans des tubes et observation (Original 2016)

III.3.3.4. Dénombrement et identification des taxons

Pour évaluer la densité totale et celles des taxons dans nos échantillons. Nous prélevons 5 ml après homogénéisation des tubes. Ils sont déposés dans la cellule de comptage pour le dénombrement et l'identification morphologique basée sur l'observation de certains caractères discriminants sous loupe binoculaire tel que la présence ou l'absence du stylet, sa longueur et sa forme; la forme de la tête ; de la queue; la longueur du corps ; la disposition de la glande œsophagienne par rapport à l'intestin. Les populations de nématodes du sol sont exprimées en nombre de nématode par (250ml ou 1l) de sol, (Merny et Luc, 1996).

III.4. Exploitation des résultats

Les données recueillies sur les populations des nématodes recensées sont analysées afin d'émaner les caractéristiques majeurs. Pour cela nous avons fait appel à divers méthodes d'analyses.

III.4.1. Analyses de variance (SYSTAT vers. 7.0, SPSS 1997)

Ce type d'analyse est appliqué afin d'émaner si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions étudiées. Il est préconisé de réaliser une analyse de variance. Dans les conditions paramétriques (ANOVA pour

ANalysis Of VAriance), la distribution de la variable quantitative doit être normale. Dans certains cas, une transformation logarithmique a été nécessaire afin de normaliser cette distribution.

Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu, il peut arriver que toutes les interactions entre facteurs ne soient pas pertinentes à tester. Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (GLM).

III.4.2. L'analyse multivariée

Les corrélations existantes entre les nématodes rencontrés dans stations sont mises en évidence par l'analyse en composantes principales (DCA). Le principe de cette analyse est de représenter un phénomène multidimensionnel par un graphique à deux ou plusieurs dimensions. Ce test permet de résumer la plus grande variabilité des caractéristiques physico-chimiques quantifiées pour un nombre plus réduit de variables appelées axes factoriels qui ont des coordonnées comprises entre - 1 et +1 et appartiennent à un cercle des corrélations. L'interprétation de l'ACP se fait à partir de l'examen du cercle des corrélations et de la position du statut des variables sur les axes factoriels (Phillippeau, 1986).

L'hypothèse d'égalité de la variation dans les stations est testée par le modèle de la distance euclidienne à un facteur contrôlé par le logiciel PAST – Palaeontological Statistics, ver. 1.81.

III.4.3. Exploitations des indices écologiques

Les communautés de nématodes sont analysées par les indices suivants : Indice de diversité de Shannon-Weaver (H') et l'indice d'équitabilité (J) et la Richesse générique (RS) sont analysés à travers le logiciel PAST (compare Diversity).

Chapitre IV : Résultats et Discussion

IV.1. Les Résultats

IV.1.1. Inventaire des nématodes rencontrés dans les oliveraies

L'analyse nématologique révèle la présence de 20 genres de nématodes dans les vergers oléicole des 4 régions prospectées de la Wilaya de Blida (Larabâa, Soumâa, Oued el alleug et Beni mered). Les genres sont représentés par *Sauertylechus*, *Quinisulcius*, *Tylenchorhynchus*, *Trophorus*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus*, *Xiphinema*, *Longidorus*, *Helicotylenchus*, *Psilenchus*, *Tylenchulus semipenetrans*, *Tylenchus*, *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Paratrophurus*, *Coslenchus*, *Dorylaimus*, *Ecuminicus*, *Enoplus*, *Mononchus*.

Les taxons identifiés sont répartis dans deux ordres (*Tylenchida* et *Dorylaimida*), Six super familles (*Tylenchoidea*, *Dorylaimoidea*, *Aphelenchoidea*, *Hoplolaimidea*, *Enoplidea*, *Mononchidea*), douze familles (*Tylenchoidea*, *Hoplolaimidea*, *Dolichodoridae*, *Pratylenchidae*, *Psilenchidae*, *Anguinidae*, *Aphelenchoidea*, *Longidoridae*, *Dorylaimidae*, *Qudsianematidae*, *Enoplidae*, *Mononchidae*) et onze sous familles (*Telotylenchinae*, *Hoplolaiminae*, *Pratylenchinae*, *Psilenchinae*, *Atylenchinae*, *Atylenchinae*, *Tylenchinae*, *Anguininae*, *Aphelenchoinea*, *Longidorinae*, *Xiphineminae*, *Qudsianematinae*) (Tabl.1).

Tableau 1 : Inventaire des nématodes rencontrés dans les vergers oléicoles

Ordre	Super famille	Famille	Sous famille	Genre
<i>Tylenchida</i>	<i>Hoplolaimidea</i>	<i>Hoplolaimidae</i>	<i>Hoplolaiminae</i>	<i>Helicotylenchus</i> (Steiner, 1945)
	<i>Tylenchoidea</i>	<i>Pratylenchidae</i>	<i>Pratylenchinae</i>	<i>Pratylenchus</i> (Filip'ev, 1936)
		<i>Psilenchidae</i>	<i>Psilenchinae</i>	<i>Psilenchus</i> (de Man, 1921)
		<i>Dolichodoridae</i>	<i>Telotylenchinae</i>	<i>Paratrophurus</i> (Arias, 1970)
				<i>Sauertylenchus</i> (Sher, 1974)
				<i>Quinisolcius</i> (Siddiqi, 1971)
				<i>Tylenchorhynchus</i> (Cobb, 1913)
				<i>Trophorus</i> (Loof, 1956)
		<i>Tylenchidae</i>	<i>Atylenchinae</i>	<i>Coslenchus</i> (Siddiqi, 1978)
	<i>Tylenchinae</i>		<i>Tylenchus</i> (Bastian.1865)	
	<i>Anguinidae</i>	<i>Anguininae</i>	<i>Ditylenchus</i> (Filipjev, 1936)	
	<i>Aphelenchoidea</i>	<i>Aphelenchoidae</i>	<i>Aphelenchoinea</i>	<i>Aphelenchus</i> (Bastian, 1865)
<i>Aphelenchoides</i> (Fischer, 1894)				
<i>Criconématoidea</i>	<i>Tylenchulidae</i>	<i>Tylenchulinae</i>	<i>Tylenchulus semi penetrans</i> (Cobb,1913)	
<i>Dorylaimida</i>	<i>Dorylaimoidea</i>	<i>Longidoridae</i>	<i>Longidorinae</i>	<i>Longidorus</i> (Filip'ev,1934)
			<i>Xiphineminae</i>	<i>Xiphinema</i> (Thorne and Allen,1950)
		<i>Dorylaimidae</i>	-	<i>Dorylaimus</i> (de Man, 1876)
		<i>Qudsianematidae</i>	<i>Qudsianematinae</i>	<i>Ecuminicus</i> (thorne, 1974)
<i>Enoplida</i>	<i>Enoplidea</i>	<i>Enoplidae</i>	-	<i>Enoplus</i> (Dujardin, 1845)
<i>Mononchida</i>	<i>Mononchidea</i>	<i>Mononchidae</i>	-	<i>Mononchus</i> (Bastian, 1865)

Les nématodes identifiés sont répartis en fonction de leur type d'alimentation en quatre groupes trophiques.

- Les nématodes phytophages *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Sauertylenchus*, *Psilenchus*, *Tylenchulus semipenetrans*, *Quinisolcius*, *Paratrophurus*, *Coslenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchulus semipenetrans*, *Tylenchulus semipenetrans*, *Trophorus*, *Tylenchus*, *Xiphinema* et *Longidorus*.
- Les nématodes fongivores *Aphelenchus*, *Ditylenchus*, *Tylenchus* et *Aphelenchoides*.
- Les prédateurs omnivores *Mononchus*, *Enoplus*, *Ecuminicus* et *Dorylaimus*
- Les bactériovores non identifiés représentés par les nématodes libres.



Fig. 35 : Morphologie de nématode phytophage (*Sauertylenchus*) (Original 2016). A : *Sauertylenchus* (partie postérieure) (G x400), a : Queue. B : *Sauertylenchus* (partie antérieure) (Gx400), a : Capsule céphalique, b : Stylet, c : Boutons basaux. C : *Sauertylenchus* femelle (Gx100)

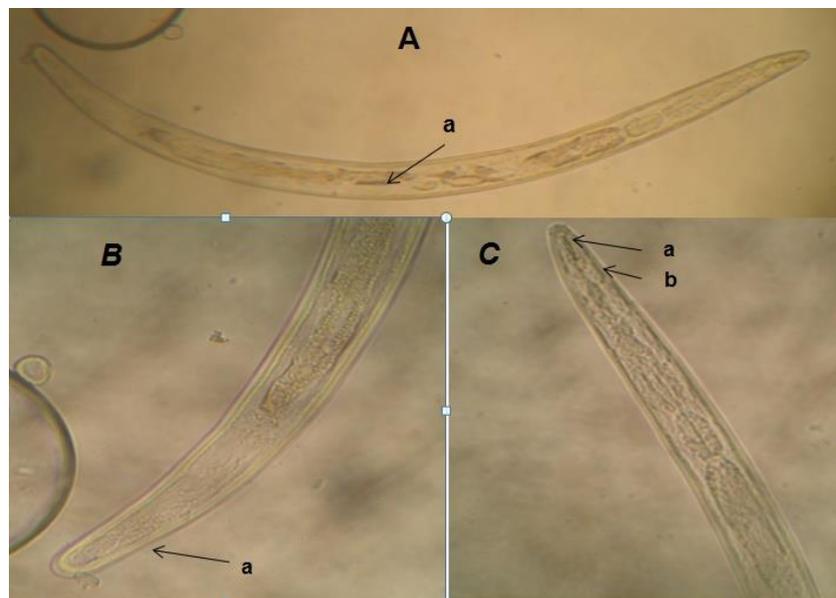


Fig. 36 : Morphologie de nématode phytophage (*Trophorus*) (Original 2016) A:*Trophorus* femelle(Gx100), a:Vulve. B:*Trophorus* (partie postérieure)(Gx400), a:Queue . C:*Trophorus* (partie antérieure) (Gx400), a:Stylet, b:Boutons basaux.

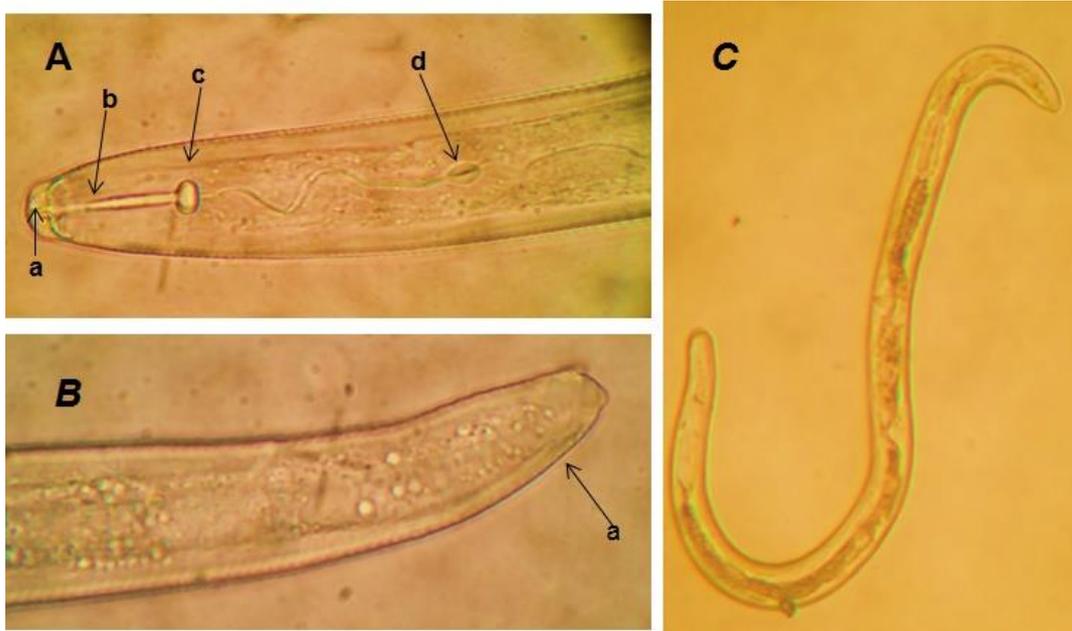


Fig. 37 : Morphologie de nématode phytophage (*Quinisulcius*) (Original 2016)
A:*Quinisulcius* G (x400) , a: Capsule céphalique , b : Stylet, c: Boutons basaux , d: Bulbe musculaire. **B:***Quinisulcius* (partie postérieure) G (x400) , a: Queue. **C:***Quinisulcius* G (x100)

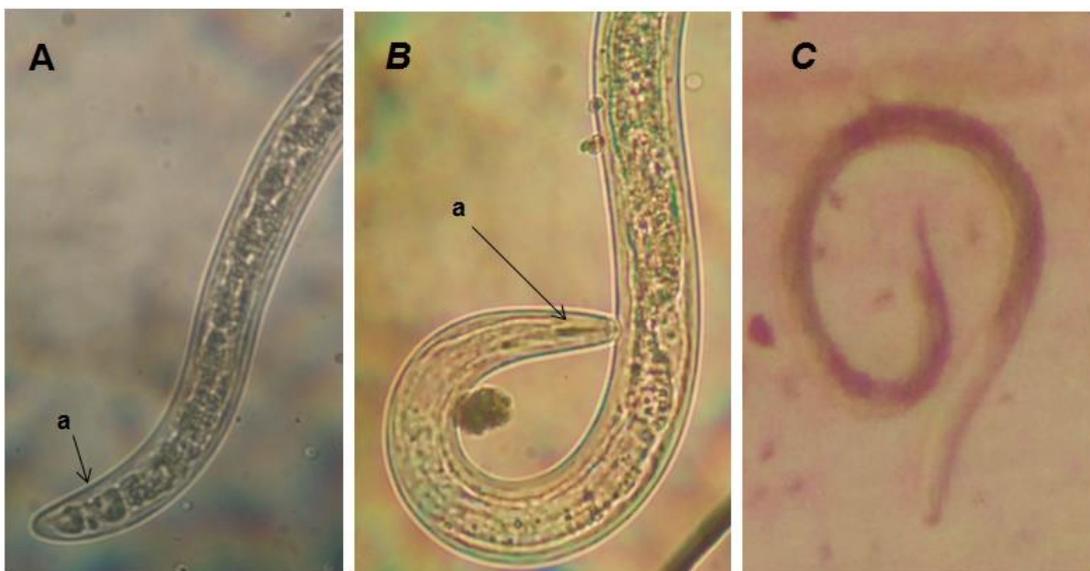


Fig. 38 : Morphologie de nématode phytophage (*Tylenchorhynchus*) (Original 2016)
A: *Tylenchorhynchus* (partie postérieure)(Gx400)
a: Queue. **B:** *Tylenchorhynchus* G (x400), a: Stylet. **C:** *Tylenchorhynchus* (Gx100).

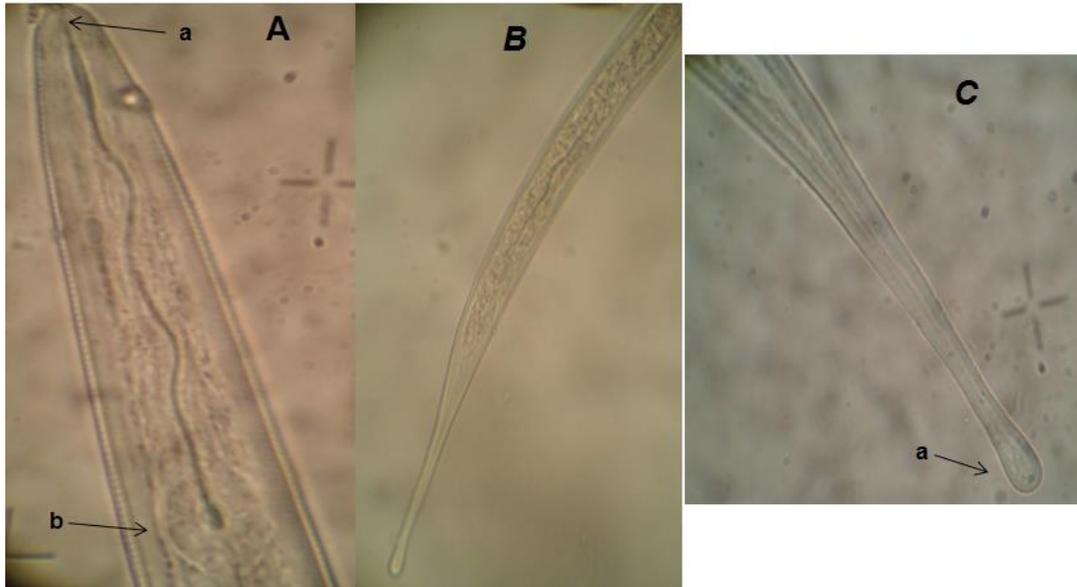


Fig. 39 : Morphologie de nématode phytophage (*Psilenchus*) (Original 2016)
A:*Psilenchus* (Gx400), a:Stylet , b:Bulbe musculaire. **B:***Psilenchus* (partie postérieure) (G x100). **C:***Psilenchus* (partie postérieure) (G x400), a:Queue.

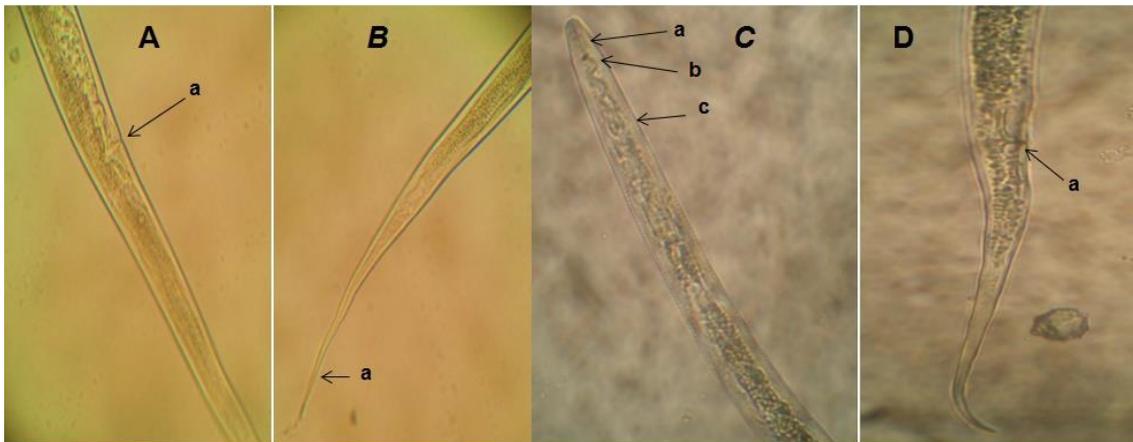


Fig. 40 : Morphologie de nématode Fongivore ou phytophage facultatif (*Tylenchus*) (Original 2016)
A: Femelle de *Tylenchus* (Gx400), a:Orifice génital.
B:*Tylenchus* (Gx400), a:Queue.
C:*Tylenchus*(Gx400), a:Stylet, b:Boutons basaux, c:Bulbe musculaire.
D:Male de *Tylenchus*(Gx400), a: Spicule copulateur.

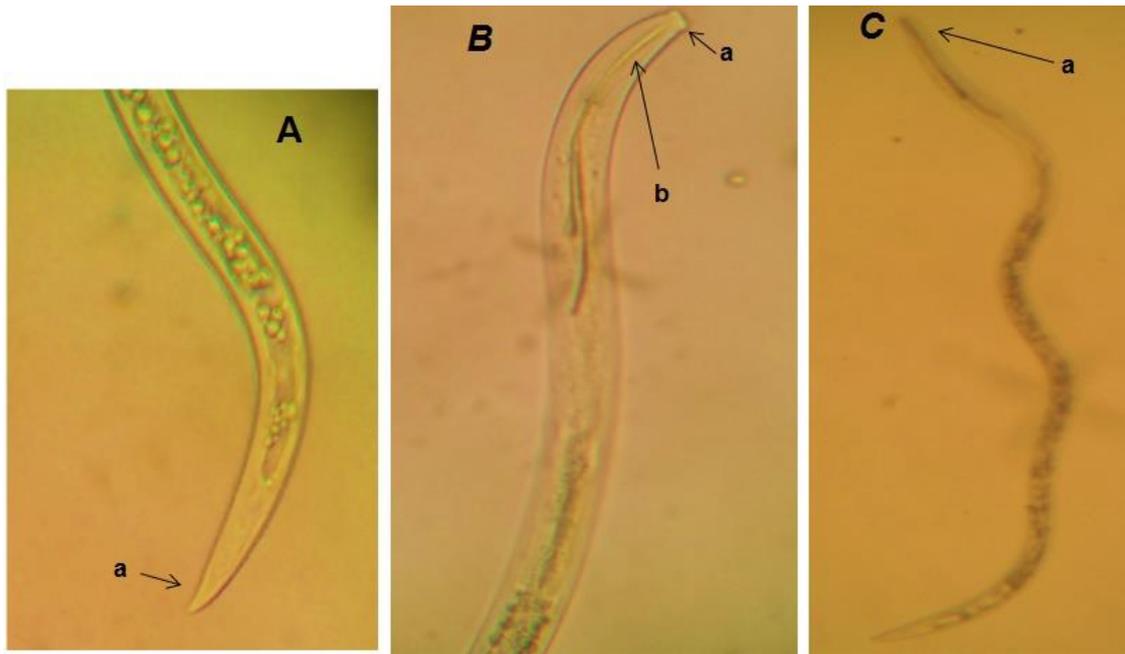


Fig. 41 : Morphologie de nématode phytophage (*Xiphinema*) (Original 2016)
A:*Xiphinema* (partie postérieure)(Gx400), a:Queue. **B:***Xiphinema* (partie Antérieure) (Gx400), a:capsule céphalique,b:Stylet.**C:***Xiphinema* (Gx100), a:Stylet.

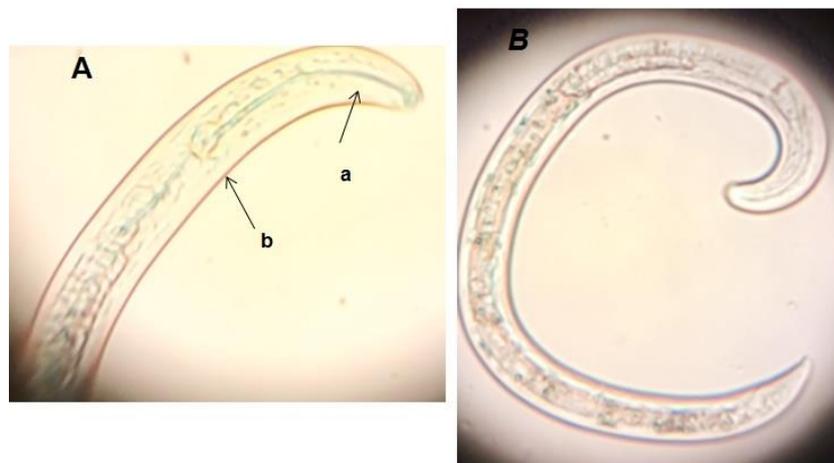


Fig. 42 : Morphologie de nématode phytophage (*Longidorus*) (Original 2016) **A:** *Longidorus* (Gx400), a:Stylet, b:Bulbe musculaire . **B:** *Longidorus* larve (Gx100).

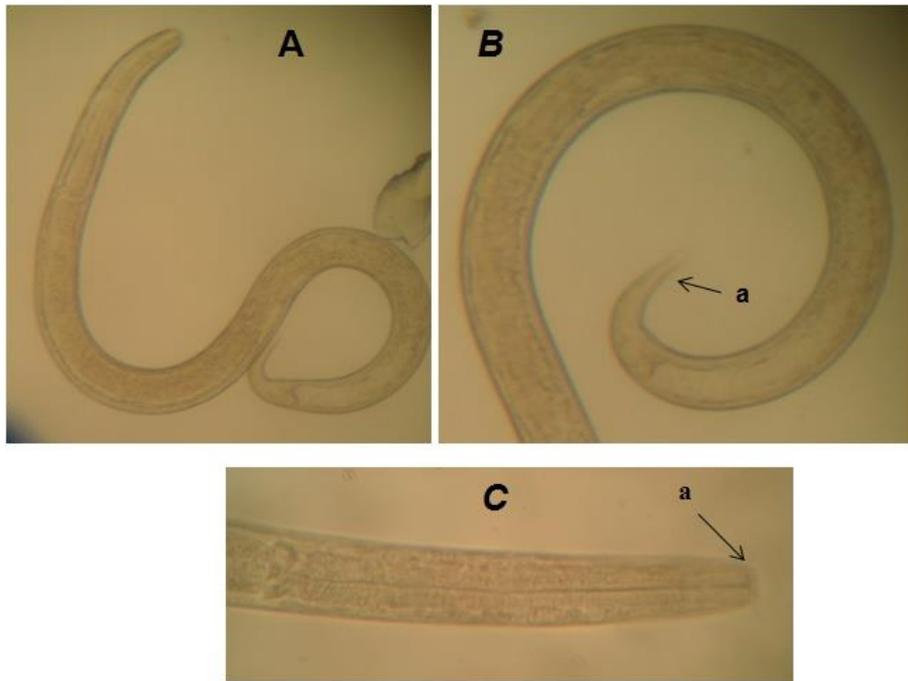


Fig. 43 : Morphologie de nématode prédateur (*Enoplus*) (Original 2016)
A:*Enoplus* (Gx100). **B:***Enoplus* (partie postérieure) (Gx400), a:Queue. *Enoplus* (partie antérieure) G (x400), a:Cavité buccale



Fig. 44 : Morphologie de nématode phytophage non identifié(Original 2016)(Gx100) a:Stylet, b:Queue.

IV.1.2.1. Répartition globale des nématodes dans les stations en fonction de l'âge

Le graphe (Fig.45) montre des variabilités des abondances globales des nématodes en fonction des régions mais indépendamment de l'âge des oliveraies. Le pic d'abondance des nématodes est enregistré dans la région de Beni Mered avec 1372 N/dm³. La communauté de nématode la plus importante est observée dans le vieux verger (784 N/dm³). La plus faible est signalée dans le jeune verger (110 N/dm³). La région de Soumâa occupe la deuxième position d'un point de vue densité des nématodes (1094 N/dm³). Le jeune verger (-10 ans) a dévoilé un effectif plus élevé des nématodes (684 N/dm³).

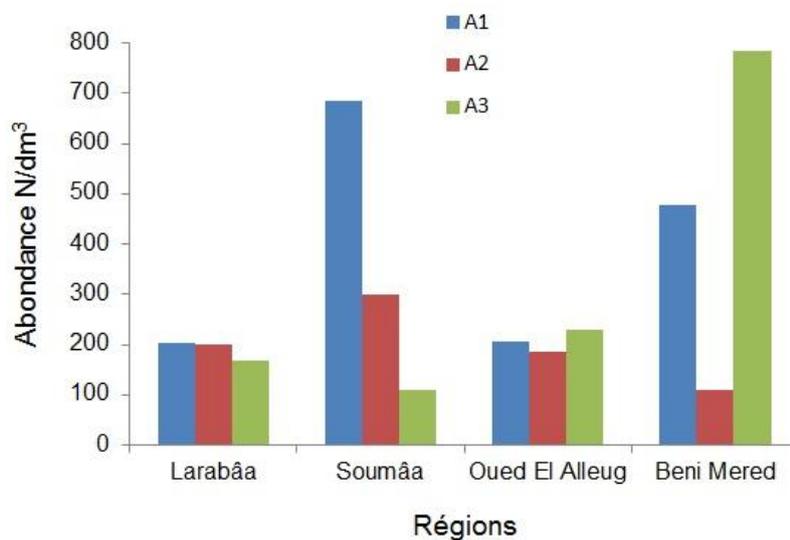


Fig. 45 : Répartition globale des nématodes en fonction de l'âge dans les régions

Par contre le plus faible est noté dans le vieux verger (+ de 50 ans) avec une densité de 110 N/dm³. Les deux régions d'Oued el alleug et Larabâa ont montré des effectifs de nématodes comparables. Les abondances respectives sont de 622 et 570 N/dm³. Quelques soit l'âge du verger les densités sont presque similaires.

IV.1.2.2 Analyse de la variance model GLM

L'analyse de la variance (tabl.1 et fig. 46), montre une différence significative des abondances des nématodes entre les régions ($p=0.023$; $p<0,05$) et une différence non significative par rapport à l'âge du verger ($p=0.07$; $p>0,05$).

Tableau 2 : Modèle G.L.M appliqué à la répartition des abondances des nématodes par régions et selon l'âge

Source	Somme des carrés	d.l.l	moyennes-carrés	F-ratio	p-value
Régions	408 518,742	3	136 172,914	4,076	0,023
Age	207 096,342	2	103 548,171	3,099	0,07
Erreur	601 356,991	18	33 408,722		

La figure (Fig.46) révèle que la région de Beni-Mered occupe la première position d'un point de vue densité des nématodes, suivi par la station de Soumâa et Oued el alleug. La zone la moins peuplé s'avère la commune de Larabâa. D'un point de vue distribution des nématodes par rapport à l'âge des vergers, le jeune verger et le vieux verger ont dévoilé une abondance importante par rapport au verger (Age 10-20 ans).

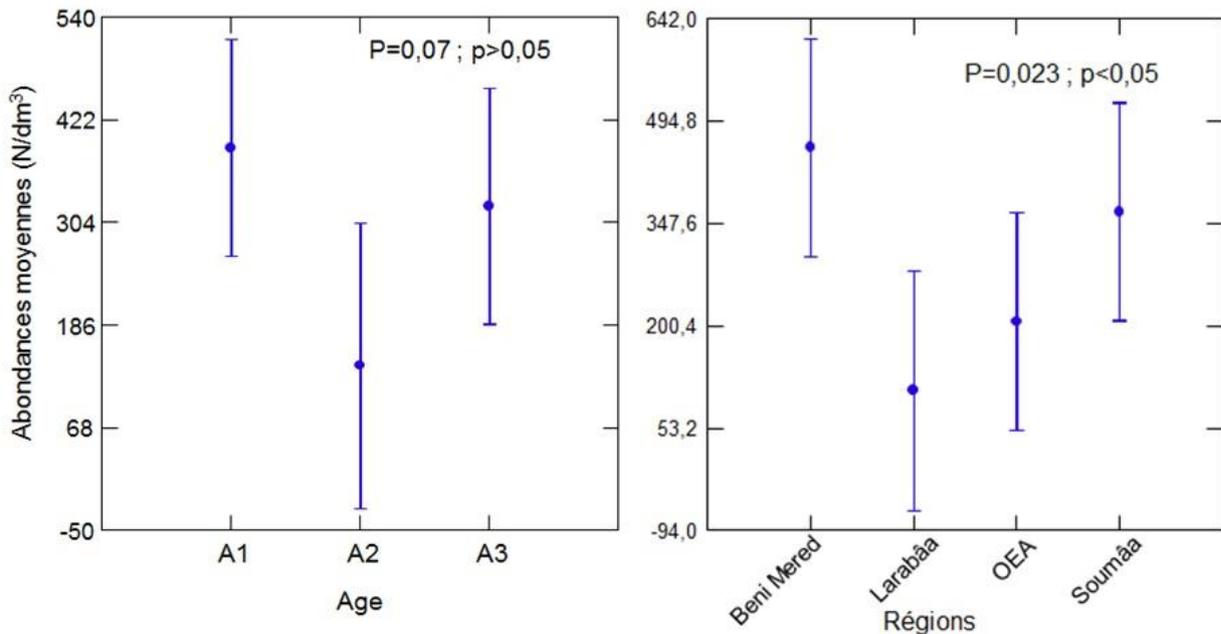


Fig. 46: Abondance des nématodes en fonction des régions et de l'âge

IV.1.3.1. Variation des groupes trophiques dans les jeunes vergers (1-10ans)

Les résultats obtenus dans le jeune verger (Fig.47) montrent des variabilités des groupes trophiques dans les régions étudiées. La commune de Soumâa a dévoilé des densités élevées de nématodes phytophages et fungivores. Les effectifs respectifs sont de 416 et 334 N/dm³). Ces deux groupes sont faiblement représentés

dans les trois autres stations (Larabâa, Beni Mered et Oued el alleug). Le seuil de nuisance est inférieur à 200 N/dm^3 seuil établi par Fortuner et Merny (1973). Par ailleurs, l'abondance des fungivores la plus faible est signalé dans la commune de Larabâa (6 N/dm^3).

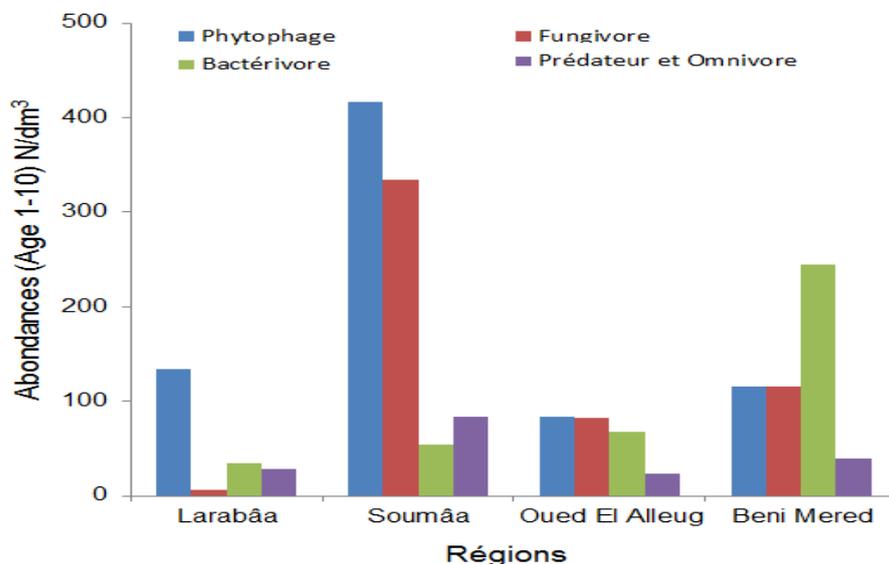


Fig. 47 : Répartition des groupes trophiques dans le jeune verger (Age 1-10ans)

Quant au groupe des Bactérovores sa dominance est enregistrée la région de Beni mered (244 N/dm^3) ; dans les autres communes leur densité ne dépasse pas les 70 N/dm^3 . Pour les nématodes prédateurs et les omnivores leur présence est faible dans les sites de Beni mered, Larabâa et Oued el alleug à l'exception de Soumâa ou nous avons enregistré un effectif de 84 N/dm^3 .

IV.1.3.2. Variation des groupes trophiques dans les vergers à âge moyen (10-20ans)

Les résultats obtenus (Fig. 48) montrent que les groupes trophiques dans les vergers à âge moyen (10-20ans) varient en fonction des régions. En général les densités des communautés des divers groupes sont inférieures à 200 N/dm^3 . Le groupe des phytophages représente une population élevée dans la région Larabâa (128 N/dm^3) ; mais il est faible dans les autres communes. Les abondances respectives sont de 84 N/dm^3 , 66 N/dm^3 et 50 N/dm^3 à Oued el alleug, Soumâa et Beni mered. Pour les fungivores l'effectif le plus important est enregistré dans la commune de Soumâa (164 N/dm^3). Le groupe des bactérovores est faiblement

représenté dans les stations d'études toutefois un pic est signalé dans le sol de Soumâa (54 N/dm³). Les nématodes prédateurs et omnivores ont dévoilé des densités élevées et similaires dans les communes de Soumâa et Oued el alleug (76 N/dm³) par rapport aux stations de Larabâa (42 N/dm³) et Beni mered (38 N/dm³).

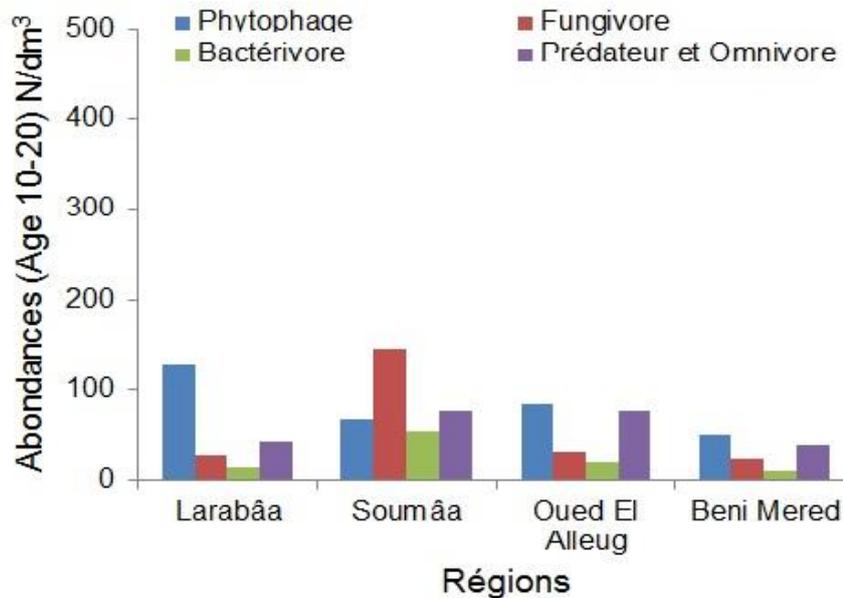


Fig. 48 : Répartition des groupes trophiques dans les vergers à âge moyen (Age 10-20ans) en fonction des régions.

IV.1.3.3. Variation des groupes trophiques dans les vieux vergers (+20ans)

Les résultats obtenus (Fig. 49) montrent que dans les vieux vergers quelques soit le groupe trophique des densités élevées sont enregistrées dans la commune de Beni mered par rapport aux autres. Les effectifs respectifs pour les phytophages, fungivores, bactériovores et prédateurs-omnivores sont de 330, 230, 208 et 108 N/dm³. Cependant, les populations de ces groupes sont faibles dans la région de Soumâa avec (6 N/dm³) pour les phytophages ; les fungivores (20 N/dm³) ; les Bactériovores (26 N/dm³) et les prédateurs et omnivores (46 N/dm³).

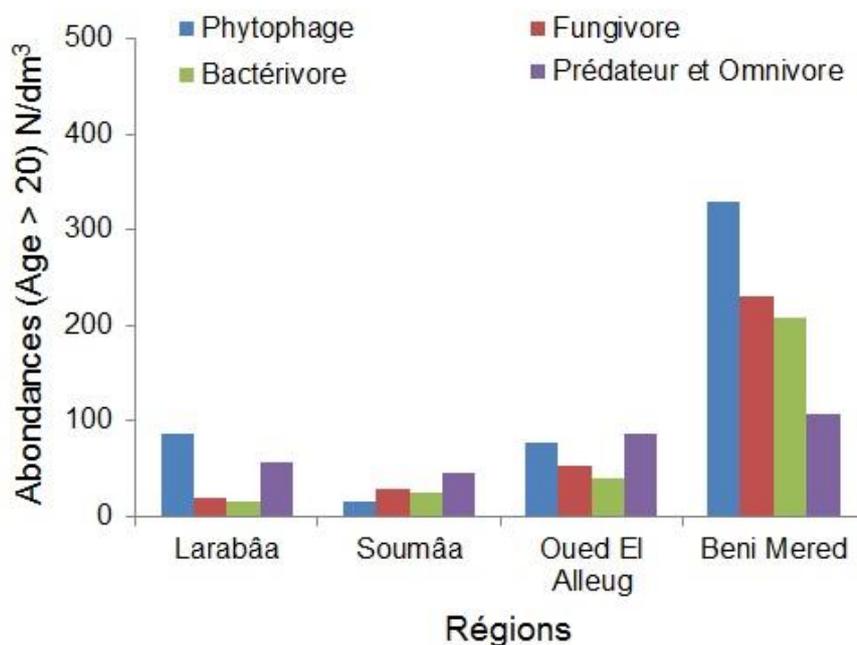


Fig. 49 : Variations des groupes trophiques dans les vieux vergers (+20ans)

IV.1.3.4. Analyse de la variance model GLM

L'analyse de la variance (tabl.3 et fig. 50), montre des différences significatives des abondances des groupes trophiques entre les régions et selon l'âge des parcelles ($p=0.001$ et $p=0,016$; $p<0,05$), cependant la différence est insignifiante entre les populations des groupes trophiques ($p=0.227$; $p >0,05$).

Tableau 3 : Modèle G.L.M appliqué à la répartition groupes trophiques

Source	Somme des carrés	des d.l.l	moyennes-carrés	F-ratio	p-value
Régions	74 293,833	3	24 764,611	5,6	0,001
Age	38 432,333	2	19 216,167	4,345	0,016
Groupes trophiques	19 543,167	3	6 514,389	1,473	0,227
Erreur	384 734,500	87	4 422,236		

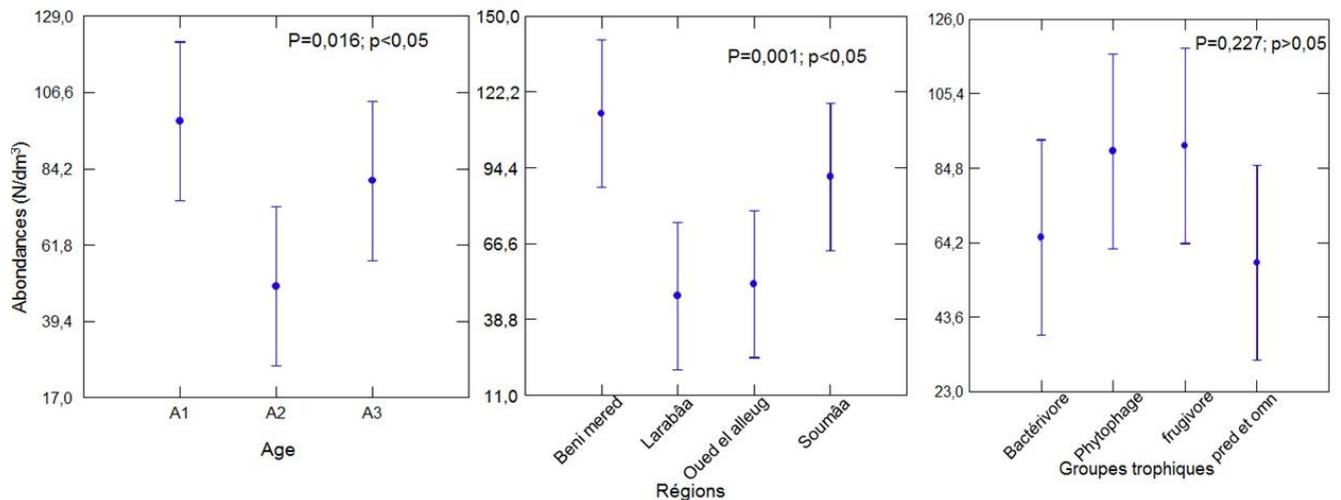


Fig. 50 : Abondance des groupes trophiques dans les vergers oléicoles

La figure (Fig.50) révèle que les quatre groupe trophique sont présent dans les quatre communes quelques soit l'âge du verger. Toutefois, les phytophages et les fungivores sont les plus abondants. En ce qui concerne les stations, les vergers de Beni mered et Soumâa sont plus peuplé que Oued alleug.et Larabâa D'un point de vue âge des vergers oléicoles les groupes trophiques sont dominants dans le jeune verger, suivi par le vieux verger alors que le verger d'âge moyen renferme des effectifs faible de ces groupes de nématodes.

IV.1.4. Structure des communautés de nématodes en fonction de l'âge.

Les résultats obtenus révèlent la présence de 19 taxons de nématodes dans les sols oléicoles. L'analyse multivarié (DCA) a été réalisé sans tenir compte des nématodes peu fréquent (rencontrés dans moins de quatre stations) comme *Xiphinema*, *Longidorus*, *Trophorus*, *Paratrophorus* et *Tylenchulus semipenetrans*. L'analyse multivariée de la distribution des abondances des nématodes identifiés dans les vergers oléicole explique l'affinité de certain taxon par rapport aux échantillonnages réalisés.

Le calcul de distance Euclidien sur la base de similarité de (-1,2), il en sort quatre groupes hétérogènes (Fig. 51).

Le groupe 1 représenté par *Coslenchus* et *Quinisculus* caractérisant les vieilles oliveraies de Soumâa et de Beni mered et le verger d'âge moyen d'Oued El Alleug.

Le groupe 2 range les taxons *Aphelenchoides*, *Sauertylenchus*, *Ditylenchus*, *Dorylaimus*, *Mononchus* et *Enoplus* dans le jeune verger de Soumâa, l'oliveraie de Beni Mered d'âge moyen et le jeune et le vieux verger d'Oued El Alleug.

Le groupe 3 associe les taxons *Tylenchorhynchus* et *Aphelenchus* dans les commune de Beni Mered (jeune verger) et Soumâa (verger moyen âge).

Le groupe 4 représenté caractérise en général les vergers d'olivier de la commune de Larabâa ou domine le genre *Helicotylenchus*.

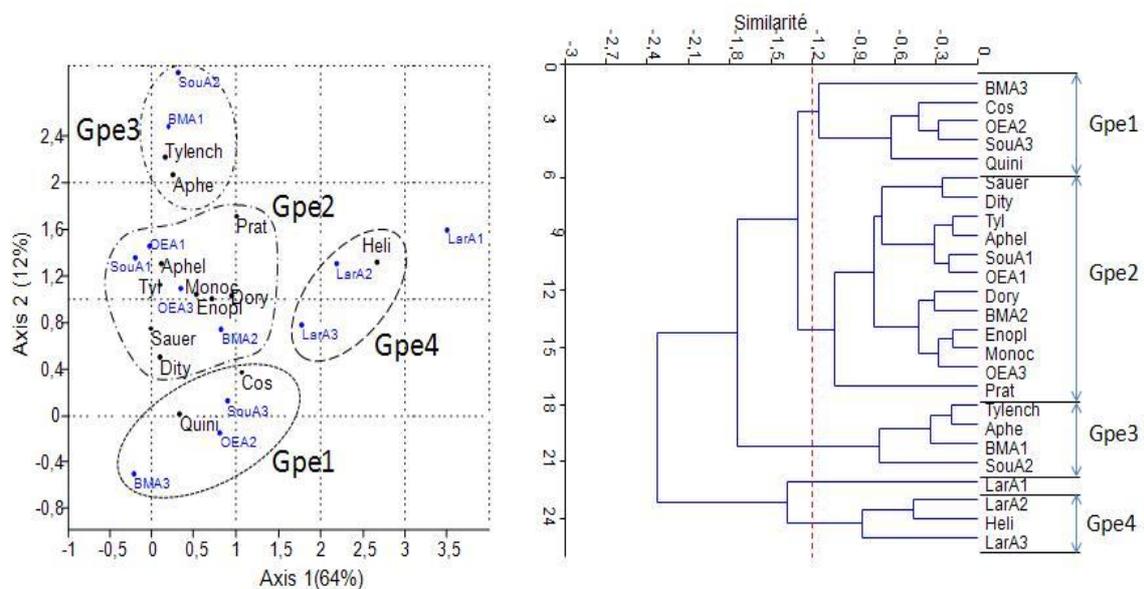


Fig. 51 : l'analyse multivariée (DCA) de la structure des nématodes dans les sites prospectés.

IV.1.5. Distribution des nématodes phytophages dans les vergers prospectés

L'analyse multivariée (DCA) a été réalisée afin d'évaluer la distribution des nématodes phytophages identifiés dans les vergers oléicoles. L'analyse révèle la corrélation de certains taxons par rapport aux vergers prospectés.

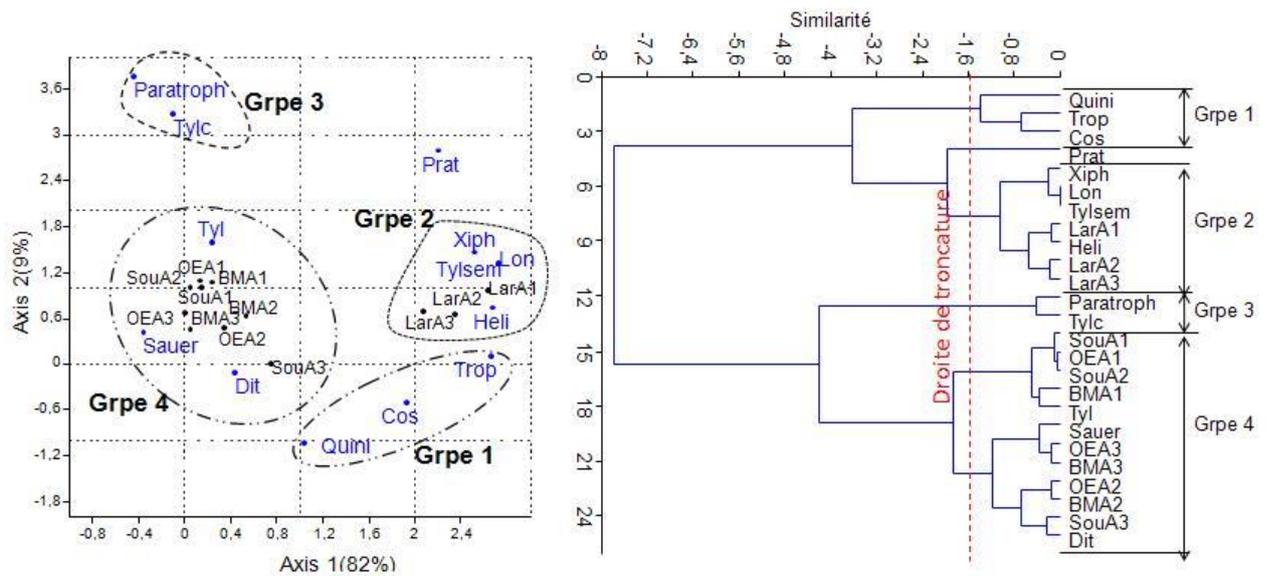


Fig. 52 : l'analyse multivariée (DCA) de la structure des nématodes phytophages

Le calcul de distance Euclidien sur la base de similarité de (-1,6), il en sort quatre groupes hétérogènes (Fig.52). Les nématodes du groupe 1 (*Quinisculus*, *Coslenchus* et *Trophorus*) et du groupe 3 (*Paratrophorus* et *Tylenchorynchus*) sont faiblement active dans les vergers oléicoles. Leurs répartition n'est pas spécifique à des communes.

Quand aux taxons du groupe 2 (*Xiphinema*, *Longidorus*, *Tylenchulus semipenetrans* et *Helicotylenchus*) caractérisent les sols des oliveraies de Larabâa.

Pour les autres communes rangées dans le groupe 4 nous notons la présence de *Tylenchus*, *Sauertylenchus* et *Ditylenchus*.

IV.1.6. Diagnostic écologique des communautés dans les régions prospectées

Dans cette partie nous avons réalisé une analyse des indices écologiques pour caractériser les communautés de nématodes dans les stations d'étude. Ils sont représentés par l'indice de diversité de Shannon (H') ; l'indice d'équitabilité ou d'équipartition (J) ; l'indice de la richesse spécifique (RS). Évaluation des différences de ces indices dans les régions a été comparée par le Test de Kruskal-Wallis.

IV.1.6.1. Evaluation de richesse dans les régions en fonction de l'âge

Le graphe (Fig.53) montre que la richesse varie selon des vergers oléicoles prospectés. Le nombre des taxons le plus élevé est enregistré dans le jeune verger de Soumâa (12 taxons) suivi l'oliveraie d'âge moyen de Larabâa (11). Cependant, le plus faible nombre est signalé dans le jeune verger de la même commune (8).

La richesse spécifique varie significativement en fonction des régions. Les probabilités sont de ($p=2,6 \cdot 10^{-4}$, $p=0,0001$ et $p=4,446 \cdot 10^{-5}$) respectivement pour les jeunes vergers, les vergers à âge moyen les vieux vergers oléicoles.

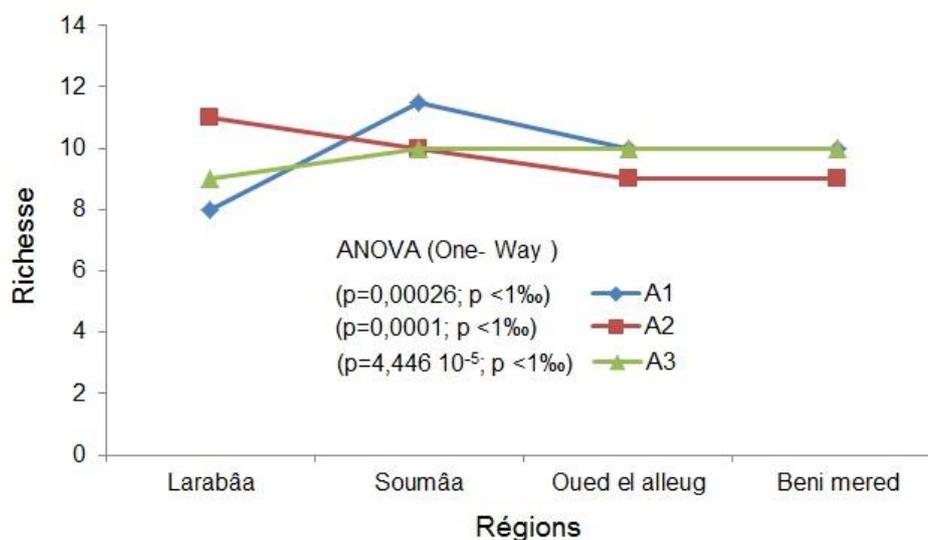


Fig. 53: La richesse des nématodes dans les régions

IV.1.6.2. Evaluation de la diversité dans les régions

Le graphe (Fig.54) montre que les valeurs de l'indice de diversité varient de (1,15 à 2,21) l'analyse d'ANOVA (One Way) a dévoilé des différences non significatives les vergers étudiés. La valeur de diversité du peuplement de nématodes la plus élevée est signalée dans le vieux verger de Soumâa (2.21), suivi par celle du verger d'âge moyen et jeune verger de la commune de Beni Mered . Les

valeurs respectives sont de (2,10 et 2,01). Cependant, la plus faible est enregistrée dans le jeune oliveraie de Larbâa (1,16).

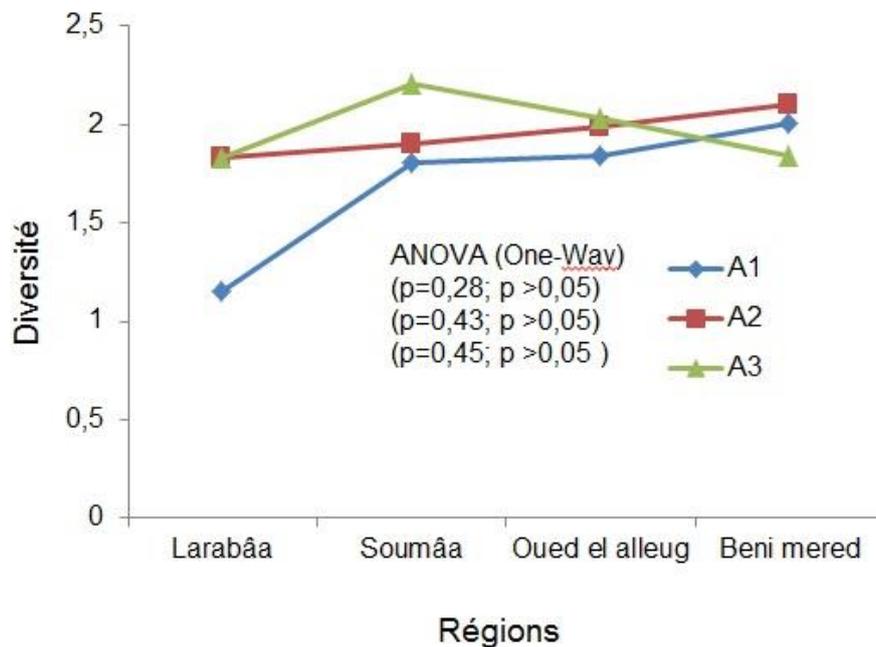


Fig. 54: La Diversité des nématodes dans les régions

IV.1.6.3. Evaluation de l'équitable dans les régions

Le graphe (Fig.55) montre que les valeurs de cet indice sont supérieures à (0,5). Elles traduisent la présence d'une tendance vers l'instauration d'un équilibre entre espèces (Fig. 55).

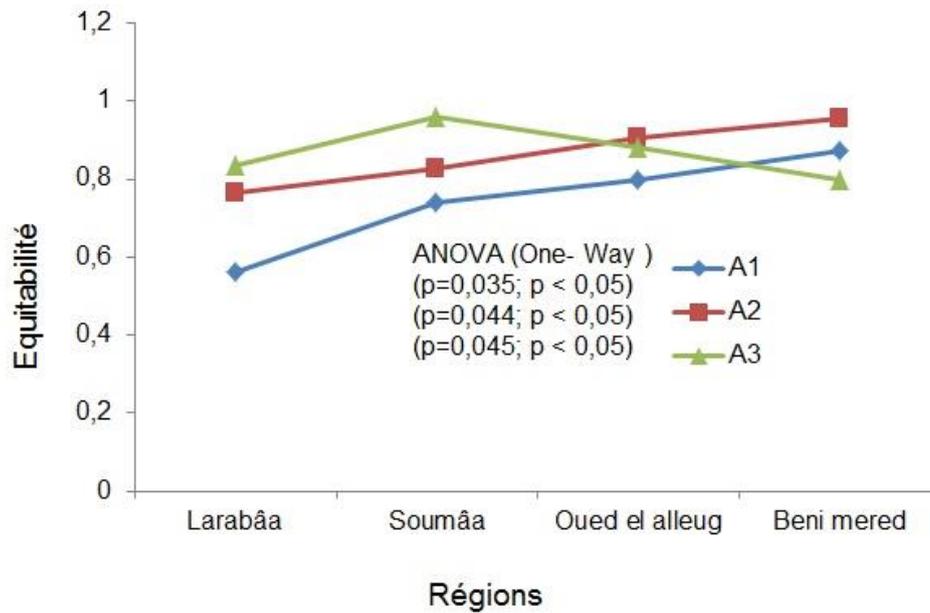


Fig. 55: Variation de l'indice d'équitabilité dans les régions

La valeur la plus élevée est signalée dans le vieux verger de Soumâa et celui d'âge moyen de Beni Mered (0,95). D'après le test de d'ANOVA (One Way) l'indice d'équitabilité varie significativement entre les stations et l'âge des vergers. Les probabilités sont dans les vieux vergers de ($p=0,035$; $p < 0,05$) les vergers à âge moyen et jeunes vergers de ($p=0,044$; $p < 0,05$).

VI.1.7. L'effet de l'humidité sur les taxons identifié dans les vergers.

Tableau 4 : Effet de l'humidité sur les taxons identifiés

Espèces	Probabilité	Coefficient de Pearson(r)
<i>Helicotylenchus</i>	0,85946	-0,057361
<i>Xiphinema</i>	0,065069	-0,54805
<i>Longidorus</i>	0,64658	0,14784
<i>Pratylenchus</i>	0,24316	0,36515
<i>Coslenchus</i>	0,58808	0,17425
<i>Trophorus</i>	0,51966	0,20648
<i>Quinisulcius</i>	0,94873	0,020845
<i>Sauertylenchus</i>	0,27084	0,34584
<i>Paratrophurus</i>	0,43235	0,25047
<i>Tylenchorhynchus</i>	0,9939	-0,0024783
<i>Tylenchus</i>	0,64658	0,14784
<i>Ditylenchus</i>	0,53654	0,19837
<i>Aphelenchoides</i>	0,36236	0,28895
<i>Aphelenchus</i>	0,21694	0,38468
<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	0,43543	0,24885
<i>Dorylaimus</i>	0,26124	-0,3524
<i>Ecuminicus</i>	0,61893	0,1602
<i>Enoplus</i>	0,58852	0,17404
<i>Mononchus</i>	0,37373	0,28245

Pour évaluer l'influence de l'humidité du sol sur les taxons identifié dans les vergers oléicole prospecté dans la région de Blida nous avons choisi l'analyse de corrélation qui fait ressortir les données enregistrées dans le (tabl.4).Ce dernier représente les valeurs du coefficient de Pearson (r) et les probabilités associées. Les résultats montrent qu'il n'y a pas de corrélation entre l'humidité et les taxons identifiés sauf pour *Xiphinema* qui présente une corrélation marginale négatif (r= -0,54) avec la probabilité de (p= 0,065).

IV.2. Discussion

L'olivier (*Olea europaea*) est l'une des plus anciennes cultures des fruits dans l'agriculture traditionnelle autour du bassin méditerranéen, Les puissantes civilisations de l'est de la Méditerranée telles que les Phéniciens, les Grecs, puis les Romains, ont disséminé cette culture dans tout le Bassin méditerranéen (Brun, 2004). L'olivier est implanté partout dans le monde et a enregistré le plus grand taux de réussite par rapport à l'ensemble des nouvelles plantations arboricoles, étant donné ses capacités exceptionnelles de résistance aux conditions climatiques les plus difficiles (Zarrad, 1994). Plusieurs nématodes parasites existe dans la rhizosphère et / ou dans les racines des plantes d'olivier cultivée. Plus de 100 espèces appartenant à 47 genres de nématodes parasites des plantes ont été signalés en association avec l'olivier, mais la nature de cette relation a été évaluée en détail pour certains d'entre eux seulement (Peña-Santiago, 1990; Lamberti et Vovlas , 1993; Nico *et al* , 2002).

Notre travail effectué dans les vergers oléicoles de quatre communes de la Wilaya de Blida révèle l'inventaire de 20 genres de nématodes. Ils sont représentés par *Sauertylechus*, *Quinisulcius*, *Tylenchorhynchus*, *Trophorus*, *Paratrophurus*, *Coslenchus*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchulus semipenetrans*, *Xiphinema*, *Longidorus*, *Psilenchus*, *Tylenchus*, *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Dorylaimus*, *Ecuminicus*, *Enoplus* et *Mononchus*. Ce résultat rejoint d'un point de vu taxons rencontrés dans sur olivier les travaux accomplis en Espagne (Peña-Santiago, 1990) en Algérie (Hoceini, 2014) et au Maroc (Ait hamza *et al*, 2015). Les genres *Helicotylenchus* et *Pratylenchus* apparaissent comme les principaux ravageurs dans les oliveraies du bassin méditerranéen en tenant compte de leur abondance (Fortuner et Merny ,1973).

Les nématodes identifiés sont répartis en fonction de leur type d'alimentation en quatre groupes trophiques.

➤ Les nématodes phytophages *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Sauertylechus*, *Psilenchus*, *Tylenchulus semipenetrans*, *Quinisulcius*, *Paratrophurus*, *Coslenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Trophorus*, *Tylenchus*, *Xiphinema* et *Longidorus*.

- Les nématodes fongivores *Aphelenchus*, *Ditylenchus*, *Tylenchus* et *Aphelenchoides*.
- Les prédateurs omnivores *Mononchus*, *Enoplus*, *Ecuminicus* et *Dorylaimus*
- Les bactérivores non identifiés représentés par les nématodes libres.

La distribution des groupes trophiques révèle que quelque soit le verger nous avons noté la pullulation des phytophages, suivi par les fongivores. Les deux autres groupes bactérivores et prédateurs omnivores, sont faiblement représentés. Nos résultats sont en concordance avec les travaux de (Ali, 2015) qui affirment la dominance dans les vergers oléicoles des nématodes fongivores puis les phytophages facultatifs et enfin les phytophages persistants. Les groupes trophiques varient en fonction des régions et l'âge des vergers. Les jeunes oliveraies de Beni Mered et Soumâa sont plus peuplées. Selon Norton (1989), les caractéristiques du sol telles la profondeur, les pratiques culturales, la texture, la composition minéralogique, la température, l'humidité, l'aération, la matière organique ont une influence sur le peuplement des nématodes. Les caractéristiques du sol affectent l'abondance, la distribution et la structure des communautés de nématode, indépendamment de l'influence directe de la plante hôte (Cadet *et al.*, 2005). Par ailleurs, il serait probable que l'abondance des nématodes dans les jeunes vergers est en relation avec les cultures intercalaire que l'agriculteur utilise afin d'exploiter au maximum cet espace. D'après les études de Taylor (1968), la plante cultivée affecte fortement les fluctuations des populations de nématodes.

L'analyse multivariée (DCA) de la distribution des nématodes phytophages identifiés dans les vergers oléicole explique l'affinité de certain taxon par rapport aux régions prospectées. Les taxons du groupe 1 « *Coslenchus* et *Quinisculus* » sont peu fréquents et peu abondants dans les vergers oléicoles. Ces taxons ont été identifiés aussi bien dans les sols des vieux vergers de Soumâa et Beni mered qui sont sous un mode de culture naturel avec la présence d'un couvert végétal spontané important ; ainsi que dans le verger a âge moyen d'Oued el alleug qui est conduit en intercalaire avec la culture maraichère (fève). Selon Mc Sorley *et al.* (2009) ces nématodes sont inféodés aux plantes spontanées et aux cultures maraichères. Le groupe 2 comprend plus de nématodes prédateurs omnivores « *Dorylaimus*, *Mononchus* et *Enoplus* » et fungivores « *Aphelenchoides* et *Ditylenchus* » que de phytophages « *Sauertylenchus* » déterminé dans le jeune

verger de Soumâa, l'oliveraie de Beni Mered d'âge moyen et le jeune et vieux verger d'Oued El Alleug. En général ces vergers sont conduit en intensif (bon suivi technique) avec le système d'irrigation goutte à goutte et un bon apport de matière organique qui est en mesure d'influencer la structure des communautés de nématodes qui (Manlay *et al.*, 2000 ; Kandji *et al.* , 2001 et Montembas, 2010).

Le groupe 3 dévoile la présence des taxons lié à l'olivier dans le bassin méditerranéen ou la présence de *Tylenchorhynchus* a été enregistrée en Tunisie (Guesmi 2016) et *Aphelenchus* en Espagne (Peña-Santiago, 1990). En Algérie Houceini (2012) a identifié ces taxons les zones oléicoles prospectées.

Le groupe 4 range *Helicotylenchus* qui domine dans les vergers de la commune de Larabâa qui est la région oléicole avec la plus grandes superficie dans la Wilaya de Blida (Anonyme, 2016). la présence de ce taxon confirme la grande distribution de *Hoplolaimidae* sur l'olivier autour du bassin méditerranéen (Castillo *et al.*, 2010). Ces verger se trouve à proximité des oueds se sont des sols caillouteux ou *Helicotylenchus* est mieux adapté à ces conditions pluviales (cultivées ou olivier sauvage) (Ait hamza, 2014).

L'analyse multivarié (DCA) réalisé afin d'évaluer la distribution des nématodes phytophages sur olivier. Les taxons *Quinisculus*, *Coslenchus*, *Trophorus*, *Paratrophorus* et *Tylenchorhynchus* sont faiblement active dans les vergers oléicoles mais pour la plupart sont inféodé aux culture maraîchères (Netscher, 1970 ; Netscher et Luc, 1974 ; Diongue, 1996 ; Ibrahim *et al.*, 2000 ; Kandji *et al.*, 2001). Cependant, le travail en Tunisie de Guesmi *et al.* (2016) ont signalé la présence de nématode du rabougrissement *Tylenchorhynchus mediterraneus* sur l'olivier. Quant aux taxons du groupe 2 (*Xiphinema*, *Longidorus*, *Tylenchulus semipenetrans* et *Helicotylenchus*) caractérisent les sols des oliveraies de Larabâa. Castillo *et al.* (2010) affirment que, dans le bassin méditerranéen, les vergers d'oliviers sont infestés par un large éventail d'espèces de nématodes y compris les nématodes à galles « *Meloidogyne* », les nématodes des lésions « *Pratylenchus* » et les nématodes spirale « *Helicotylenchus* ». En outre, la détection de certaines taxons de la famille des *Longidoridae* comme *Xiphinema* et *Longidorus* s'explique par leur capacité d'envahir les couches profondes des sols sous les plantes ligneuses (Manlay *et al.*, 2000 ; Peña-Santiago,1990 et Ait hamza, 2014). La présence du nématode de Citrus « *T. semipenetrans* » serait probablement est lié à la présence

du verger d'agrumes à proximité de celui de l'olivier. Ce nématode a été identifié dans des vergers d'agrumes au Pakistan (Ahmad et Khan, 1973), au sud de la Californie (Heald et O'Bannon, 1987), en Chine (Zhu *et al.* 1992) en Inde (Mani *et al.*, 1988) et en Tunisie (Kallel *et al.*, 2005).

L'exploitation des différents indices écologiques montre que l'indice de la richesse présente des variations significatives en fonction des régions et de l'âge des vergers oléicoles. D'une manière générale quelque soit la station les jeunes et les vieux vergers sont plus riches en genres. Dans les jeunes vergers cette richesse serait en relation avec le couvert végétal diversifié. Les travaux de Cadet *et al.* (2000) affirment que les jachères augmentent la diversité du peuplement de nématode.

L'analyse d'ANOVA (One Way) a dévoilé des différences non significatives de la diversité entre les vergers étudiés. La valeur de diversité du peuplement de nématodes la plus élevée est signalée dans le vieux verger ces résultats seraient probablement en relation avec l'état de ce milieu en effet, les vieux vergers peuvent considérer dans certaines conditions comme un agrosystème semi naturel avec l'instauration d'un certain équilibre. D'après Norton et Niblack (1991), l'abondance et la structure des nématodes change en fonction des biotopes.

En ce qui concerne l'équitabilité, les résultats dévoilent des variations significatives selon l'âge. Cet indice est en général supérieure à 0,5 dans les différentes régions quelque soit l'âge. Elle traduit la présence d'une tendance vers l'instauration d'un équilibre entre les espèces notamment dans les vieux vergers.

Quand à l'analyse de corrélation pour évaluer l'influence de l'humidité du sol sur les taxons phytophages identifiés sur olivier dans la wilaya de Blida. Les résultats montrent qu'il n'y a pas de corrélation entre l'humidité et les taxons identifiés sauf pour *Xiphinema* qui présente une corrélation marginale négative. Selon Hunt (1993) *Xiphinema* est très sensible à l'humidité, ce parasite des racines des ligneux s'enfouie profondément dans les sols à la recherche des horizons humides.

Conclusion

Au terme de ce travail, les résultats obtenus font ressortir dans la rhizosphère des vergers oléicoles une diversité de 20 genres. Ils sont représentés par *Sauertylenchus*, *Quinisulcius*, *Tylenchorhynchus*, *Trophorus*, *Paratrophurus*, *Coslenchus*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchulus semipenetrans*, *Xiphinema*, *Longidorus*, *Psilenchus*, *Tylenchus*, *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Dorylaimus*, *Ecuminicus*, *Enoplus* et *Mononchus*. Les nématodes identifiés sont répartis en fonction de leur type d'alimentation en quatre groupes trophiques.

- Les nématodes phytophages ; *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Sauertylenchus*, *Psilenchus*, *Tylenchulus semipenetrans*, *Quinisulcius*, *Paratrophurus*, *Tylenchulus semipenetrans*, *Coslenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Trophorus*, *Tylenchus*, *Xiphinema* et *Longidorus*.
- Les nématodes fongivores ; *Aphelenchus*, *Ditylenchus*, *Tylenchus* et *Aphelenchoides*.
- Les prédateurs omnivores ; *Mononchus*, *Enoplus*, *Ecuminicus* et *Dorylaimus*
- Les bactérivores non identifiés représentés par les nématodes libres.

La distribution des groupes trophiques montre que quelque soit l'âge du verger ou la région nous avons noté la pullulation des phytophages, suivi par les fongivores. Les deux autres groupes bactérivores et prédateurs omnivores, sont faiblement représentés. Ces groupes varient en fonction des régions et l'âge des vergers. Les jeunes oliveraies de Beni Mered et Soumâa sont plus peuplées. Cet état est probablement en relation avec les cultures intercalaire que l'agriculteur pratique quand les arbres sont jeunes.

L'analyse multivariée (DCA) de la distribution des abondances des nématodes identifiés dans les vergers oléicole explique l'affinité de certain taxon par rapport aux échantillonnages réalisés. Les nématodes prédateurs omnivores « *Dorylaimus*, *Mononchus* et *Enoplus* » et les fungivores « *Aphelenchoides* et *Ditylenchus* » sont associés aux oliviers conduit en mode intensif ou un bon suivi technique est réalisé.

En général les genres identifiés sont communs aux vergers oléicoles, les phytophages facultatifs « *Psilenchus*, *Tylenchus*, *Aphelenchoides* et *Aphelenchus* »

sont répartie dans toutes les régions prospectés sont distinction de l'âge du verger mais le phytophages strict « *Helicotylenchus* » a été identifié dans la région oléicole de Larabâa ou ce nématode pullule dans le jeune verger.

L'exploitation des différents indices écologique montre que et la richesse varie significativement selon les vergers prospectés. Cependant, l'indice de la diversité « Shannon Wiener (H') » est comparable dans la Mitidja. L'équitabilité est en général supérieure à 0,5 dans tous les vergers quelques soit l'âge.

L'analyse de corrélation de l'humidité a montré une corrélation marginale et négative pour le genre *Xiphinema* dans les vergers prospectés, les autres taxons semblent être non affectés par ce facteur abiotique.

En perspectives, il serait intéressant de poursuivre ce travail et de l'étendre à d'autres régions oléicoles afin d'une part de récolter des données précises sur le rôle des différents groupes trophiques dans la rhizosphère de l'olivier. Et d'autre part identifier les nématodes phytophages et évaluer leur impact économique sur l'oléiculture vue l'importance de cette culture en Algérie, dans le bassin méditerranéen et dans le monde.

Références

1. **Aït Hamza M, Ferji Z, Ali N, Tavoillot J, Chapuis E, El Oualkadi A, Moukhli A, Khadari B, Boubaker H, Lakhtar H, Roussos S, Mateille T, El Mousadik A., 2015** - Plant-parasitic nematodes associated with olive in southern Morocco. *International Journal of Agriculture & Biology*, 17: 719-726.
2. **Ali, N., Chapuis, E., Tavoillot, J., & Mateille, T., 2014** - Plant-parasitic nematodes associated with olive tree (*Olea europaea* L.) with a focus on the Mediterranean basin: a review. *Comptes Rendus Biologies*, 337, 423–442.
3. **Anonyme., 1980** - L'olivier institut de l'arboriculture fruitière, Minist, agri et de la révolution agraire, p:41.
4. **Anonyme., 1994** - INPV., 1994. Institut National de la Protection des Végétaux, Fiche technique des ennemis de l'olivier pour les différents stades.
5. **Anonyme., 1999** - Argenson C., Regis S., Jourdain J., M., Yaysse P., 1999.- L'olivier. Ed. Ctifl, 204p.
6. **Anonyme., 2005a** - COI, 2005. Source: Secrétariat de la CNUCED, d'après des données du Conseil Oléicole International.
7. **Anonyme., 2006**-COI., 2006. Techniques de production en oléiculture.
8. **Anonyme., 2009** - **I. N. P. V., 2009** - Fiche technique sur *Bactocera oleae*, p. 2. Irrigation. Tnst. Nat. Agro. El Harrach- Alger.
9. **Anonyme., 2016c** - DSA de Blida. Statistiques de la DSA pour l'oléiculture en 2016.
10. **Argenson C., Regis S., Jourdain J., M., Yaysse P., 1999.**- L'olivier. Ed. Ctifl, 204p.
11. **Barnes, R. D., 1980** - Invertebrate Zoology. 4th Ed. Saunders College, Philadelphia, PA.
12. **Belhoucine S., 2003** - Etude de l'éventualité d'un contrôle biologique contre la mouche de l'olivier dans cinq stations de la wilaya de Tlemcen. Thèse de magister, Univ. Tlemcen, 94 p.
13. **Bernard, E.C., 1992** - Soil nematode biodiversity. *Biology and Fertility of Soils*, 14: 99-103.

14. **Blaxter M., 1998** - *Caenorhabditis elegans* is a Nematode. *Science* 282:2041-2046.
15. **Blumenthal T, Davis RE., 2004** - Exploring nematode diversity. *Nature Genet.* 36:1246-1247.
16. **Bongers, T., 1990** - The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia.* 83: 14-19.
17. **Bonkowski M, Villenave C, Griffiths B., 2009** - Rhizosphere fauna: The functional and structural diversity of intimate interactions of soil fauna with plant roots. *Plant and Soil*, 321:213–233.
18. **Brikci N., 1993** - Efficacité d'un traitement insecticide optimisé sur le ravageur de l'olive *Dacus oleae* dans la région de Tlemcen. Mémoire D.E.S biologie, Univ. Tlemcen, 93 p.
19. **Brun J.P., 2004** - Archéologie du vin et de l'huile d'olive. Flammarion. Paris, 119 p.
20. **Buhrer, E. M., Cooper, C., & Steiner, G., 1933** - A list of plants attacked by the root-knot nematode (*Heterodera marioni*). *Plant Disease Reporter*, 17, 64-96.
21. **Cadet P, Masse D. and Thioulouse J., 2005** - Relationships between plant-parasitic nematode community, fallow duration and soil factors in the Sudano-Sahelian area of Senegal. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 102, 302-317.
22. **Cadet P. duponnois R., Ba A.M., Planchette c., Thioulouse J., 2000** - « Approche quantitative et qualitative de l'effet de la jachère sur des populations de champignons mycorrhiziens à arbuscules au Sénégal », in Floret & Pontanier (éd., 2000) : vol. I, pp. 367-375.
23. **Cadet, P. & Albrecht, A., 1992** - Le remodelage des terres à la Martinique. 3. Effet sur le peuplement de nématodes parasites de la canne à sucre en relation avec la croissance végétale. *Cahiers Orstom, Série Pédologie*, 27: 49-58.
24. **Cadet, P. & Debouzie, D., 1990** - Évolution spatio-temporelle d'un peuplement de nématodes parasites de la canne à sucre. *Rev. Nématol.*, 13 : 79-88.

25. **Cadet, P. & N'diaye, S.B., 1994** - Caractérisation et diversité des nématodes(Sénégal). Rapport scientifique.Raccourcissement du temps de jachère,biodiversité et développement durable enAfrique Centrale (Cameroun) et en Afrique del'Ouest (Sénégal, Mali). ORSTOM. 40-47.
26. **Cadet, P., 1987** - Étude comparative despeuplements naturels de nématodes parasitesassociés à la canne à sucre. Nematologica.33: 97-105.
27. **Castillo, P., Nico, A. I., Navas-Cortes, J. A., Landa, B. B., Jiménez-Díaz, R. M., & Vovlas, N., 2010** - Plant-Parasitic nematodes attacking olive trees and their management. Plant Disease, 94, 148–162.
28. **Cayrol, J.C. & B'chir, M.M., 1972** - Sur le rôle des champignons prédateurs de nématodes dans l'équilibre des sols. Comptes rendus de la Société de Biologie. Extrait du Tome 166, N° 6-7,909 p.
29. **Cayrol, J.C. & Frankowski, J.P., 1980** - Mise au point d'une technique d'étude du développement des champignons nématophages dans le sol. Acta OEcologicalOEcologia applicata, 1: 123-126.
30. **Chafaa S, Biche M, Sellami M, Chanchouni H. and Si Bachir A: 2013.** Cycle biologique de Parlatoriaoleae(Hemiptera : Diaspididae) inféodée aux oliveraies dans une région aride.Canadian Entomologist 145 : 398 – 405.
31. **Ciancio, A.; Mankau, R. & Mundo-ocampo, M., 1992** - Parasitism of Helicotylenchus lobus by Pasteuria penetrans in naturally infestedsoil. J. Nematol.. 24: 29-35.
32. **Ciccarese, F., 1998** - Verticillium wilt of olive: new acquirements and possibility of control. Olivo e Olio,6, 40-45 (in Italian).
33. **Coutin R., 2003** - Les insectes de l'olivier. Insectes, 1 9 (3) : 1 3 0.
34. **Cronquist, A. 1981-** An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, New York.
35. **Dajoz, R., 1971** - Précis d'écologie. Dunod,Paris, 1971. 433 p.
36. **Dalmasso A., 1966** - Méthodes simples d'extraction des nématodes du sol. Rev. Ecol. Biol. Sol, 3, pp.473-478.
37. **Daoudi L., 1994** – Etude des caractères végétatifs et fructifères de quelques variétés d'olives locales et étrangères cultivées à la station

expérimentale de Sidi-Aiche (Bejaia), Thèse de Magistère, Inst, Nat, Agr, El-Harrach, 130p.

38. **Di castri, F. & Younes, T., 1990** - Fonction de la diversité biologique au sein de l'écosystème. Acta Œcologica. II : 429-444.

39. **Diab, K. A., & El-Eraki, S., 1968** - Plant parasitic nematodes associated with olive decline in the United Arab Republic. Plant Disease Reporter, 52, 150-154.

40. **Diongue A., 1996**- Initiation à la nématologie : application des cultures maraîchères, Dép. formation en protection des végétaux, centre AGRHYMET . Niamey, 52p.

41. **Dorris M, De Ley P, Blaxter ML., 1999** - Molecular analysis of nematode diversity and the evolution of parasitism. parasitology today. 15, 188-93.

42. **Duncan, L. W., 1999**- Nematode diseases of Citrus. In: Timmer, L. W. & Duncan, L. W. (Eds.). Citrus Health Management, APS Press, St. Paul, MN, USA: 136-148.

43. **Dutky, KM. & Sayre, R.M., 1978** -.Some factors affecting infection of nematodes by the bacterial spore parasite Bacillus penetrans. J. Nematol., 10 : 285.

44. **Ellstrand NC., 2003** - Dangerous liaisons? When cultivated plants mate with their wild relatives. In : Schneider SS, ed. Synthesis in Ecology and Evolution. Baltimore; London : The Johns Hopkins University Press.

45. **Esmanjaud D, 2000** - Nématodes de la vigne in Stockel (J.E.D.),- Ravageurs de lavigne. Ed Féret. Bordeaux (France), 214 p.

46. **Florini, D.A.; Loria, R. & Kotcon, J.B. 1987** - Influence of edaphic factors and previous crop on *Pratylenchus* spp. population densities in potato. J. Nematol. 19: 85-92.

47. **Fantanazza G., et Baldoni I., 1990** – Proposition pour un programme d'amélioration génétique de l'olivier, Revue Olivae n°34, Décembre 1990, PP : 32-39.

48. **Fattah, F.A.; Saleh, H.M. & Aboud, H.M., 1989** - Parasitism of Citrus Nematode, *Tylenchus semipenetrans*, by *Pasteuria penetrans* in Iraq. 1. Nematol., 21: 431-433.

49. **Ferris, H., Bongers, T., 2006** -Nematode indicators of organic enrichment. *J. Nematol.*38:3-12.
50. **Figueiral I, Terral JF., 2002** - Late quaternary refugia of Mediterranean taxa in the Portuguese Estremadura: charcoal based paleovegetation and climatic reconstruction. *Quaternary Sci Rev*; 21: 549-58.
51. **Fortuner, R., 1975** - Les nématodes parasites des racines associés au riz au Sénégal (Haute-Casamance et Région Centre et Nord) et en Mauritanie. *Cah. ORSTOM. ser. bio.*, 10 : 147-160.
52. **Fortuner, R., 1976** - Etude écologique des nématodes dans les rizières du Sénégal. *Cah. ORSTOM ser., bio.* 11 (3) : 179-192.
53. **Fortuner, R., & Merny., 1973** - Etude écologique des nématodes dans les rizières du Sénégal. *Cahier SORSTOM. Série biologie: II*, 170-199.
54. **Fortuner, R. & Ahmadi, A., 1986** - NEMAID-2, computer program for identification of nematodes--User's Manual. California Department of Food and Agriculture, 50 pp.
55. **Franc, L. J., & Wheller, T. A., 1993** - Interaction of plant parasitic nematodes with wilt-inducing fungi. In: *Nematode Interactions* (Ed. M.W. Khan). Chapman & Hall, London, UK: 79-103.
56. **Freckman, D. W.; Mankau, R. & Ferris, H., 1975** - Nematodes Community Structure in Desert Soils: Nematodes Recovery. 1. *Nematol.*, 7: 343- 346.
57. **Freckman, D.W. & Ettema, H.C., 1993** - Assessing nematode communities in agroecosystems of varying human intervention. *Agriculture. Ecosystems and Environment*, 45: 239-261.
58. **Freckman, D.W., 1988** - Bacterivorous nematodes and organic-matter decomposition. *Agriculture. Ecosystems and Environment.*24: 195-217.
59. **Freckman, D.W. et Caswell, E.P., 1985** - The ecology of nematodes in agrosystems. *Annu.Rev. Phytopathol.* 23: 275-296.
60. **Goede (DE), R.G.M.; Georgieva, S.S.; Verscho, B.C. & KAMERMAN, J.W., 1993** - Changes in nematodes communities' structure in primary succession of blown areas in a different sand landscape. *Fund. Appl. Nematol.*, 19: 501- 513.

61. **Gaouar BN., 1996** - Apport de la biologie de la mouche de l'olivier *bactocera oleae* dans la région de Tlemcen, thèse de doctorat à Tlemcen P : 116.
62. **Germani, G., 1981** - Etude au champ de l'évolution des populations du nématode *Scutellonema cavenessi* et de la cinétique de fixation de N₂ sur 3 cultivars d'arachide. *Oléagineux*: 36, 247-249.
63. **Germani, G.; André, G. & Merny, G., 1982** - L'analyse factorielle des correspondances appliquée à l'influence de deux nématodes sur la croissance de l'arachide et sa fixation symbiotique de l'azote. *Rev. Nématol.* 5: 161-168.
64. **Graham, C.W., 1980** - The effects of rainfall and soil type on the population dynamics of cereal cyst-nematode (*Heterodera avenae*) on spring barley (*Hordeum vulgare*) and spring oats (*Avena sativa*). *Ann. Appl. Bio.*, 94: 243-253.
65. **Graniti, A., 1955** - A dieback of olive in Sicily associated with two nematode species. *Olearia*, 9, 114-120.
66. **Griffiths, B.S.; Welschen, R.; Vanarendonk, J.J.C.M. & Lambers, H., 1992** - The effect of nitrate supply on bacteria and bacterial-feeding fauna in the rhizosphere of different grass species. *Oecologia.*, 91 : 253-259.
67. **Guesmi ilhem, Fathia Hadj-Naser, Najet Horrigue-Raouani., 2016** - First Report of the Plant-parasitic Nematode *Tylenchorhynchus editerraneus* on Olive Trees in Tunisia. *Tunisian Journal of Plant Protection* Vol. 11, No. 1.
68. **Guiran (DE), G. & Netscher, C., 1970** - "Les nématodes du genre *Meloidogyne*, Parasites de cultures tropicales." *Cahiers. ORSTOM, Série Biologie*, 11 : 151-180.
69. **Guiran (DE), G., 1983** - Nématodes, les ennemis invisibles. Les nématodes parasites des cultures en pays tempérés. *La Littorale*, S. A. beziers, 40 p.
70. **Haq, B.U., Hardenbol, J., and Vail, P.R., 2004** - Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million years ago to present). *Science*, 235, 1156–1167.
71. **Heald, C.M. and J.H. O'Bannon. 1987**- Citrus decline caused by nematodes. Slow decline. Florida Depart. Agric. Consumer Service. Div. Plant Industry, *Nematol. Circular*, 143: 4.

72. **Hoceini F., 2009** - étude de la diversité des peuplements de nématodes phytoparasites dans quelques zones oléicoles en Algérie. Fin d'Etude de Magister en Agronomie, Protection des végétaux, Dep. Agro. Fac. Scien. Agro – Véter., USDB. 120p.
73. **Hoceini F., 2010** - Etude de la diversité des peuplements de nématodes phytoparasites dans quelques zones oléicoles en Algérie. Mémoire de Magister en agronomie, Protection des plantes et l'environnement, Dep. Agr., Univ. Saad Dahlab, Blida, 98 p.
74. **Hoceini Faiza, Farid Bounaceur, Bahia Doumandji Mitiche., 2014** - Nematodes Diversity in Northern Vineyards of Algeria. INDIAN JOURNAL Vol. 3, No. 6.
75. **Hoefsloot, H.; Vanderpol; F. et ROELEVELD, L., 1993** - Jachères améliorées. Options pour le développement des systèmes de productions en Afrique de l'Ouest. Etude Littéraire. Royal Tropical Institute. Développement Agricole. 83 p.
76. **Hofman, T.W. & Jacob, JJ., 1989** - Distribution and dynamics of mycophagous and microbivorous nematodes in potato fields and their relationship to some food sources. Ann. Appl. Bio. 115 : 291-298.
77. **Hugot JP, Baujard P, Morand S., 2001** - Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview. Nematology. 3, 1-10.
78. **Hunt D.J., 1993** - Aphelenchida, Longidoridae and Trichodoridae: Their Systematics and Bionomics. Wallingford, UK: CAB International.
79. **Ibrahim, I.K.A., Z.A. Handoo and A.A. El-Sherbiny., 2000** - A survey of phytoparasitic nematodes on cultivated and non-cultivated plants in northwestern Egypt. Supplement to J. Nematol., 32(45): 478-485.
80. **Inserra, R. N., Vovlas, N., & Golden, A. M., 1979** - *Helicotylenchus oleae* n. sp. and *H. neopaxili* n. sp. (Hoplolaimidae) two new spiral nematodes parasitic on olive trees in Italy. Journal of Nematology, 11, 56-62.
81. **Inserra, R. N., Vovlas, N., & O'Bannon, J. H., 1980** - A classification of *Tylenchulus semipenetrans* biotypes. Journal of Nematology, 12, 97-102.
82. **Jardak T., Jarraya A., Ktari M. et Ksantini M., 2000** - Essais de modélisation sur la teigne de l'olivier, *Prays oleae* (Lepidoptera, Hyponomeutidae). Olivæ, (83): 22-26.

83. **Jeffery S, Gardi C, Jones A, Montanarella L, Marmo L, Miko L, Ritz K, Peres G, Roombke J, van der Putten WH., 2010** - The soil environment. In: European atlas of soil biodiversity, European Commission, Publications office of the European Union, Luxembourg, pp 17–48.
84. **Kallel S., Louhichi A., B'Chir M.M.et Van Oostveldt P., 2005**- Structure du site trophique induit par tylenchulus semipenetrans sur bigaradier observe en microscopie photonique, confocale et electronique a transmission. Nematol. medit. (2005), 33, pp. 171-178.
85. **Kandji S.T., Ogol C.O. and Albrecht A., 2001**- Diversity of plant-parasitic nematodes and their relationships with some soil physico-chemical characteristics in improved fallows in western Kenya. Applied Soil Ecology, 18: 143-157.
86. Koenning SR, Overstreet C, Noling JW, Donald PA, Becker JO, Fortnum BA.,1999- Survey of crop losses in response to phytoparasitic nematodes in the United States for 1994. Supplement to the Journal of Nematology. ;31:587–618.
- 87.
88. **Lamberti, F., & Vovlas, N., 1993** - Plant parasitic nematodes associated with olive. Bulletin OEPP/EPPOBulletin, 23, 481-488.
89. **Lamberti, F., and Baines, R. C., 1969** - Effet of Pratylenchus vulnus on the growth of 'Ascolano' and 'Manzanillo' olive trees in a glasshouse.Plant Dis. Rep. 53:557-558.
90. **Lamberti, F., Ciccarese, F., Sasanelli, N., Ambrico, A., D'Addabbo, T., et Schiavon, D., 2001** - Relationships between plant parasitic nematodes and Verticillium dahliae on olive. Nematologia Mediterranea, 29, 3-9.
91. **Lamberti, F., Vovlas, N., & Torre, A., 1976** - Infectivity and pathogenicity of three Italian populations of Tylenchulus semipenetrans on Citrus and other hosts. Meeting SOIF "Rootstocks of fruit tress", Pisa,Italy: 259-265 (in Italian).
92. **Laumonier R., 1960** - Culture fruitières méditerranéennes, Paris, J. B. baill.
93. **Lavee N., 1997**- Biologie et physiologie de l'olivier. Encyclopédie mondiale de l'olivier. Ed. C.O.I., 61-110.

94. **Lopez-Villalta L. G., 1997** - Technique de production. In «Encyclopédie Mondiale de l'Olivier», Conseil Oléicole International, Madrid (Espagne), 145 - 190.
95. **Loumou A, Giourga C., 2003** - Olive groves: "The life and the identity of the Mediterranean". Agriculture and Human Values; 20:87-95.
96. **Loussert L., Brousse., 1978** - L'olivier technique agricoles et production méditerranées, p : 44.
97. **Luc M., 1968** - Nematological problems in the former French African tropical territories and Madagascar. In : Tropical Nematology. SMART, G.C. & PERRY, V.G. (Eds.) Univ. Florida Press, Gainesville. 93-112.
98. **Luc M., Sikora RA. et Bridge J., 1990** – Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Ed. Wallingford, UK: CAB International Institute of Parasitology, 629 p.
99. **Maggenti, A.R., 1981** - General Nematology. Springer-Verlag, NY. 372 pp.
100. **Mani, A., V.M. Dakshina and G.S. Reddy., 1988** - Distribution of citrus nurseries in Andhra Pradesh. Indian J. Nematol. 18, 333-339.
101. **Manlay R J, Cadet P, Thioulouse J, Chotte J L., 2000** - Relationships between abiotic and biotic soil properties during fallow periods in the Sudanian zone of Senegal. Appl Soil Ecol, 14: 89–101.
102. **McSorley R, Wang K-H., 2009** - Possibilities for biological control of root-knot nematodes by natural predators in Florida soils. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 122:421–425.
103. **Mendil et A. Sebai., 2001** - Catalogue des variétés algériennes de l'olivier Eds. Aperçus sur le patrimoine génétique Autochtone. P7-11.
104. **Merny G. et Luc M, 1969** - Les techniques d'échantillonnage des peuplements de nématodes dans le sol. In: problèmes d'écologie, Paris, France, pp.237-272.
105. **Millard R., 1975** - L'olivier, comité technique de l'olivier aix-en-Provence et institut national de vulgarisation pour les fruits, légumes et champignons, avril, Paris, P : 21.
106. **Morgan-Jones, G. & Rodriguez- Kàbana, R., 1985** - Phytonematode pathology: fungal modes of action. A perspective. Nematropica, 15: 107-114.

107. **Neher, D.A.; Peck, S.L.; Rawlings, J.O. & Campbell, C.L., 1995** - Measures of nematode community structure and sources of variability among and within agricultural fields. *Plant and Soil*, 170, 187-201.
108. **Netscher C ., 1970** -Les nématodes parasites des cultures maraichères au Sénégal. *Cahiers ORSTOM, Série Biologie* 11, 209–29.
109. **Netstcher C. et luc M., 1974** - Nématodes associés aux cultures maraicheres en Mauritanie, *Agronomie tropicale*, Extrait du Vol xxix, N° 6-7, p.-p. : 697-701.
110. **Nico, A. I., Rapport, H. F., Jiménez-Díaz, R. M., & Castillo, P., 2002** - Incidence and population density of plant-parasitic nematodes associated with olive planting stocks at nurseries in Southern Spain. *Plant Disease*, 86, 1075-1079.
111. **Noe, J.P. & Barker, K.R., 1985** - Relation of within field spatial variation of plant-parasitic nematode population density and edaphic factors. *Ecology and Epidemiology*. 75: 247-252.
112. **Norton D. C. et Niblack T. L., 1991** - Biology and ecology of nematodes. In: Nickle W.R. (ed.) *Manual of agricultural nematology*. Marcel Dekker, Inc., New York, pp: 47–72.
113. **Norton, D.C., 1989** - Abiotic soil factors and plant-parasitic nematode communities. 1. *Nematol.* 21: 299-307.
114. **Norton, W. T.,1971** - in *Chemistry and Brain Development* (Paoletti, R. & Davison, A. N., ed.), Plenum Press, New York.
115. **O'Bannon,J.H. and Tomerlin,A.T., 1969** - Population studies on two species of *pratylenchus* on Citrus (Abstr.).*J.Nematol.*,1:299-300.
116. **O'bannon, J. H., & Tomerlin, A. T., 1973** - Response of citrus seedlings to *Radopholus similis* in two soils. *Journal of Nematology* 3, 253-257.
117. **Oukssili S., 1983** – Contribution à l'étude de la biologie florale de l'olivier (*Olea europea* L.) de la formation des fleurs à la période de pollinisation effective, Thèse de Doct, Ing, E.N.S.A.M., Montpellier, 143p.
118. **Pagnol, J., 1996** - L'Olivier. Aubanel Ed, France.

119. **Peña-Santiago, R., 1990** - Plant-parasitic nematodes associated with olive (*Olea europaea* L.) in the province of Jaen, Spain. *Revue de Nématologie*, 13, 113-115.
120. **Perry, V. C., H. M. Darling and G. Thorne., 1959** - Anatomy, taxonomy and control of certain spiral nematodes attacking blue grass in Wisconsin. *Bulletin Wisconsin Agricultural Experiment Station*, 207: 1-24.
121. **Phillippeau, G., 1986** - Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales. SESI-ITCF, Paris.
122. **Prasad, N. & Manka U, R., 1969** - Studies on a sporozoan endoparasite of nematodes.1. *Nematol.*1: 301-302.
123. **Radewald J.D., O'bannon J.H. and Tomerlin A.T., 1971** - Temperature effects on reproduction and pathogenicity of *Pratylenchus brachyurus* and *P. coffeae* and survival of *P. coffeae* in rough lemon roots. *J. Nematol.* 3, pp. 390-394.
124. **Raymond Gimilio., 2013** - « Nouvelle systématique et biogéographie du genre *Olea* L. (Oleaceae) », *Ann. Soc. Horti. et Hist. Nat. Hérault, Montpellier, SHNH*, vol. 153, , p. 74-86.
125. **Rebour H., 1966** - Les agrumes. Ed. Bibliothèque d'horticulture pratique, B. Bailliere et Fils, Paris, p : 264.
126. **Ridolfi, M., Patumi, M., D'Addabbo, T., Sasanelli, N., & Lemos, R. J., 2001** - Enzymatic response of olive varieties to parasitism by *Xiphinema index* (Nematoda: Longidoridae). *Russian Journal of Nematology*, 9, 25-32.
127. **Robertson, G.P. & Freckman, D.W., 1995** - the spatial distribution of nematode trophic groups across a cultivated ecosystem. *Ecology*: 76: 1425-1432.
128. **Saponari, M., Savino, V., & Stano, B., 2001** - Phytopathological cards: Viruses and similar-virus agents. In: Olive protection. Interreg II – Italy-Albania. Introduction of technological innovations in the productive processes, 9, 31-38.
129. **Sasanelli, N., Fontanazza, G., Lamberti, F., D'Addabbo, T., Patumi, M., & Vergari, G., 1997** - Reaction of olive cultivars to *Meloidogyne* species. *Nematologia Mediterranea*, 25, 183-190.
130. **Sasanelli, N., & D'Addabbo, T., 2002** - Reaction of olive to *Pratylenchus vulnus* infections in Italy. *Nematology*, 4, 259 (Abstract).

131. **Sasser JN, Freckman DW., 1987** - A world perspective on nematology: the role of the society. in :veech ,J.A Dickson, D.W. (eds) vistas on nematology,society of nematologistes Hyattsville maryland, pp.7-14.
132. **Sayre. R.M., 1980** - Bacil/us penelralls a related parasite of nematodes. 1. Nematolo.,12 : 260-270.
133. **Schmitt, D.P., 1973** - Soil property influences on Xiphillema americanllm populations as related as maturity loessderived soils. 1. Nematol.. 5 : 234-240.
134. **Siddiqi, M. R., 1964** - Studies on nematode root-rot of citrus in Uttar Pradesh, India. Proceedings of the Zoological Society (Calcutta), 17, 67-75.
135. **Sohlenius, B., 1980** - Abundance, biomass and contribution to energy flow by soit nematodes in terrestrial ecosystems. Oikos, 34: 186-194.
136. **Sohlenius, B.; Nostrom, S. & Sandor, A., 1987** - Long-term dynamics of nematode communities in arable soil under four cropping systems. 1. Appl. Ecol.. 25 : 131-144.
137. **Stirling, G.R., 1981** - Effet of temperature on Meloidogyne javanica by Baeil/us pellelrans. Nenwtologica. 27: 458-462.
138. **Taylor L., 1968** - Introduction à la recherche sur les nématodes phytoparasites. Manuel FAO, Rome, 135p.
139. **Truet H., 1950** - Arboriculture fruitière en Afrique du nord, édition : la maison des livres, Alger, p : 123 –141.
140. **Uzzan A., 1992** - L'huile d'olive. In « Manuel des corps gras », Lavoisier, Paris, 221-228.
141. **Vovlas, N.; Ciancio, A. & Vlachoroulos, E., 1993** - Pasteuria penetrans Parasiting Helicotylenchus pseudorobustus and Rotylenchus capensis in Greece. Afro-Asian 1. Nematol., 3 : 39-42.
142. **Venter, C.; Waele (DE), D & Van edden, C. F., 1992** - Plant-parasitic nematodes on field crop in South Africa. IV : groundnu\. Fund. Appl. Nematol.. 15: 714.

143. **Wasilewska, L., 1971** - Nematodes of the dunes in the Kampinos Forest. II. Community structure based on numbers of individuals. State of biomass and respiratory metabolism. *Ekol. Pol.*, 19: 651-688.
144. **Wasilewska, L., 1979** - The structure and function of soil nematodes communities in natural ecosystem and agrosystem. *Ins\.* of Ecol. Polish Academy of Sciences (PAS). Dziekanow Lesny near Warsaw 01- 150 Lomianki, Poland. 19 p.
145. **Wasilewska, L., 1996** - Bioindication based on soil nematodes. *Ins\.* of Ecol. Polish Academy of Sciences (PAS). Dziekanow Lesny near Warsaw 01- 150 Lomianki, Poland. 19 p. an overview. *Nematol.* 3:199-208.
146. **Yeates, G.W. & Bird, A.F., 1994** - Some observations on the influence of agricultural practices on the nematode faunas of some South Australian soils. *Funct. Nematol.*, 17: 133-145.
147. **Zarrad T., 1994** - Le développement agro – alimentaire de la Tunisie en question.
148. **Zhu, W.S., H. Chen, Y.Y. Lan and K.M. Qian., 1992** - Study on citrus nematode diseases. *Acta Phytopathologica Sinica.* 22, 29-33.
149. **Zohary D, Spiegel Roy P., 1975** - Beginnings of fruit growing in the old world. *Science*; 187: 319-27.

Site internet

Anonyme., 2010-<http://www.Google.com./Image.2014>.

Anonyme., 2011-<http://www.Google.com./Image.2014>.

Anonyme., 2012-<http://www.nematologia.uchile.cl/wp-content/uploads/2012/08/10-150x150.png>

Anonyme.,2005b-FAO. Statistiques de la FAO pour l'oléiculture en 2005; http://fr.wikipedia.org/wiki/Olivier_europ%C3%A9en.

Anonyme.,2005c-<http://www.Google.com./Image.2005>.

Anonyme.,2011-<http://www.Google.com./Image.2011>.

Anonyme,2012-<http://www.Google.com./Image.2012>.

Anonyme,2014-<http://www.Google.com./Image.2014>.

Anonyme,2015-<http://www.Google.com./Image.2015>.

Anonyme,2016-<http://www.andi.dz/PDF/monographies/Blida.pdf>.2016.

Anonyme,2016-<http://www.Google.com./Image>.2016.