

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

FACULTE SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES
AGRONOMIQUES
N° : 10/DSA/VCDPGR/2023



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE
FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES
OPTION : PROTECTION DES VEGETAUX

Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de Master Académique

par : **BENHALIMA Zineb**

Intitulé

Diversité trophique des nématodes
de la céréaliculture dans la région de M'Sila

Soutenu devant le jury composé de:

Mme BEDDAL Dalila	MCB	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Présidente
Mme HOCEINI Faiza	MCA	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Promotrice
M. ZEDAM Abdelghani	Prof.	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Examineur

Année universitaire : 2022 /2023

Remerciement

Tout d'abord, nous aimerions remercier Allah tout Puissant de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous aimerions remercier notre encadreur **Dr. HOCEINI F.** pour son entier disposition, ses judicieuses conseils, sa patience, sa rigueur persévérante, mais aussi et surtout pour son esprit pédagogique tout au long de notre travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous aimerions remercier aussi tous les enseignants qui ont assuré notre enseignement / formation durant tout notre cursus universitaire et qui ont veillé à notre savoir.

Nous aimerions remercier le personnel du département des sciences agronomiques et du laboratoire, Direction des services agricoles et la chambre d'agriculture de M'Sila

Nos collègues de la spécialité **Protection des Végétaux.**

Merci à tous

SOMMAIRE

Remerciements

Liste des figures et des tableaux

Introduction	1
Chapitre I: Synthèse bibliographique	4
I.1. Présentation des plantes hôtes.....	5
I.1.1. Origine et historique.....	5
I.1.2. Description botanique.....	6
I.1.3. Systématique des trois céréales.....	7
I.1.4. Cycle de développement.....	8
I.1.5. Production des céréales.....	9
I.2. Structure trophique des nématodes.....	9
I.2.1. Morphologie.....	10
I.2.2. Position systématique.....	11
I.2.3. Biologie et cycle de développement.....	14
I.2.5. Mode de vie.....	15
I.2.4. Régime alimentaire.....	16
I.2.6. Symptômes et dégâts.....	18
Chapitre II: Matériel et Méthodes	21
II.1. Présentation de la région d'étude.....	22
II.1.1. Situation géographique	22
II.1.2. Facteurs Pédologique	24
II.1.3. Facteurs climatiques.....	25
II.2. Inventaire des nématodes Du sol de la céréaliculture.....	27
II.2.2. Extraction des nématodes du sol.....	28
II.2.3. Dénombrement et identification des taxons	29
II.2.4. Fixation des nématodes du sol.....	30
II.4. Exploitation des résultats.....	31
II.4.1. Indices écologique	31
II.4.2. Logiciels statistiques	31
Chapitre III : Résultats et discussion	32
III.1 Bio-systématique des taxons rencontres dans les stations Céréalières.....	32
III.2. Densité moyenne globale des différents groupes trophiques rencontrés dans la région d'étude.....	33
III.3. Répartition de la Densité moyenne des différents groupes trophiques.....	34
III.4. Répartition de la Densité moyenne des différents groupes trophiques rencontrés en fonction des espèces céréalières.....	35

III.5. Variabilité de la Densité moyenne des différents groupes trophiques rencontrés en fonction des cultures.....	37
III.6. Variation de la densité moyenne globale des différents groupes trophiques rencontrés dans la région d'étude à travers l'analyse de la variance.....	39
Conclusion	40
Références bibliographiques	43
Résumés	

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

LES FIGURES

Figure 1: Description schématique d'une graminée	4
Figure 2: Cycle de développement de blé	5
Figure 3: Schéma de l'organisation générale d'un nématode parasite des plantes	7
Figure 4 : Morphologie de quelques espèces de nématodes Tylenchida	8
Figure 5 : Morphologie de quelques espèces de Rhabditida	9
Figure 6 : Morphologie des espèces Dorylaimides	10
Figure 7 : Morphologie des espèces Monhysterida	11
Figure 8 : Cycle de vie de <i>Caenorhabditis elegans</i> à 20°C.	12
Figure 9 : Extrémités antérieures des divers nématodes du sol	14
Figure 10: Dégâts des nématodes sur les cultures Céréalières	16
Figure 11 : Limite géographique de la wilaya de M'Sila	18
Figure 12 : Diagramme ombrothermique de la région de M'Sila entre 2006- 2018.	21
Figure 13 : Dispositif expérimental de chaque station d'étude	22
Figure 14 : Méthode d'extraction des nématodes du sol	23
Figure 15 : Dénombrement et identification des taxons	24
Figure 16 : Chauffage de fixateur de Grisse dans un bain marie	25
Figure 17 : Densité moyenne globale des différents groupes trophiques rencontrés dans la région	27
Figure 18 : Répartition des densités moyennes des nématodes du sol en fonction des stations	28
Figure 19 : Répartition des densités moyennes des groupes trophiques en fonction des zones d'étude	29
Figure 20 : Répartition des densités moyennes des groupes trophiques associés à l'orge	30
Figure 21 : Répartition des densités moyennes des groupes trophiques associés au blé Dur.	31
Figure 22 : Répartition des densités moyennes des groupes trophiques associés au Blé Tendre.	31
Figure 23 : Variation de la densité moyenne globale des différents groupes trophiques rencontrés dans la région d'étude à travers l'analyse de la variance	32

LES TABLEAUX

Tableau 1 : Températures moyennes mensuelles, des maximas, des minima et des moyennes de la région de M'sila (1988_2017).	19
Tableau 2 : Précipitations mensuelles et annuelle de la région de M'Sila (1988_2017)	20
Tableau 3 : Les nématodes recensés dans les stations céréalières et leurs groupes	26

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les céréales sont une composante majeure de l'alimentation des humains et des animaux du monde entier. Si l'on considère les zones couvertes, alors le blé est la plante la plus cultivée sur Terre, il occupe une surface de 212 millions d'hectares produisant une récolte de 622 millions de tonnes (**FAO, 2005**). Ces céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement, Particulièrement dans les pays maghrébins. Un premier grand groupe des céréales est formé par le blé, l'orge, le seigle, le riz et l'avoine et un deuxième grand groupe est formé par le maïs.

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Tandis que, la production céréalière en générale dépend encore des facteurs agro-climatiques d'une part, et d'autre part des facteurs techniques, Les pratiques culturales sont un élément déterminant pour la production (**Matin, 2006**), mais le secteur est confronté à plusieurs défis, tels que la variabilité climatique, la dégradation de la qualité des sols, des problèmes phytosanitaires, faible fertilisation, variétés adaptées, l'irrigation d'appoint.....

En ce qui concerne le domaine phytosanitaires, les nématodes constituent toujours une cause importante de perte au terme des dégâts occasionnés, ces derniers pénètrent dans les vaisseaux conducteurs des végétaux par les racines et obstruent et nécrosent ceux-ci en coupant toute ou une partie de l'alimentation de la plante. L'action des nématodes phytoparasites se traduit par jaunissement et le dépérissement pouvant aller jusqu'à la mort (**Warwick et Price 1979**). Néanmoins, il est difficile de chiffrer les pertes que les nématodes causent à l'agriculture, celles-ci sont très variables selon l'espèce en cause, la culture, la région et les années. Les quelques travaux réalisés en céréaliculture dévoilent des provoque des pertes de rendement, provoqué par le nématode à kyste *Heterodera avenae*, dépassent plus fréquemment les 50% (**Meagher, 1982; Rivoal et al., 1985**).

Toutefois, ces nématodes ne représentent qu'une partie des nématodes du sol, la plupart étant dit « libres » (Warwick & Price 1979) peuvent être distingués selon leur groupe trophique qui renseigne sur une fonctionnalité du sol. Les principaux groupes trophiques de nématodes trouvés dans le sol sont (**N'diaye, 1994; Seinhorst, 1956**):

- les nématodes phytophages (obligatoires ou facultatifs) qui renseignent sur la nature et l'état de la couverture végétale et, le risque de perte de rendement ;

- les nématodes bactériovores et fongivores qui renseignent sur le compartiment microbien, la dynamique de la matière organique et le recyclage des éléments nutritifs ;
- les nématodes de niveaux trophiques supérieurs (omnivores et carnivores) qui reflètent les perturbations physiques ou chimiques du milieu.

Dans ce contexte, notre travail de recherche vise à étudier la diversité générique, ainsi que la structure trophique des nématodes des sols céréaliers, dans la région de M'Sila, dans le but de déterminer les espèces les plus redoutables à cette cultures potentielles.

Afin d'atteindre ces objectifs, nous avons organisé le travail comme suite :

Chapitre I: Synthèse Bibliographique

Chapitre II : Matériel et Méthodes

Chapitre III: Résultats et discussion

CHAPITRE I

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Présentation des plantes hôtes**I.1.1. Origine et historique des céréales**

La céréaliculture a pris naissance depuis 10000 ans par les premiers agriculteurs dans la région du Proche et du Moyen-Orient. Après s'être établie au Proche-Orient, la céréaliculture se répand vers l'Europe, l'Asie et la vallée du Nil (**Henry et De Buyser, 2001**).

La domestication des blés avait eu lieu dans le Croissant fertile (la vallée du Jourdain et des zones adjacentes de Palestine, de la Jordanie et de l'Irak, voire de la bordure ouest de l'Iran). Elle date d'environ 10.000 ans avant J.C. (**Feldman et Sears, 1981**). Récemment, **Lev-Yadun et al., (2000)** ont suggéré que le creuset de la céréaliculture se situerait en une zone plus limitée du dit Croissant fertile, localisé autour de l'amont du Tigre et de l'Euphrate, dans des territoires actuels de la Syrie et de la Turquie.

L'introduction du blé en Afrique a eu lieu par plusieurs voies. La route la plus ancienne gagna l'Égypte vers 6 000 ans avant aujourd'hui et se poursuivit vers la Libye à l'est. D'autres voies d'introduction furent maritimes : à partir de la Grèce et de la Crète, certains blés rejoignirent également la Libye ; d'autres, en provenance du Sud de la péninsule italienne et de la Sicile parvinrent aux côtes de la Tunisie, du Maroc et de l'Algérie.

Le terme céréale est un dérivé du mot latin "cerealís" signifiant «grain» qui est botaniquement, un type de fruit appelé caryopse (**Sarwar et al., 2013**).

I.1.2. Description botanique

Les céréales regroupent des plantes de la famille des Poacées (ex Graminées). Les cinq céréales les plus cultivées dans le monde sont : le maïs, le blé, le riz, l'orge et le sorgho (**Gate, 1995**). Ses tiges sont creuses (chaumes) munies de nœuds d'où partent des feuilles alternes formées d'un pétiole engainant et d'un limbe à nervures parallèles. L'appareil reproducteur est un épi constitué d'un rachis où s'attachent des épis plus petits (épillet renferment 1 à 3 fleurs chacun). Les deux bractées membraneuses concaves (glumes situées à la base de chaque épillet). Certaines glumes sont munies d'une arête appelée communément «barbe ». Deux glumelles (adhérentes au grain ou pas) entourent chaque fleur. Les glumes et glumelles forment les « balles » et ne doivent pas être confondues avec le «son» qui correspond à l'enveloppe du grain. Le grain de blé est un

fruit sec indéhiscent à une seule graine dont le tégument adhère à la paroi du fruit, qu'on appelle caryopse (Codou-David, 2018)

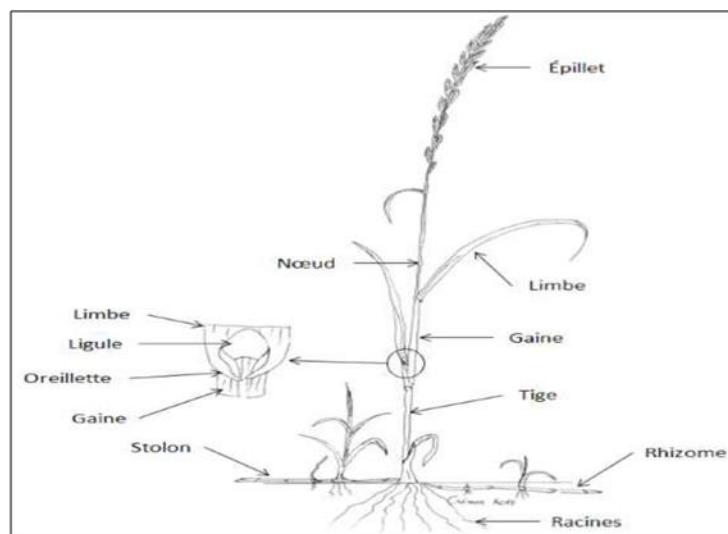


Figure 1: Description schématique d'une graminée (Sébastien, 2014)

I.1.3. Systématique des trois céréales

A) Systématique du blé dur (*Triticum durum* L., 1973)

Le blé dur appartient au **Règne** plantae, **Embranchement** des angiospermes, **Sous embranchement** des spermaphytes, **Classe** des monocotylédones, **Ordre** des glumiflorales, **Super ordre** des comméliniflorales, **Famille** des graminée (Poaceae), **Sous Famille** des pooideae, **Tribu** des Triticeae, **Sous tribu** des Triticinae, **Genre** *Triticum*, **Espèce** : *Triticum durum* L., 1973 (Feillet, 2000).

B) Systématique de blé tendre (*Triticum aestivum* L., 1973)

Le blé dur appartient au **Règne** plantae, **Embranchement** des angiospermes, **Sous embranchement** des spermaphytes, **Classe** des monocotylédones, **Ordre** des glumiflorales, **Super ordre** des comméliniflorales, **Famille** des graminée (Poaceae), **Sous Famille** des pooideae, **Tribu** des Triticeae, **Sous tribu** des Triticinae, **Genre** *Triticum*, **Espèce** : *Triticum aestivum* L., 1973 (Feillet, 2000).

C) Systématique de l'orge (*Hordeum vulgare* L., 1973)

Règne plantae, **Embranchement** des angiospermes, **Sous embranchement** des spermaphytes, **Classe** des monocotylédones, **Ordre** des glumiflorales, **Super ordre** des

comméliniflorales, Famille des graminée (Poaceae), Sous Famille des pooideae, Tribu des Triticeae, Sous tribu des Hordeinae, Genre *Hordeum*, Espèce : *Hordeum vulgare* L., 1973 (Feillet, 2000).

I.1.4. Cycle de développement

Chez les céréales la variation de la durée du cycle concerne la phase photosensible (Clerget, 2004). Leur cycle de développement en générale comprend trois grandes périodes (Labidi, 2016 modifié):

- A. La période végétative, de la germination aux premières manifestations de l'allongement de la tige principale et de tallage herbacé (début de la montaison). Durant laquelle la plante installe ses capteurs foliaires et racinaires pour intercepter le rayonnement et absorber l'eau et les éléments minéraux.
- B. La période reproductrice, de la floraison à la fécondation. Durant laquelle la plante met en place ses organes reproducteurs. À l'issue de cette dernière, le nombre potentiel de grains est fixé.
- C. La période de maturation, de la fécondation à la maturité complète du grain, appelée aussi remplissage du grain, durant laquelle, le grain profite des assimilats provenant de la remobilisation et des dernières feuilles photosynthétiquement actives, puis se déshydrate partiellement.

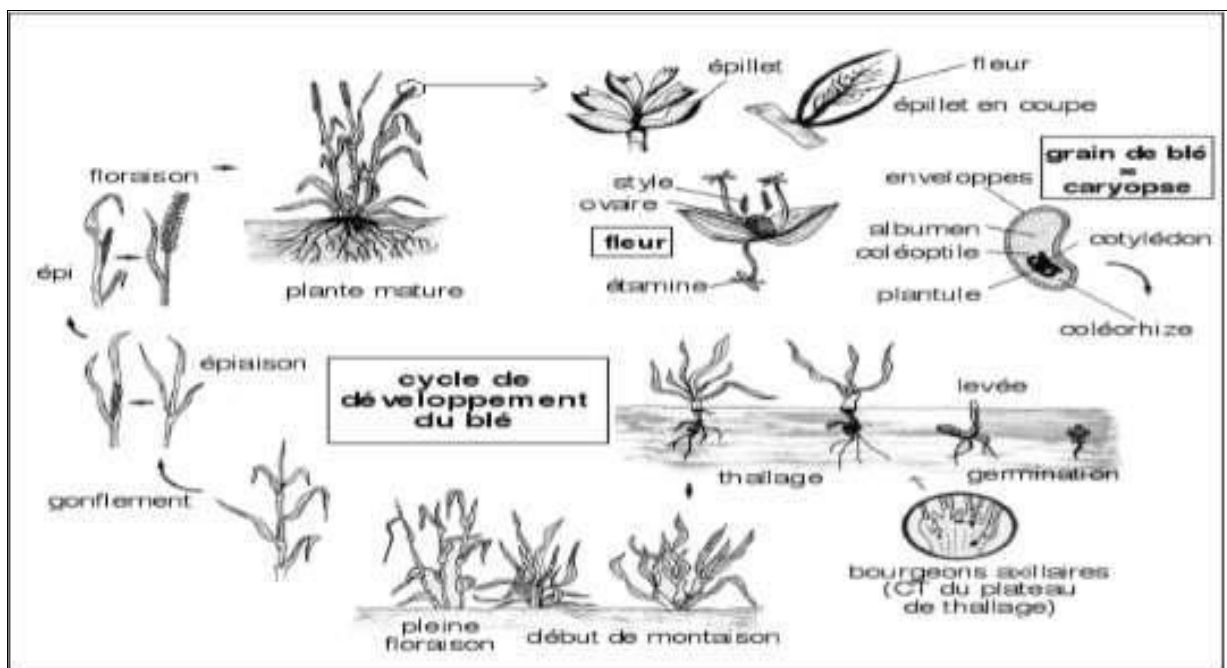


Figure 2: Cycle de développement de blé (Erhart, 2016)

I.1.5. Production des céréales

Les prévisions de la FAO concernant la production mondiale de céréales en 2021. Elles s'établissent à 2 799 millions de tonnes, soit 0,8 pour cent de plus que le résultat de 2020. Évaluée à 1 502 millions de tonnes, la production mondiale de céréales secondaires en 2021 est en hausse de 18,9 millions de tonnes sur une base annuelle, presque exclusivement en 709 millions d'hectares de céréales sont cultivés dans le monde, soit 51 % des terres arables, 14 % de la surface agricole mondiale et 5 % des terres émergées du monde (**Dubief, 2020**).

Selon **FAO, (2022)**. La production mondiale de blé devrait atteindre 777 millions de tonnes, un niveau pratiquement identique à celui de 2020. En ce qui concerne le riz, augmentâtes les rendements annoncés, compte tenu des conditions météorologiques généralement favorables qui ont prédominé pendant la campagne.

En Algérie La filière céréalière constitue une des principales filières de la production agricole, La production des céréales, jachère comprise, occupe environ 80% de la superficie agricole (**Djermoun, 2009**). En Algérie, « la production céréalière totale en 2021 est estimée à 3,5 millions de tonnes, ce qui est inférieur à la moyenne quinquennale et environ 38 % de moins que l'année.

La concentration des céréales en Algérie dans les Régions principales, selon les facteurs des précipitations:

- Une région à haut potentiel de production dans le nord de l'Atlas Tellien (Mitidja, Kabylie, vallée du Seybouse, vallée de la Soummam...) qui couvre 0,4 million d'ha de la SAU, avec une pluviométrie qui dépasse les 500 mm/an.
- Une région à moyenne potentialité vers l'ouest du pays, caractérisée par un climat semi-aride et une pluviosité entre 400 et 500 mm/an (massif de Médéa, coteaux de Tlemcen, vallée de Chélif,..).
- Une région à basses potentialités située dans les Hauts plateaux allant du l'est vers l'ouest (massif des Aurès, plaines d'Annaba, Constantine,...) avec une moyenne de précipitations de moins de 350 mm/an (**Chehat, 2005**) & (**Chaban & Boussard, 2020**).

I.2. Structure trophique des nématodes

I.2.1. Morphologie

Les nématodes sont des animaux vermiformes, les plus souvent microscopiques. On les retrouve dans pratiquement tous les milieux, à la fois sous forme de parasites ou

d'organismes libres. Ils sont généralement très petits, mais certains peuvent atteindre plusieurs mètres de longueur. Comme les autres animaux, les nématodes possèdent des systèmes circulatoire, respiratoire et digestif. Les nématodes phytoparasites diffèrent des autres nématodes qui s'alimentent sur des bactéries et des champignons par la présence d'une structure spécialisée : le stylet de taille variant de 0,25 à plus de 1 mm, certains atteignant 4 mm. Bien que généralement de forme effilée de la tête et à la queue, ils existent avec une très grande variabilité de formes et de tailles. Chez quelques espèces, les femelles perdent leur forme effilée au fur et à mesure de leur croissance, jusqu'à devenir des femelles adultes élargies, en forme de poire, de citron, de rein ou sphériques (Coyne *et al.*, 2010).

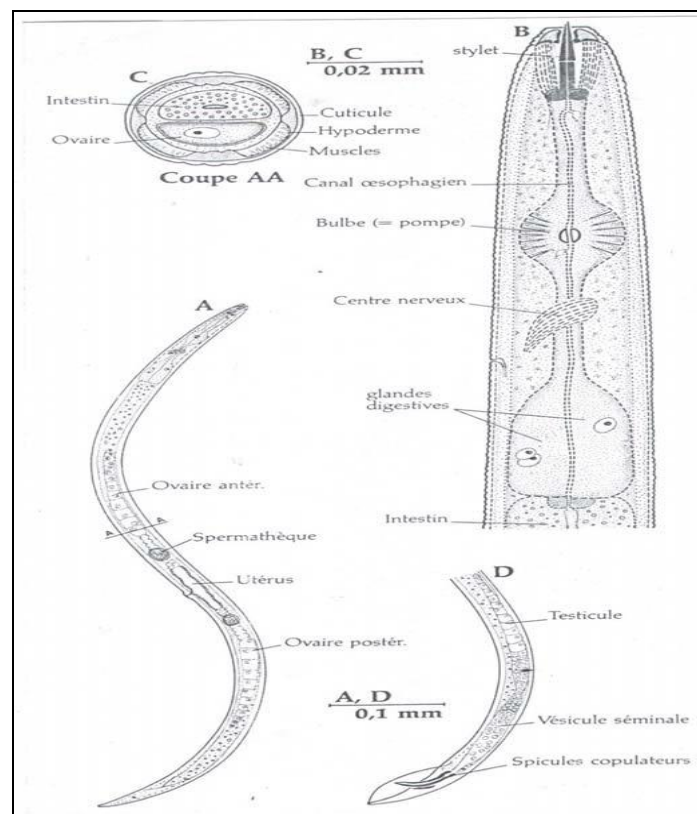


Figure 3: Schéma de l'organisation générale d'un nématode parasite des plantes. (De Guiran, 1983). A : femelle vue en entier. B : détail de la partie antérieure (région de l'oesophage). C : coupe dans la partie moyenne du corps. D : partie postérieure du mâle

I.2.2. Position systématique

Les groupes trophiques des nématodes du sol sont classés en 5 ordres, Tylenchida, Dorylaimida, Rhabditidae et Monhysterida

➤ **Les nématodes Tylenchida**

Les nématodes phytoparasites appartiennent majoritairement à l'ordre des Tylenchides. Aussi, des espèces libres, saprophages et des espèces parasites d'insectes font partie de cet ordre (**Ritter, 1971**).

Selon **Reddy (1983)**, les Tylenchides sont classés comme suite:

Règne : Animalia

Sous règne : Metazoa

Embranchement : Nemathelmintha

Classe : Nématoda

Sous classe : Secementea

Ordre : Tylenchida

Super famille : Aphelenchoidea; Tylenchoidea, Criconematoidea.....

famille : Aphelenchoidinae, Hoplalamidae, Tylenchidae, Belonolaimidae, Tylenchulidae.....



Figure 4 : Morphologie de quelques espèces de nématodes Tylenchida (Mullin, 2000).

➤ **Les nématodes Rhabditida**

L'ordre des Rhabditida regroupe des nématodes caractérisés par une cavité buccale étroite (sans stylet) avec un œsophage en massue, mais le plus souvent doublement bulbeux. Lumière de l'intestin bien développé avec une Bourse copulatrice à nervures de

soutien (famille des Rhabditidae). Stades larvaires et adultes dans le sol riche en matières organiques en décomposition (**Bachelier, 1978**).

Les deux familles, Rhabditidae et Cephalobidae comprennent plusieurs espèces réparties entre de multiple genres et sous-familles détritiphages et pullulent particulièrement dans les végétaux en décomposition (**Ritter, 1971**).

Les Rhabditides sont classées d'après **Bachelier (1978)** comme suite :

Règne :Animalia

Sous règne :Metazoa

Embranchement :Nemathelmintha

Classe :Nématoda

Sous classe :Adenophorea

Ordre : Rhabditida

Familles : Rhabditidae, **Genre** : Rhabditis

Cephalobidae, **Genre** : Cephalobus

Diplogasteridae, **Genre** : Diplogaster

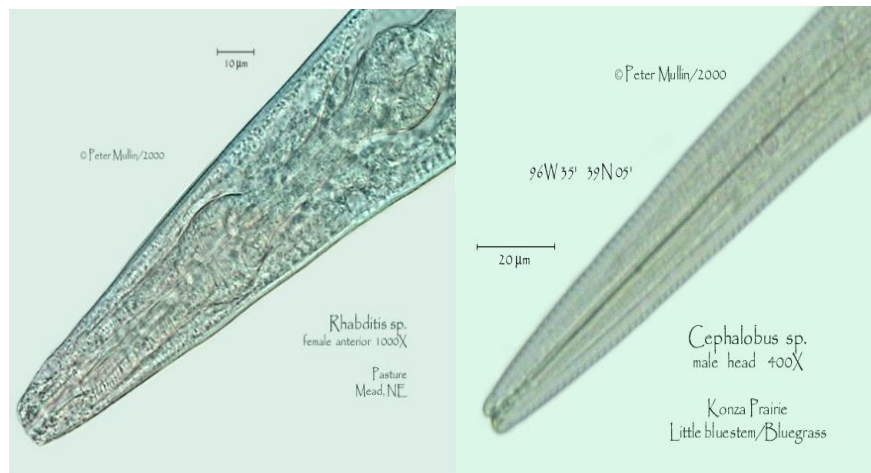


Figure 5 : Morphologie de quelques espèces de Rhabditida (Mullin, 2000).

1.2.3. Les nématodes Dorylaimida :

L'ordre des Dorylaimides comporte de nombreuses familles et espèces détritiphages, phytophages vecteurs des virus (**Linford and Oliveira, 1937**). Elles sont très communes dans les sols cultivés et sont caractérisées par la présence d'un aiguillon buccal robuste et d'un œsophage cylindrique terminé par un renflement musculaire également cylindrique et long. Certaines espèces sont de grande taille pour des nématodes du sol (**Ritter, 1971**).

Selon **Reddy (1983)**, les Dorylaimides sont classées comme suite :

Règne: Animalia

Sous règne: Metazoa

Embranchement : Nematelmintha

Classe : Nématoda

Sous classe : Adenophorea

Ordre : Dorylaimida

Famille : Longidoridae, Dorylamoidae

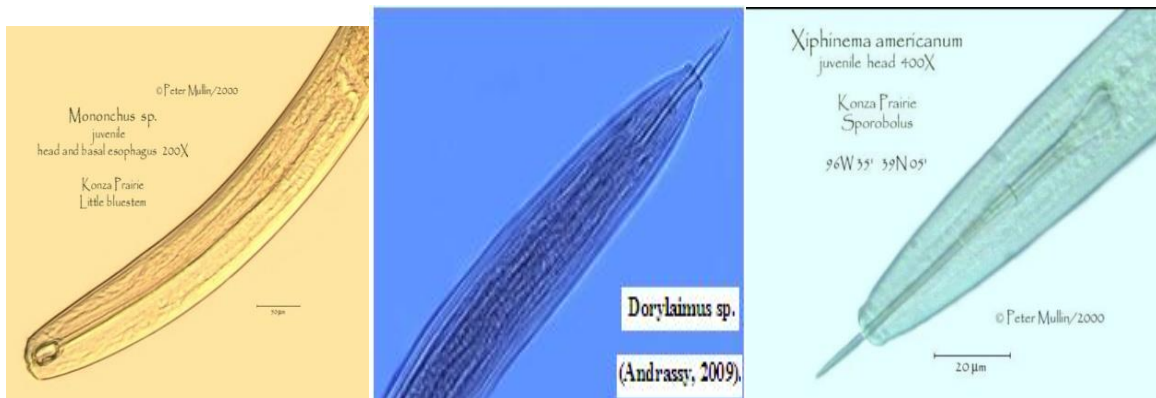


Figure 6 : Morphologie des espèces Dorylaimides (Andrassy, 2009 ; Mullin, 2000).

➤ **Ordre des Monhysterida :**

Nématodes jamais triradiés ou latéralement comprimés, le passage de l'oesophage à l'intestin est assez large (**Bachelier, 1978**).

D'après **Bachelier (1978)**, Ce groupe est classé comme suite :

Règne : Animalia

Sous règne: Metazoa

Embranchement : Nematelmintha

Classe : Nématoda

Sous classe : Adenophorea

Ordre: Monhysterida

Genres: Plectus, Monhystera

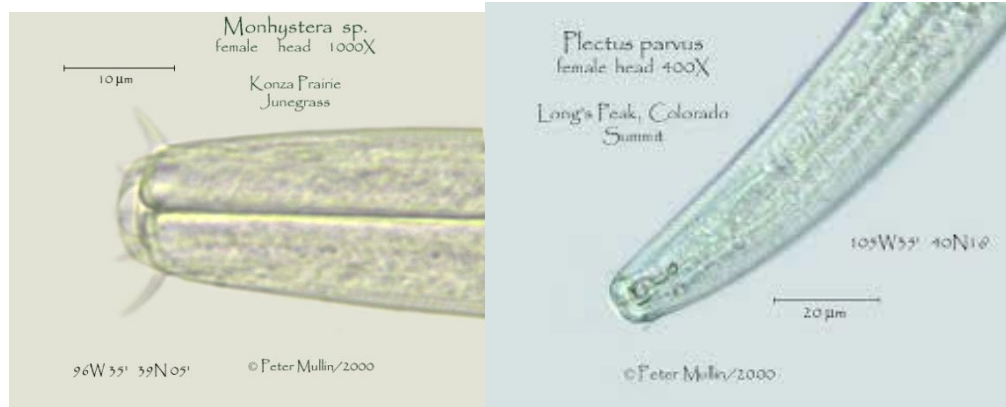


Figure 7 : Morphologie des espèces Monhysterida (Mullin, 2000).

I.2. 3. Biologie et cycle de développement

En conditions favorables sous les tropiques, de nombreuses espèces ont des cycles de développement très courts avec plusieurs générations par saison. Cela peut conduire à des développements très rapides de populations à partir de seulement un (auto-fertilisation) ou deux individus (**Coyne et al., 2010**). A part quelques rares espèces hermaphrodites, tous les Nématodes sont à sexes séparés. Quelques espèces sont entièrement ou provisoirement parthénogénétiques, mais il n'existe pas de multiplication asexuée chez les Nématodes. Tous pondent des œufs, quelques espèces étant ovovivipares (**Bachelier, 1978**).

Le cycle de développement des nématodes est typiquement divisé en 6 : le stade œuf, 4 stades juvéniles et le stade adulte .La durée de chacun de ces stades et du cycle biologique complet diffère selon les espèces et dépend de facteurs comme la température, la teneur en eau et la plante hôte (**Coyne et al., 2010**).

Par ailleurs, les nématodes peuvent survivre à des conditions défavorables comme la saison sèche ou les hivers froids. Certaines espèces survivent mieux à différents stades, par exemple les espèces du genre *Heterodera* survivent mieux sous formes d'œufs à l'intérieur de kystes, le genre *Ditylenchus* au quatrième stade juvénile et le genre *Anguina* au second stade juvénile (**Coyne et al., 2010**). De nombreuses espèces, se déshydratent ou s'enkystent. De nombreux Nématodes phytophages (*Tylenchus*, *Aphelenchus* ...) peuvent subir une dessiccation complète et prolongée et demeurer ainsi inertes pendant des mois et des années. Des déshydratations et réhumidifications successives sur les mêmes larves sont généralement possibles (**Bechelier, 1978**).

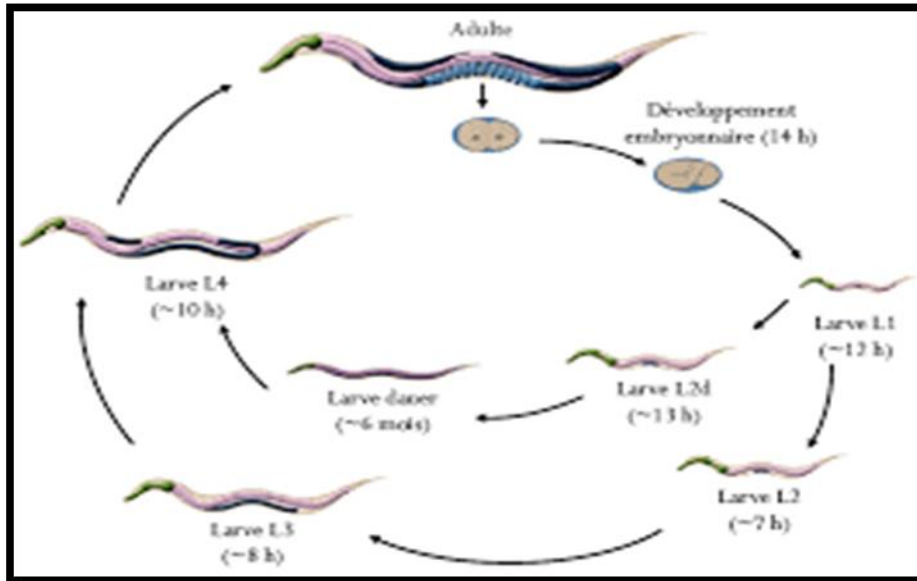


Figure 8 : Cycle de vie de *Caenorhabditis elegans* à 20°C.
(Modifiée d'après le site Worm 2022).

I.2. 5. Mode de vie

D'après Cayrol *et al.* (1992), la considération de leur mode de vie par rapport à la plante est variée. On distingue les nématodes des racines parasites externes (*Tylenchus*) ou internes comme *Pratylenchus*, Les nématodes phytoparasites peuvent être séparés en deux groupes :

- Les nématodes des parties aériennes (exp ; *Aphelenchoides*) – ceux qui s'alimentent sur les parties aériennes des plantes ;
- Les nématodes des parties racinaires (exp : *Meloidogyne*) – ceux qui s'alimentent sur les racines et tubercules souterrains.

Ils peuvent également être regroupés selon leur comportement alimentaire et leur mobilité en trois groupes principaux (Coyne *et al.*, 2010):

- Endoparasites migrants – des nématodes mobiles qui s'alimentent à l'intérieur des tissus racinaires des plantes ;
- Endoparasites sédentaires – des nématodes qui, arrivés sur un site nourricier, cessent d'être mobiles et s'alimentent sur ce site nourricier ;
- Ectoparasites – des nématodes qui s'alimentent à la surface des tissus racinaires des plantes.

I.2. 4. Régime alimentaire :

D'après **Gomes, et al., (2003)**, les nématodes sont classés dans cinq groupes, les parasites des plantes (phytophages) les fungivores, les bactériovores, les prédateurs et les omnivores :

- Les nématodes phytophages, comme (*Meloidogyne*, *Heterodera*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Xiphinema*....), utilisant leur stylet à la fois pour injecter des enzymes dans les cellules et les tissus végétaux des plantes et pour en extraire le contenu, d'une manière très semblable aux aphidés (pucerons) sur les plantes (**Coyne et al., 2010**).
- Les nématodes fungivores, (*Aphelenchus*, *Aphelenchoides*, *Leptonchus*, *Diphtherophora*) utilisant leur stylet pour se nourrir sur les hyphes mycéliens.
- Les nématodes bactériovores, citons (*Rhabditis*, *Caenorhabditis*, *Diplogaster*, *Cephalobus*, *Alaimus*.....), se nourrissant de procaryotes utilisant leur stoma tubulaire inerme.
- Les nématodes prédateurs se nourrissant de sources alimentaires d'origine animale en l'ingérant leur proies à travers une large cavité munie de dents (*Diplogaster*, *Mononchus*, *Nygolaimus*) ou en aspirant le contenu du corps prédigéré à travers lumen de leur stylet (*Seinura*, *Labronema*).
- Les nématodes omnivores, renfermant certains *Dorylaimidae* (*Dorylaimus*) utilisent comme source alimentaire les bactéries, les champignons, des proies de la microfaune, des diatomées et des algues.

La figure ci-dessous représente structure interne de la partie antérieure des différents ordres de nématodes qui sont cités avant :

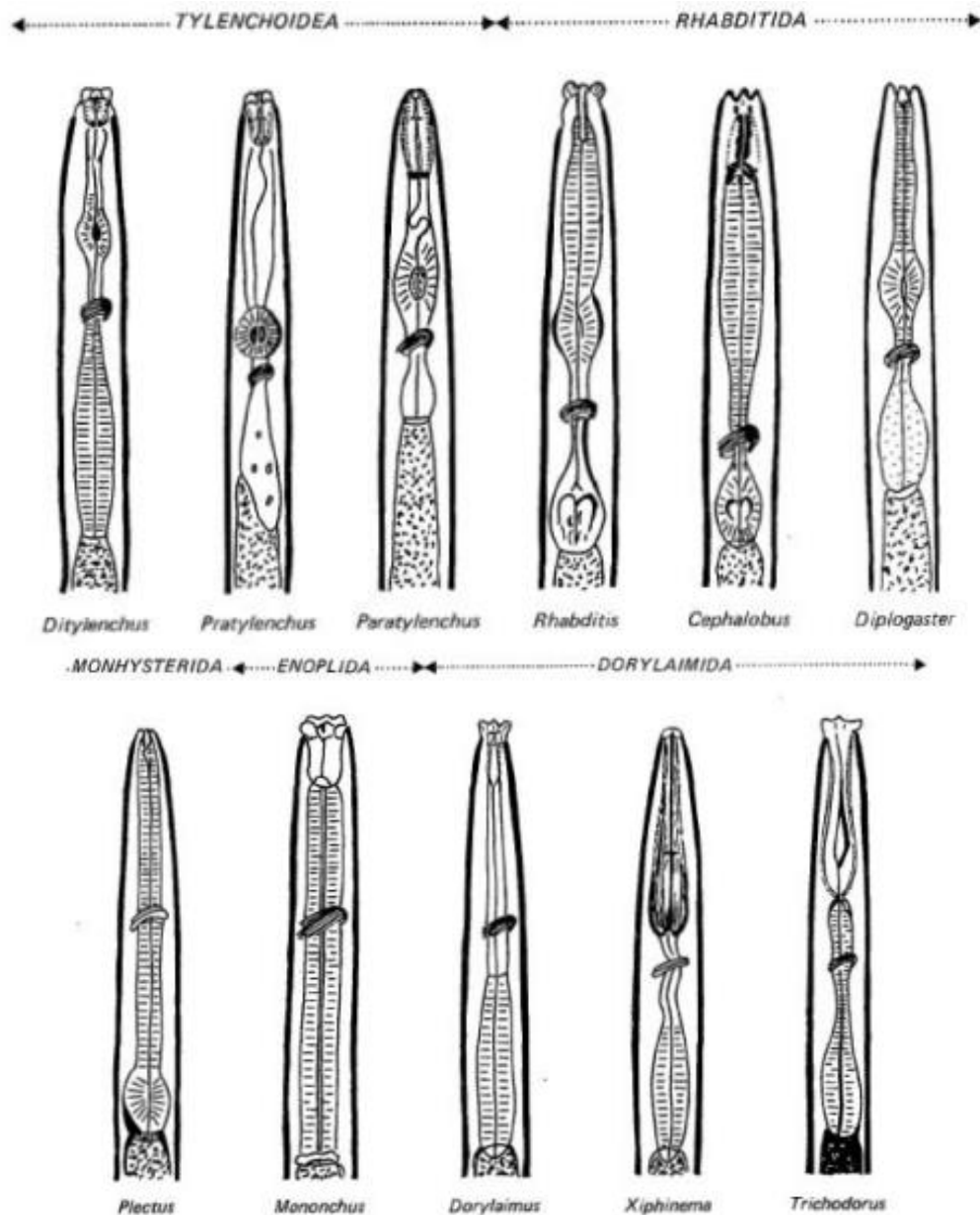


Figure 9 : Extrémités antérieure des divers nématodes du sol (Bachelier, 1978)

I.2. 6. Symptômes et dégâts

Les symptômes d'attaques des nématodes sont rarement spécifiques ; les plus visibles sont occasionnées sur les parties aériennes entraînant soit des déformations ou des nécroses (**de Guiran, 1983**). Les dégâts directs sont avant tout un affaiblissement de la plante, parfois des décolorations, galles, etc. Les dégâts indirects consistent en l'aggravation par l'installation des champignons / bactéries pathogènes et la transmission de maladies virales (**de Guiran et Netscher, 1971**).

Les nématodes phytophages utilisent leurs stylet pour perforer les tissus de la plante, des enzymes digestifs produites par les glandes salivaires y sont injectés par le biais de la

pompe (bulbe musculaire médian), laquelle ensuite, aspire le produit de la digestion et le déverse dans l'intestin (**Agios, 1978**).

Dans le monde, un complexe d'au moins 10 espèces de nématodes est inféodé aux céréales appartenant aux genres *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus*, et surtout les nématodes à kystes *Heterodera* (**Rivoal et al., 1985**).

Pour le genre *Heterodera*, les attaques se traduisent par de larges plages circulaires, de plantes pâles et rabougries à végétation très faible (**Person-Dedryver, 1989 et Rivoal et Cook, 1993**). Les plantes attaquées sont naines et présentent un tallage réduit (**Caubel et Rivoal, 1972; Mor et al., 1992**). Ces taches confèrent à la culture un aspect hétérogène et sont aussitôt envahies par les mauvaises herbes (**de Guiran, 1983**).

Les symptômes essentiels des attaques de *Meloidogyne* se traduisent par la formation de galles sur les racines. Ces dernières peuvent être de petites tailles visibles sur les radicelles ou grosses envahissant tout le système racinaire (**de Guiran, 1983**). **Goggin et al. (2004)** affirment que *Meloidogyne incognita* provoque des lésions du système vasculaires. Cette espèce prédispose les plants de coton aux attaques par le fusarium et le verticillium (**Thomas et al., 2004**).

Les attaques de *Ditylenchus* sont diverses, à titre d'exemple, *Ditylenchus dipsaci* provoque des symptômes variant entre le rabougrissement, gaufrage, torsion, gonflement, malformation des feuilles, des tiges, des pétioles et des fleurs (**Alford, 2002**).

Le genre *Pratylenchus* provoque des lésions sur les racines permettant l'installation des bactéries et des champignons. Ainsi les plants perdent leurs vigueur et flétrissent (**Alford, 2002**). L'association *Pratylenchus* et *Meloidogyne* forment un complexe très pathogène sur de nombreux plants de rosiers (**de Guiran, 1983**).

D'autres phytoparasites sont signalés sur les plantes cultivées comme l'espèce *Aphelenchoides besseyi* qui s'alimente sur les jeunes tissus des feuilles de riz à la fin de la saison de croissance (**Taylor, 1969**). Après germination des graines du riz, *Aphelenchoides besseyi* s'alimente des cellules méristématiques. Après la croissance végétale *Aphelenchoides besseyi* se trouve à la face inférieure des feuilles au-dessus des tiges et deviennent ectoparasites s'alimentant aux cellules parenchymateuses au tour de la tête du corps (**Todd et Atkins, 1958**).

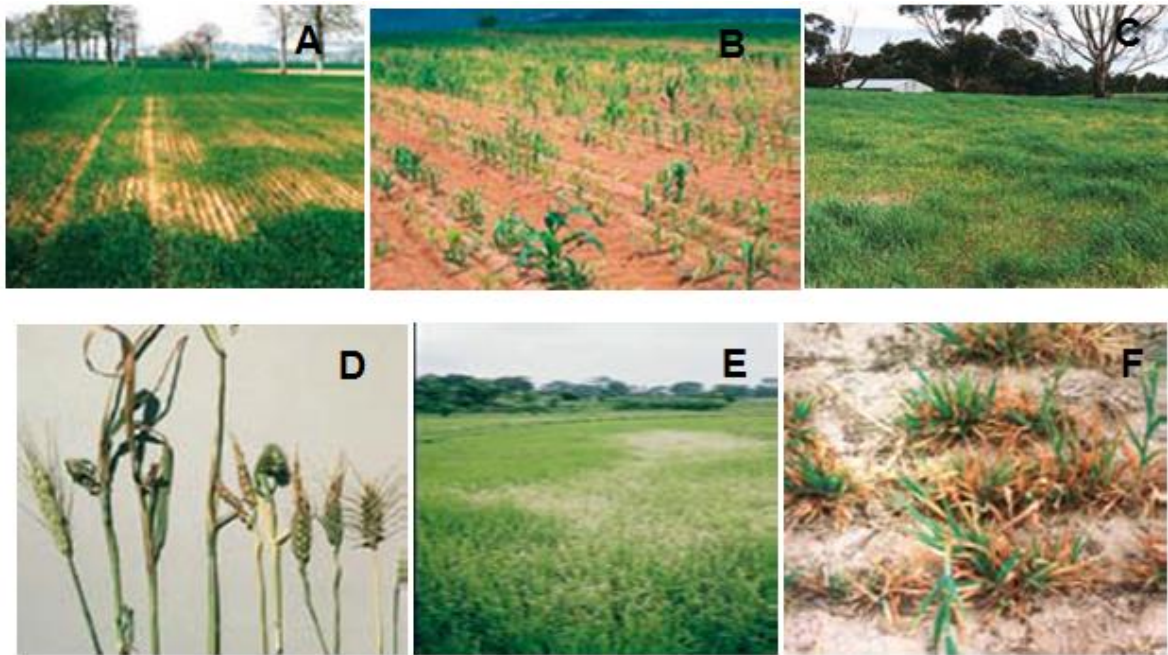


Figure 10: Dégâts des nématodes sur les cultures Céréalières (Coyne *et al.*, 2010)

- A) Réduction du tallage et distribution en taches sur blé attaqué par le nématode agent de lésions (*Pratylenchus neglectus*)
- B) Distribution en taches, nanisme et chlorose de pieds de maïs attaqués par le nématode à galles (*Meloidogyne* spp.)
- C) Chlorose en taches et défaut de croissance des feuilles basses de blé en présence *Heterodera* spp
- D) Déformation des épis d'orge et de blé en présence du nématode des épis *Anguina tritici*
- E) Maladie du bout blanc du riz causé par *Aphelenchoides besseyi*
- F) Pieds d'avoine sévèrement attaqués par le nématode des tiges *Ditylenchus dipsaci*, causant le développement clairsemé et le rabougrissement

CHAPITRE II

MATERIEL ET METHODES

II. 1. Présentation de la région d'étude

II. 1. 1. Situation géographique

La Wilaya de M'Sila, occupe une position privilégiée dans la partie centrale de l'Algérie du nord, elle fait partie de la région des Hauts Plateaux du centre et s'étend sur une superficie de 18. 175 km². Sa position géographique fait que sa vocation principale demeure l'agro-pastoralisme tributaire d'une pluviométrie malheureusement faible et irrégulière ne dépassant pas les 250 mm par an. Elle est limitée par:

- _ Au Nord Est : les wilayas de Sétif et Bordj Bou-Arredj
- _ Au Nord Ouest : Les wilayas de Médéa et Bouira
- _ A l'ouest : la wilaya de Djelfa ;
- _ A l'Est : la wilaya de Batna ;
- _ Au Sud Est : la wilaya de Biskra

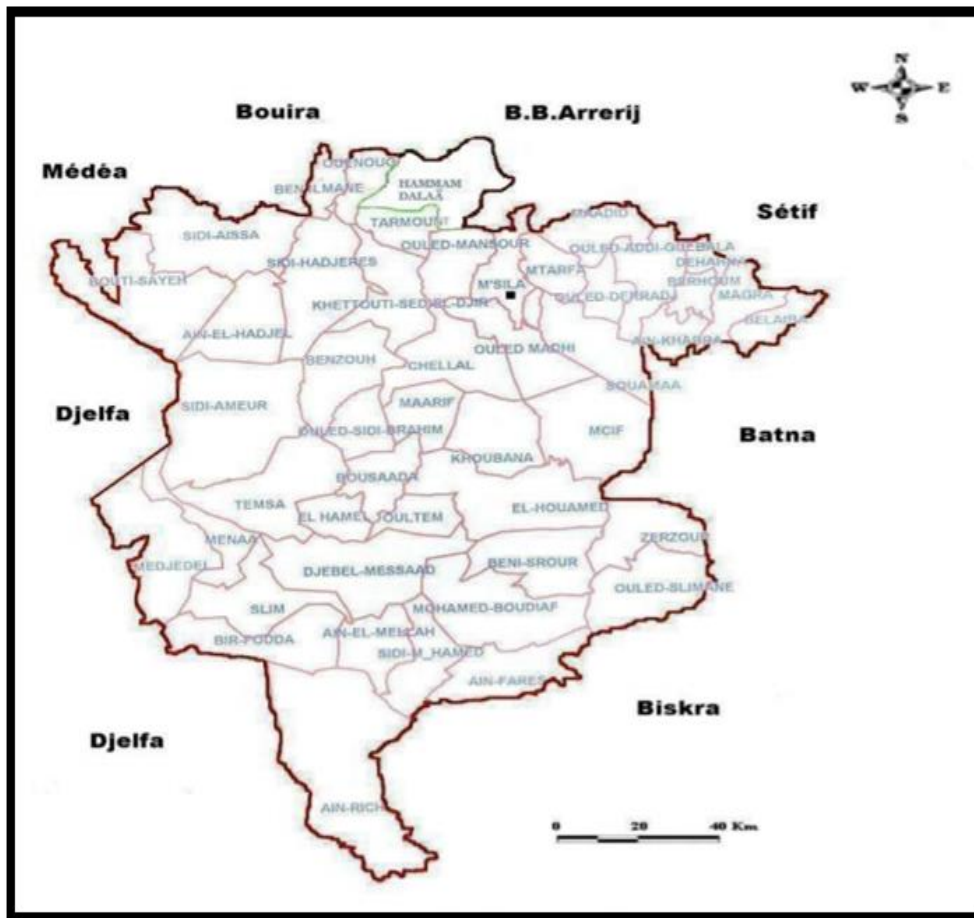


Figure 11 : Limite géographique de la wilaya de M'Sila (DSA 2011).

II. 1. 2. Facteurs pédologiques

Selon Ramade (2003), La pédologie est la science dont l'objet est l'étude de la genèse, de la structure et de l'évolution des sols. Elle fut la première à prendre conscience de l'influence physicochimique majeure qu'exercent les facteurs climatiques et la végétation sur le substrat rocheux.

Les sols de M'Sila sont de 06 types (Feyayeh, 2015) : Sols minéraux bruts d'apport alluvial, Sols peu évolués, sols calcimagnésiques, Sols halomorphes, Sols hydro morphes et les sols Isomorphes.

II. 1. 3. Facteurs climatiques

Selon Faurie et al. (1984), Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution des êtres vivants. Il modifie les populations faunistiques à court ou à long terme. Il forme aussi les différents reliefs les montagnes les plaines les bassins et autres (Chemery, 2006). Dans le présent travail qui s'est déroulé au cours de l'année 2018 qui retient ici notre attention, en particulier la température, la pluviométrie et le vent.

II. 1. 3. 1. Température

Parmi les principaux facteurs qui influent la vie, la température qui est considérée par (Dajoz, 1996) comme le facteur le plus important de tous les facteurs climatiques. Ramade (2003) et Barbault (2003) confirment l'importance de ce facteur et déclarent que la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère est liée directement aux isothermes.

Les valeurs des températures mensuelles obtenues par l'office national de la météorologie sont présentées dans le tableau ci-après

Tableau 1 : Températures moyennes mensuelles, des maximas, des minima et des moyennes de la région de M'Sila (1988_2017).

	JNV	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUT	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC
M°C	18,8	21,5	27,0	30,8	36,6	40,9	43,1	42,6	38,5	33,2	25,1	19,7
m °C	-1,4	-0,7	0,8	4,4	11,2	14,2	18,9	19,0	13,8	8,3	1,5	-0,9
M+m/2	8,7	10,4	13,9	17,6	23,9	27,5	31	31,9	26,1	20,7	13,3	9,38

(O.N.M, 2018)

M : Moyenne mensuelle des températures maxima en °C.

m : Moyenne mensuelle des températures minima en °C.

(M+m)/2 : Moyenne mensuelle des températures en °C.

Le mois le plus froid durant cette période est janvier avec une Température mensuelle de -1,4 °C. La température mensuelle la plus élevée est celle de Juillet avec 43,1°C.

II. 1. 3. 2. Pluviométrie

Après la température la pluviométrie joue un rôle fondamental dans le fonctionnement et la répartition des écosystèmes. La pluviométrie est définie comme la quantité totale de précipitations telles que la pluie et la neige, reçue par unité de surface et de temps (Ramade 1984 ; Ramade 2003). D'après Barbault (1997) la disponibilité en eau du milieu et l'hygrométrie atmosphérique jouent un rôle essentiel des organismes terrestres.

Les valeurs des précipitations mensuelles obtenues à partir des données de l'office national de la météorologie exprimées en mm sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Précipitations mensuelles et annuelle de la région de M'Sila (1988_2017)

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUT	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC	Annual
P (mm)	19	14,5	18,4	21,6	26,4	12,7	6,2	8,9	25,3	19,1	24,5	19,6	216.3

(O.N.M, 2018)

Dans la région de M'Sila, le mois le plus pluvieux durant cette période est le mois de Mai (26,4 mm) suivi par septembre et Novembre avec 49,8 mm, alors que juillet est le mois sec avec 6.20 mm.

II. 1. 3. 3. Synthèse climatique

La synthèse climatique s'accomplit de deux façons complémentaires. Elle implique la construction du diagramme ombrothermique de Gaussen et celle du climagramme pluviométrique d'Emberger, le premier est appliqué à la région d'étude. Le diagramme ombrothermique est obtenu en portant sur l'axe des abscisses les mois de l'année et en ordonnées les précipitations et les températures. Les températures présentent une échelle double par rapport à celle des précipitations (Faurie et *al.*, 1984). Le climat est sec quand la courbe des températures passe au-dessus de celle des précipitations et il est

humide dans le cas contraire (Dreux, 1980 ; Dajoz, 1996). Gaussen cité par Dajoz (1971) considère le climat d'un mois comme sec si les précipitations exprimées en millimètres sont inférieures au double de la température moyenne en °C. C'est à partir du diagramme de Gaussen, que nous avons pu définir les mois secs et les mois humides.

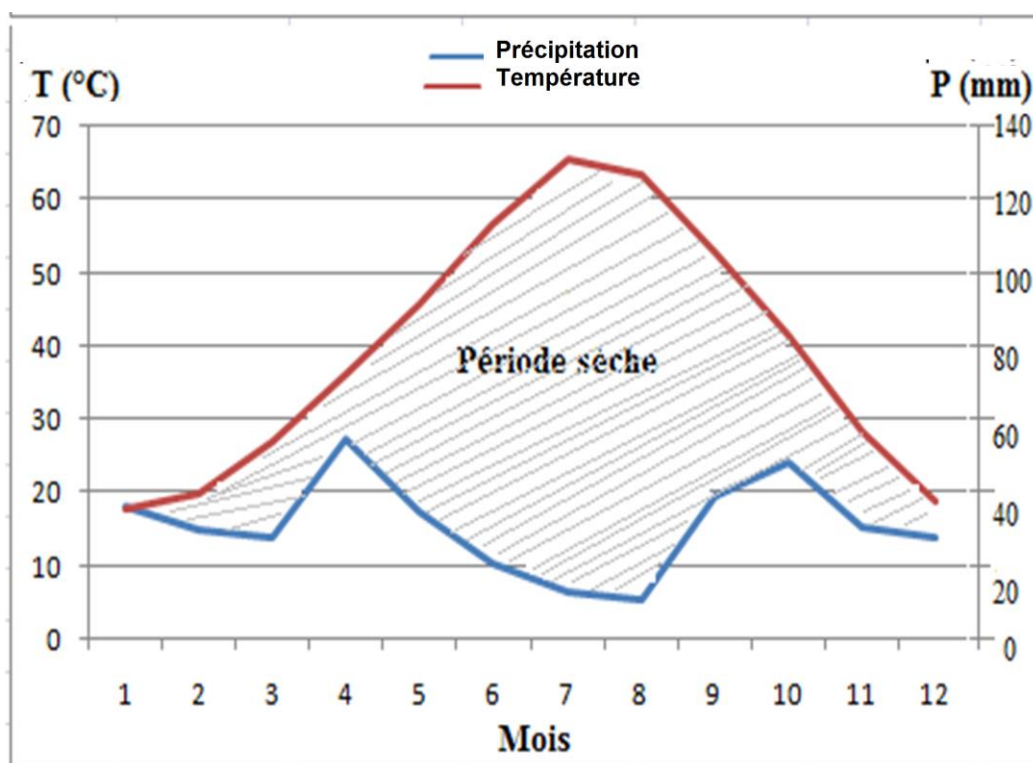


Figure 12 : Diagramme ombrothermique de la région de M'Sila entre 2016-2018.

Le diagramme ombrothermique de la région de M'Sila révèle la présence d'une période sèche qui s'étalent durant les douze dernières années (2016-2018).

II. 2. Inventaire des nématodes Du sol de la céréaliculture :

Le travail expérimental est réalisé en fonction des étapes suivantes :

- Sortie sur terrain et prélèvement des échantillons de sol ;
- Extraction des nématodes du sol par la méthode du sol par la méthode Baerman modifié ;
- Caractérisations des nématodes (Dénombrement et identification) sous loupe binoculaire en se basant sur deux clés d'identification : Jacob et Middepiats (1988), Yeates et al (1993) ;
- Fixation des nématodes du sol.

II. 2. 1. Méthodes d'échantillonnage :

Le dispositif choisi résume le mode de prélèvement dans nos stations d'étude. Les échantillons de sol sont réalisés sur la surface de chaque parcelle. Au niveau de chaque parcelle, un prélèvement d'échantillon composé, qui consiste à réunir huit échantillons élémentaire de sol d'environ 100g récolté dans la rhizosphère des plants, choisis le long des deux diagonales (en orange sur la figure ci dessous), à l'aide d'un couteau pédologique, à une profondeur 30 cm rassemblés dans des sacs référencés. Ces prélèvements ont été réalisés pendant les mois de février et d'avril de l'année 2023 dans les répartitions d'études (Maarif et M'Sila).

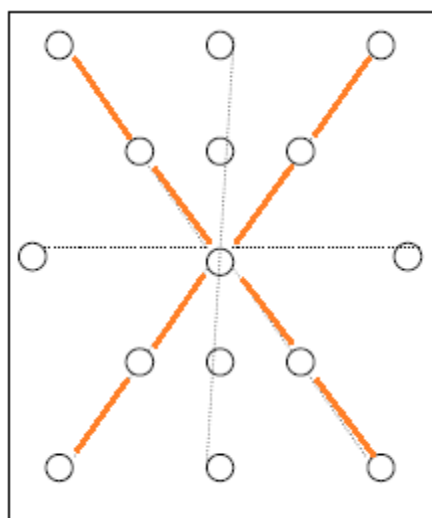


Figure 13 : Dispositif expérimental de chaque station d'étude

II. 2. 2. Extraction des nématodes du sol

La méthode d'extraction utilisée est Bearmann modifié, cette méthode est classiquement utilisée pour les extractions de nématodes mobiles à partir de broyats de végétaux, de semences, de terreaux organiques ou de faibles quantités de sol. Elle peut aussi servir à clarifier une solution après élutriation appelée aussi méthodes des assiettes.

L'extraction des nématodes est réalisée selon les étapes suivantes :

- A l'aide d'un tamis à grosse maille (2mm), on enlève les cailloux et débris divers et brisez les mottes de terre ;
- Dans un récipient en plastique (bassine, seau), on mélange l'échantillon de sol. Puis, on Prélève un volume de sol (100 ml);
- On place un filtre en papier, (nappe en papier, mouchoir en papier) sur le tamis placé sur le plateau/ soucoupe en plastique en s'assurant que la base du tamis est entièrement recouverte par le filtre ;

- On place le volume de sol sur le papier-filtre couvrant le tamis. Il est important que le sol ne déborde pas le papier filtre. ces débordements entraînent le salissement des solutions d'extraction ;
- On rajoute de l'eau aux plateaux d'extraction et on prend soin de verser délicatement l'eau dans les plateaux et non sur le papier-filtre ou l'échantillon (entre le bord du plateau et le tamis) ;
- On ajoute la quantité d'eau nécessaire pour humidifier mais non couvrir l'échantillon pour éviter le dessèchement;
- On laisse (de préférence à l'obscurité) au calme pendant une période définie (48 heures si possible) en rajoutant de l'eau si nécessaire. Les nématodes traverseront le filtre de papier pour passer dans l'eau au fond du plateau.

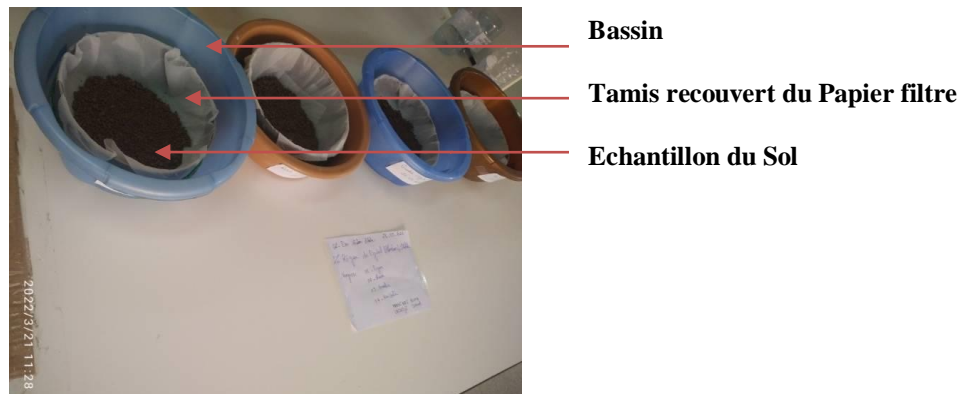


Figure 14 : Méthode d'extraction des nématodes du sol (Laoudji et Mokhtari, 2022)

II. 2. 3. Dénombrement et identification des taxons

Nous avons observés et dénombrés les nématodes à l'aide d'un microscope Optique, un grossissement de (x 45) est recommandé pour le comptage et l'identification des nématodes, en utilisant des cellules de comptage d'une capacité de 5 ml. Les nématodes qui ne peuvent pas être identifiés dans la plaque de comptage, doivent être pêchés à la main et montés sur une lame et lamelle pour une identification à un plus fort grossissement sous microscope. En utilisant les clés d'identification de **Jacob et Midepiaat (1988)** et Celle de **Yeates et al. (1993)**, l'identification générique est basée sur l'observation de certains caractères morphologiques comme :

- La forme de la tête,
- La longueur et la forme du stylet,
- La longueur du corps,

- La disposition de la glande œsophagienne par rapport à l'intestin

Les populations des nématodes du sol sont exprimées en nombre de nématode par dm^3 (N/dm^3) (Merny et Luc, 1969).

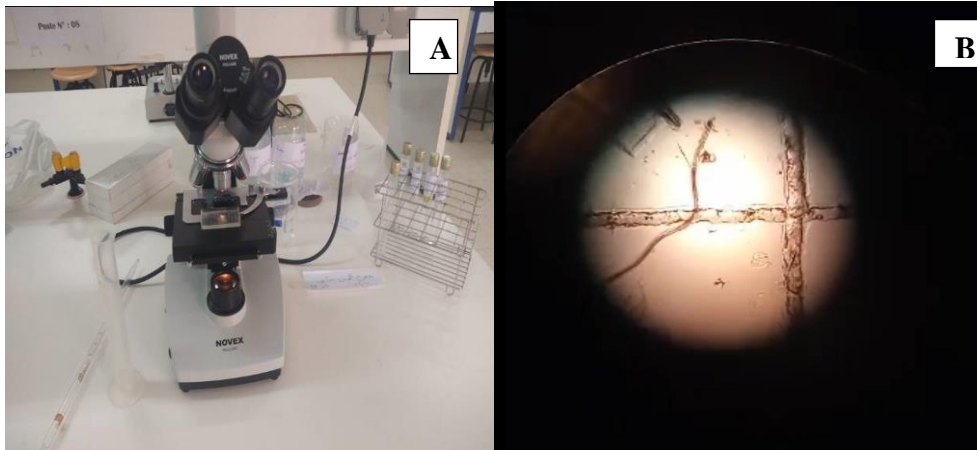


Figure 15 : Dénombrement et identification des taxons (Laoudji et Mokhtari, 2022)

II. 2. 4. Fixation des nématodes du sol

Chauffer la solution de fixation jusqu'à ébullition dans un tube à essai ou dans un bécher immergé dans de l'eau bouillante. Rassembler les nématodes dans une salière en verre dans une goutte d'eau et ajouter 2-3 ml de solution de fixation avec une pipette.



Figure 16 : Chauffage de fixateur de Grisse dans un bain marie (Laoudji et Mokhtari, 2022)

II. 4. Exploitation des résultats :

II. 4. 1. Indices écologique :

- Abondance absolue des individus rencontrés dans les échantillons sol.
- Abondances des différent groupe trophiques (PP : parasite des plante), (NF : nématodes fungivors), (NB : nématodes bactériovors), (OP : Omnivore, Prédateurs).

II. 4. 2. Logiciels statistiques :

Les données recueillies sur les communautés de nématodes rencontrés les six stations oléicoles ont fait l'objet d'analyses statistiques. Les résultats, présentés sous forme de courbes ou d'histogrammes, rejoignent le plus souvent des valeurs moyennes avec des écart-types, ces derniers ont été réalisés par le Microsoft Excel.

Lorsque le problème est de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions (station d'étude), on utilise l'analyse de la variance par le logiciel (**SYSTAT vers. 12 SPSS 2009 et Excel Tm**).

CHAPITRE III

RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1 Bio-systématique des taxons rencontrés dans les stations Céréalières

Les examens des nématodes à partir d'échantillons de sol sont le seul moyen de confirmer la présence et la densité des populations. Les caractères morphologiques comme : la longueur et la largeur du corps. La forme de la tête et de queue, la longueur du stylet, position de la vulve, le recouvrement de la glande œsophagienne par rapport à l'intestin sont toutes utilisées pour l'identification des genres de nématodes. Pour identifier les espèces, d'autres caractéristiques additionnelles sont nécessaires comme la structure de cuticule la présence ou l'absence de soies céphaliques, Bursa caudale phasmidés, la structure œsophagienne et le nombre des ovaires (Jacob et Mideppiat, 1988). En se basant sur ces caractères morphologiques, on a pu identifier 14 genres de nématodes dont leurs densités varient en fonction des stations d'étude. Ils sont répartis en fonction de leur régime alimentaire en trois groupes trophiques (Yeates et al., 1993) regroupées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Les nématodes recensés dans les stations céréalières et leurs groupes :

Groupes trophiques	Taxons
Nématodes Phytoparasites facultatifs et obligatoires (NP)	<i>Aphelenchus sp.</i> , <i>Aphelenchoides sp.</i> , <i>Tylenchus sp.</i> , <i>Ditylenchus sp.</i> , <i>Heterodera sp.</i> , <i>Nothotylenchus sp.</i> , <i>Tylenchorhynchus sp.</i> , et <i>Pratylenchus sp.</i>
Nématodes bactériovores (NB)	<i>Rhabditis sp.</i> , <i>Cephalobus sp.</i> , <i>Monhystera sp.</i> et <i>Chiloplachus sp.</i>
Nématodes omnivores prédateurs (NOP)	<i>Dorylaimus sp.</i> et <i>Discolaimus sp.</i>

Les céréales sont confrontées à de nombreux nématodes appartenant aux genres *Pratylenchus*, *Meloidogyne*, et surtout les nématodes à kystes *Heterodera*. Dans le monde, un complexe d'au moins 10 espèces de nématodes est inféodé aux céréales. Parmi les plus dangereux, *Heterodera avenae* est considéré actuellement comme étant l'espèce la plus

dommageable en raison de sa large distribution géographique et ses spécificités aux graminées (Rivoal *et al.*, 1978).

III.2. Densité moyenne globale des différents groupes trophiques rencontrés dans la région d'étude :

Les résultats obtenus sur la variabilité de la Densité moyenne globale des différents groupes trophiques rencontrés dans la région d'étude (M'Sila) montrent que le groupe des nématodes phytophages est le plus fréquent avec une densité de 93,33 N/dm³, suivi par le groupe des omnivores-Prédateurs avec une densité proche de celle des phytoparasites (83,33 N/dm³), et en dernière position les nématodes Bactériovores avec une densité de 76,67 N/dm³ (figure 17).

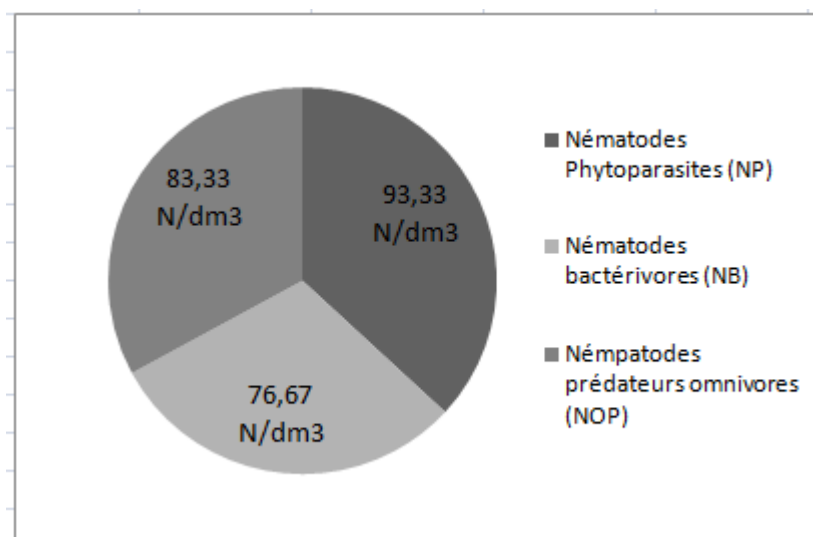


Figure 17 : Densité moyenne globale des différents groupes trophiques rencontrés dans la région d'étude

Plusieurs travaux de recherches signalent que les nématodes sont des bio-indicateurs utiles dans les écosystèmes du sol (Bongers and Ferris, 1999 ; Ekschitt *et al.*, 2001). Les nématodes phytophages (obligatoires ou facultatifs) qui renseignent sur la nature et l'état de la couverture végétale et, le risque de perte de rendement (N'diaye, 1994; Seinhorst, 1956). Tandis que, les nématodes prédateurs et omnivore sont les plus sensibles aux perturbations de l'environnement (Bongers et Bongers, 1998 ; Georgieva *et al.* 2002). Cependant, les nématodes bactériophages et fongivores tolèrent les différents taux de résidus chimiques appliqués en agriculture conventionnel (Fu *et al.*, 2000).

III.3. répartition de la Densité moyenne globale des différents groupes trophiques rencontrés dans les deux zones d'étude.

Les résultats obtenus sur la variation de la Densité moyenne globale des différents groupes trophiques rencontrés dans les deux mois d'étude (Février et Avril) révèlent une forte densité des nématodes du sol associés à l'orge dans les deux stades phénologiques étudiées (stade trois feuilles : 200 N/dm³ et stade épiaison : 132 N/dm³). Pour les deux types de blé, les densités des nématodes du sol sont similaires pour les deux stades phénologiques (**Figure 18**).

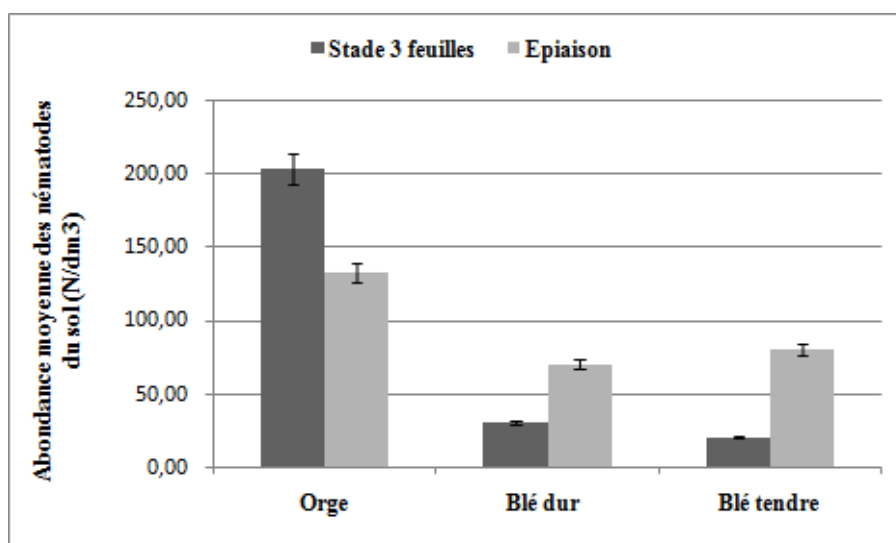


Figure 18 : Répartition des densités moyennes des nématodes du sol en fonction des stations d'étude.

Les nématodes sont généralement plus abondants en absence du travail de sol qui induit une modification des caractéristiques physico-chimiques des sols ainsi qu'une modification de la structure spécifique du peuplement de nématodes phytoparasites (**Thomas, 1978**). De plus le travail du sol (labour, sarclage...) induit des modifications des conditions hydrique et thermique dans la strate superficielle du sol, où les nématodes sont majoritairement présents, susceptibles d'influencer leur développement (**Norton, 1979**).

III.4. répartition de la Densité moyenne globale des différents groupes trophiques rencontrés en fonction des espèces céréalières.

Les résultats obtenus sur la variation de la Densité moyenne globale des différents groupes trophiques rencontrés pendant la période d'étude (Février et Avril) révèlent une

forte densité des nématodes phytoparasites (75 N/dm³) sur Orge, suivi par le groupe des nématodes omnivores-Prédateurs et bactériovores avec des densités de proche 70 N /dm³. Concernant le Blé dur et blé tendre, les densités des groupes trophiques de nématodes du sol sont similaires variant entre 10 et 06 N/dm³ (**Figure 19**).

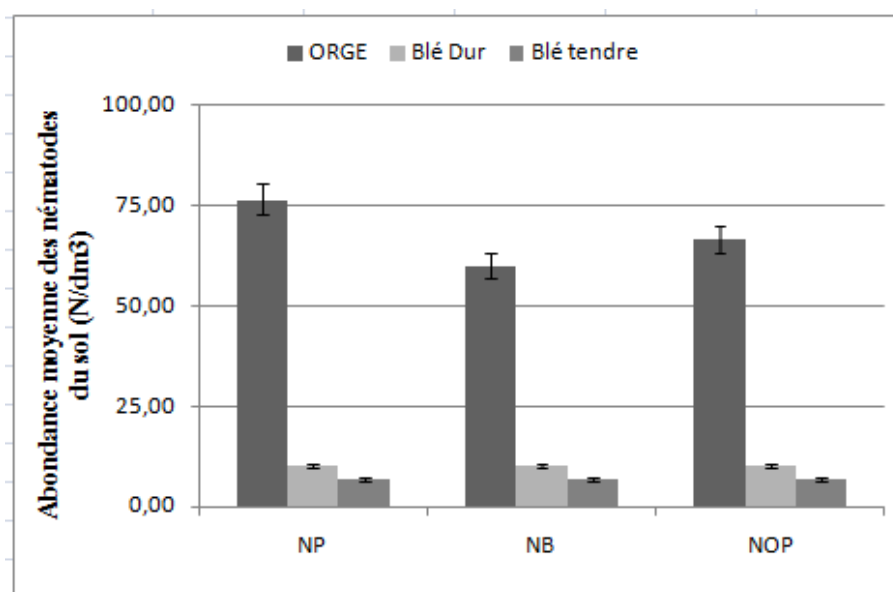


Figure 19 : Répartition des densités moyennes des groupes trophiques en fonction des cultures.

La répartition des abondances des groupes trophiques varie en fonction des cultures, ces modifications de la structure trophique des peuplements des nématodes sont en relation avec des changements des stades phénologiques des céréales, dont l'espèce orge présente une croissance plus avancée que les deux blés (B.dur et B. Tendre). Selon **Freckman et Caswell (1985)**, le système racinaire de la plante est la composante biotique majeure du sol, une source d'énergie pour la majorité de la faune tellurique. De l'autre part, les plantes agissent différemment sur les nématodes phytoparasites: les plantes pérennes sont une ressource permanente qui permet un grand degré de maturité des peuplements du sol, tandis que les plantes annuelles représentent une source alimentaire éphémère pour les nématodes, particulièrement pour les parasites obligatoires.

III.5. Variabilité de la Densité moyenne globale des différents groupes trophiques rencontrés en fonction des stations d'étude

Les résultats obtenus sur la variation des densités moyennes des groupes trophiques associés à l'orge, dévoilent des fortes densités de nématodes phytoparasites suivi par les

nématodes omnivores prédateurs en mois de Février, avec des densités de 77 N/dm³ et 68 N/dm³ respectivement. En mois d'Avril, le sol prélevé dans le champ de l'orge est moins abondants en nématodes (**Figure 20**).

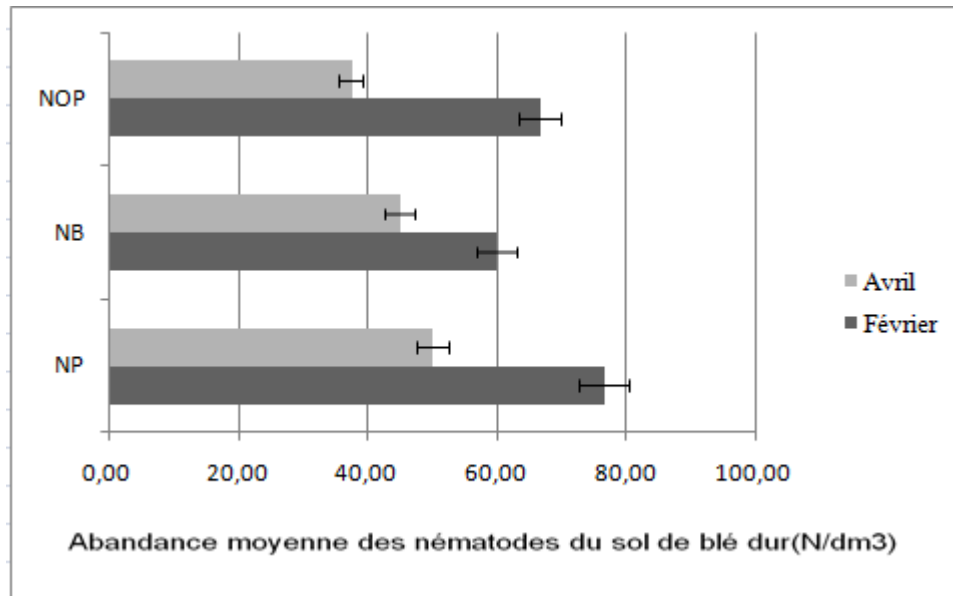


Figure 20 : Répartition des densités moyennes des groupes trophiques associés à l'orge

Les résultats obtenus sur la variation des densités moyennes des groupes trophiques dans le champ du Blé Dur, nous permet de déduire que les abondances moyennes des nématodes phytoparasites les plus importantes sont signalées en mois d'avril (40 N/dm³). Pour le groupe des nématodes bactériovores et des omnivores-prédateurs, des faibles densités sont enregistrées dans notre période d'étude (**Figure 21**).

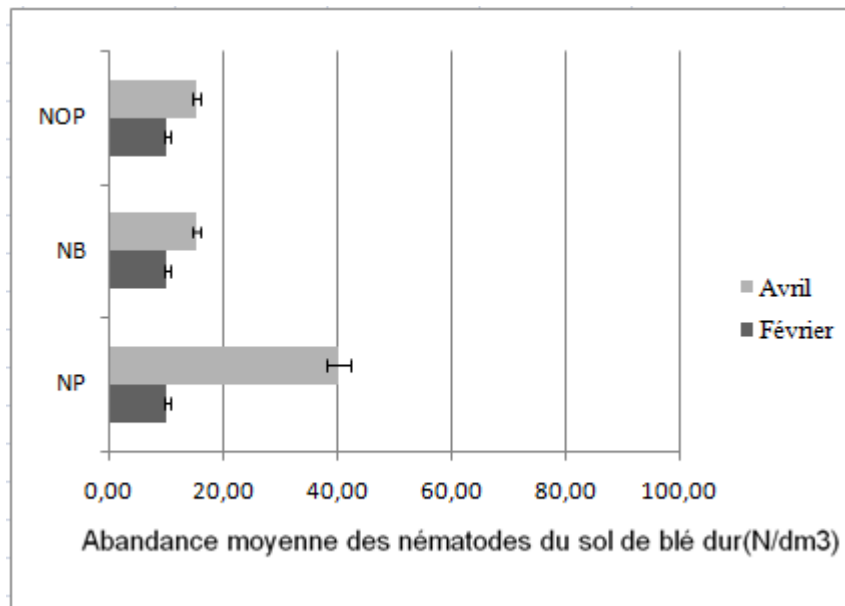


Figure 21 : Répartition des densités moyennes des groupes trophiques associés au blé Dur.

Les résultats obtenus sur la variation des densités moyennes des groupes trophiques dans le champ du Blé Tendre, dévoilent des fortes infestations du groupe des nématodes bactériovores (37 N/dm³) suivi par le groupe des nématodes omnivores-prédateurs en mois d'Avril. Toutefois, ces trois groupes trophiques sont moins abondants en mois de février, avec des densités similaires (6-10 N/dm³) (**Figure 22**).

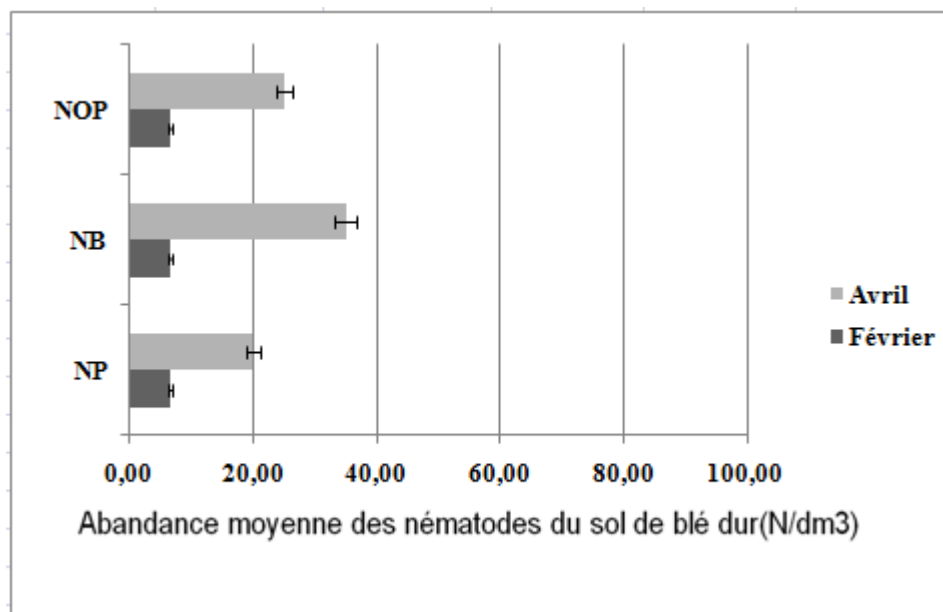


Figure 22: Répartition des densités moyennes des groupes trophiques associés au Blé Tendre.

Les nématodes phytophages (obligatoires ou facultatifs) renseignent sur la nature et l'état de la couverture végétale et, le risque de perte de rendement (N'diaye, 1994; Seinhorst, 1956). Tandis que, les bactériovores sont toujours abondants dans les sols cultivés (Wardle et al., 1995) et pullulent toujours dans les sols très riches en matière organique (Yeates et King, 1997).

III.6. Variation de la densité moyenne globale des différents groupes trophiques rencontrés dans la région d'étude à travers l'analyse de la variance

Le modèle G.L.M. (General Linear Model) appliqué à la variabilité des abondances globales de la nématofaune rencontrées dans les stations prospectées, pendant deux périodes d'étude (Février et Avril) montre une différence très hautement significative entre les trois espèces céréalières ($p=0,000$; $p \leq 0,05$). Les sols de l'orge hébergent des fortes densités en nématofaune identifiées. Cependant, les différences sont non significatives entre les groupes trophiques des nématodes du sol et la période d'étude (Figure 23).

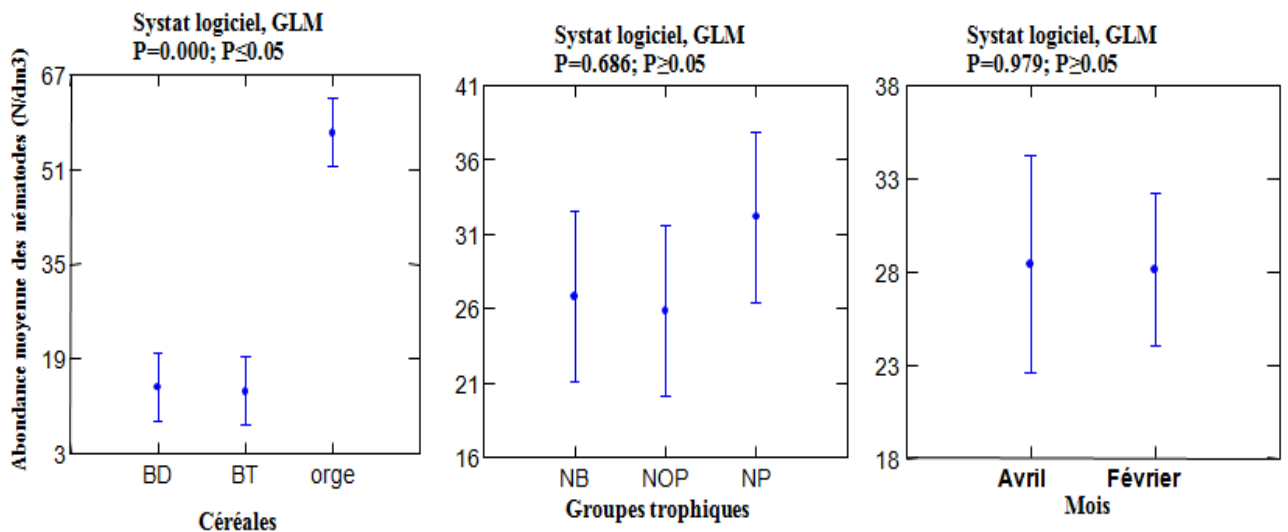


Figure 23 : Variation de la densité moyenne globale des différents groupes trophiques rencontrés dans la région d'étude à travers l'analyse de la variance

CONCLUSION

CONCLUSION

Les nématodes parasites des plantes sont toujours présents dans les sols agricoles, mais les dommages qu'ils occasionnent sont souvent attribués à d'autres ravageurs ou maladies ou problèmes liés à la culture.

La réalisation de cette étude nous a permis de recenser 16 genres de nématode du sol dans les trois stations céréalières (Orge, Blé Dur et Blé Tendre) dans la zones de Maarif et M'Sila. En fonction de leurs régimes alimentaires, Les nématodes inventoriés sont rangés en :

- Nématodes phytophages obligatoires et facultatifs : *Aphelenchus sp.*, *Aphelenchoides sp.*, *Tylenchus sp.*, *Ditylenchus sp.*, *Heterodera sp.*, *Nothotylenchus sp.*, *Tylenchorhynchus sp.*, et *Pratylenchus sp.*;
- Nématodes bactériovores : *Cebhalobus sp.*, *Rhabditis sp.*, *Monhystera sp.*, *Chiloplacus sp.* ;
- Nématodes prédateurs-omnivores : *Discolaimus* et *Dorylaimus*.

Les résultats sur la variation de l'abondance moyenne globale des nématodes du sol associés à la céréaliculture, révèlent que les densités globales des nématodes rencontrés varient dans les stations d'étude. L'abondance moyenne des nématodes est plus importante dans les sols de l'orge, dont Le groupe des phytoparasites est le plus abondant dans les stations d'étude suivi par les omnivores prédateurs, alors que les bactériovores sont les moins représentés.

En outre, Les résultats obtenus sur la variation de la Densité moyenne globale des différents groupes trophiques rencontrés dans les deux moins d'étude (Février et Avril) révèlent une forte densité des nématodes du sol associés à l'orge dans les stades phénologiques étudiées (tallage et stade épiaison). Toutefois, les densités des nématodes du sol sont similaires pour les deux stades phénologiques stade (trois feuilles et stade épiaison) des deux types de blé.

Concernant Les résultats obtenus sur la variation de la Densité moyenne globale des différents groupes trophiques rencontrés pendant la période d'étude (Février et Avril) révèlent une forte densité des nématodes phytoparasites sur Orge, suivi par le groupe des nématodes omnivores-Prédateurs et bactériovores avec des densités de proche. Concernant

le Blé dur et blé tendre, les densités des groupes trophiques de nématodes du sol sont similaires.

Les résultats obtenus sur la variation des densités moyennes des groupes trophiques associés à l'orge, dévoilent des fortes densités de nématodes phytoparasites suivi par les nématodes omnivores prédateurs en mois de Février. La variation des densités moyennes des groupes trophiques dans le champ du Blé Dur, nous permet de déduire que les abondances moyennes des nématodes phytoparasites les plus importantes sont signalées en mois d'avril. Les densités moyennes des groupes trophiques dans le champ du Blé Tendre, dévoilent des fortes infestations du groupe des nématodes bactériovores suivi par le groupe des nématodes omnivores-prédateurs en mois d'Avril.

Le modèle G.L.M. appliqué à la variabilité des abondances globales de la nématofaune rencontrées dans les stations prospectées, pendant deux périodes d'étude (Février et Avril) montre une différence très hautement significative entre les trois espèces céréalières. Les sols de l'orge hébergent des fortes densités en nématofaune identifié. Cependant, les différences sont non significatives entre les groupes trophiques des nématodes du sol et la période d'étude.

En perspectives, il serait intéressant de continuer ce travail et l'étendre à d'autres stations céréalières afin de déterminer les genres de nématodes les plus redoutables à ces cultures. De même, l'étude de la compétition entre ces communautés, ainsi que les relations mésologiques (nématode-sol) dans ces cultures constituent un outil dans la lutte intégrée.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- **ALLANE F et CHABLAÏ F, 2008.** Influence du génotype et de la balance hormonale sur l'induction de la callogénèse in vitro de deux cépages autochtones de vigne *Vitis Vinifera L.* Département de Biologie des populations et des organismes, Faculté des Sciences de la nature de la vie, Université Blida. 39 p.
- **AUBERT, 1978.** Effet du Milieu Edaphique Sur La Structure Trophique des Nématodes des Sols des Oliveraies de M'Sila, Faculté des sciences, Département des sciences agronomique, 32p.
- **BEN-ARIE, R., SEGAL, N., GUELFAT-REICH, S. 1984.**The maturation and ripening of the « Wonder ful » pomegranate. J. Am. Soc. HorticSci. 109(6), pp, 898-902.
- **BELAHMAR .M ,2010.** En Vue de l'obtention du diplôme de Doctorat En Sciences Agronomiques option : Zoophytiatrie, Ecole Nationale Supérieure Agronomiques- El Harrach – Alger, 146p.
- **BEHELIER G., 1978** - La faune des sols, son écologie et son action. Ed. Organisation des Recherches Scientifiques et Techniques Outremer (O.R.S.T.O.M.), Paris, 391p.
- **BENETTAYEB Z., 1993** – Biologie et écologie des arbres fruitiers. Ed. OPU. Alger, 140p.
- **BLOG VIN DE WINE,** Diversité et structure trophique des Nématodes dans Quelques Agroécosystèmes oléicoles (M'sila).Thèse Mstr.Agro.74p.
- **BONGERS T. and FERRIS H., 1999** –Nematode community structure as a biondicator in environmental monitoring. Trends in Ecology and Evolution, n°14, pp : 224-228.
- **CAYROL J. C ; CAPORALINO C. D ; MATTEI E.P., 1992-** La lutte biologique Contre les nématodes phytophages .Laboratoire de biologie des invertébrés INRA, BP2078, 06606 Antibes, 15p.
- **CHABAN & BOUSSARD, 2020 CHABANE, M., & BOUSSARD, J. M. 2012-** La production céréalière en Algérie: Des réalités d'aujourd'hui aux perspectives stratégiques de demain. p 04
- **CHEMERY ,2006.** Petit atlas des climats. Ed Larousse, Paris, 128p.
- **CODOU-DAVID G., 2018.** Blés anciens et modernes : une histoire de plus de 10 000 ans, *Revue scientifique Bourgogne-Franche-Comté Nature*, vol. 27, 39p.
- **COYNE, D.L., NICOL, J.M. et CLAUDIUS-COLE,B. 2010** -Les nématodes des plantes : Un guide pratique des techniques de terrain et de laboratoire. Secrétariat SP-IPM, Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA), Cotonou, Benin.
- **DANAIL ZOHARY, MARIA HOPH et EHUD WEISS, 2012.** La domestication des Plantes, Actes Sud, France, , 330p.
- **DAJOZ R., 1971** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
- **DAJOZ R., 1996** -Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 551 p.
- **DORAN, 2002.** En Vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques option : Zoophytiatrie, Ecole Nationale Supérieure Agronomiques- El Harrach – Alger, 146p.
- **DREUX. P ., 1980** - Précis d'écologie. Ed. Presses Univ. France (P.U.F), Paris, 220 p.
- **DUBIEF P., 2019** - Des chiffres et des céréales, *Passion Céréales*, Paris, France, 39p.

- **FAURIE C, FERRA C et MEDORI P, 1984.** Ecologie, Ed Baillièrre, Paris 162p.
- **FEILLET P., 2000** - Le grain de blé : composition et utilisation, éd. Inra, Paris, France, 308p.
- **FRECKMAN D.W. and CASWELL K.P., 1985.** The ecology of nematodes in agro-ecosystemes. Ann. Rev. Phytopath. 23, pp : 275-296.
- **GASTON DE SAPORATA, 1872.** Anatoine-Fortuné Marion et Albert Falsan, Recherches sur les végétaux fossiles de Meximieux, précédées d'une Introduction stratigraphique, Publications du musée des Confluences, Vol. 1, n° 1.pp, 131-135.
- **GATE P., 1995** - Ecophysiologie du blé. Ed. Lavoisier, Paris, 429 p.
- **GOMES G.S HUANG S.P. and CARES, J.E., 2003** – Nematodes community, trophic structure and population fluctuation in soybean fields. Fitopatologia 28, Brasileira, pp : 258-266.
- **JACCOB J.J et MIDDEPIAATS W.C.T, 1988.** Fascicule de détermination des principaux nématodes phytoparasites au stéréoscope. Cours de nématologie. TSP. Vol.2. Niamey. Niger. 175pp.
- **SHEIR-YING HU,** Food plantes of china, the chirres university press (HK), 2005, 844p
- **MEAGHER, J.W., 1982-** The effect of environnement on survival and hatchins of *Heterodera avenae*. Bull. OEPP., V.12, n°4, pp.361-369.
- **MELGAREJO, P., SALAZAR, D.M.S., 2003.** Tratado De fruticultura Para Zonas Aridas Y Semi-arides. Vol. 2 : Alger. 416p.
- **N'DIAYE N., 1994** - caractérisation spatio-temporelle des nématodes phytoparasites de la zone protégée de Mbour. Mémoire D. E. A., Biologie Animale, Univ. Cheik AntaDiop, Fac des Sciences et techniques, Dakar, Sénégal, 50p.
- **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.
- **NORTON D.C., 1979** - Relationship of physical and chemical factors to populations of plant-parasiticnematodes. AnnualReview of Phytopatology 17, pp : 279 - 299.
- **PIERRE, JEAN-PROST, 1969-** Biologie végétal Tome 1. Ed J.B Baillièrre et fils, 120p.
- **PROT J.C., 1979** - Influence of concentration gradients of salts on the behaviour of four plant parasitic nématodes. Rev. Nématol., n° 2, pp : 11-6.
- **RAMADE F., 1984,** Eléments d'écologie-Ecologie fondamentale. Ed MC Graw-Hill, Paris, 326p.
- **RAMADE 2003,** Eléments d'écologie, écologie fondamentale Ed. Dunod, Paris, 690p.
- **RAMADE et BARBAULT 2003,** Ecologie générale structure et Fonctionnement de la biosphère. Ed Dunod, Paris, 326p.
- **RITTER M., 1971** - Les nématodes et l'agriculture ''les nématodes des cultures''. Journées d'études et d'information, A. C. T. A. FNGPC, Paris, pp : 9-65.

- **RIVOAL R., PERSON D F., ET DOUSSINAULT G., 1985.** Polymorphisme chez le nématode à kyste des céréales *Heterodera Avenae* : Conséquences sur sa nuisibilité et sur la sélection de variétés résistantes en France. Acad agric., CR, PARIS, T 71 N°7, PP. 741- 749
- **SARAH J.L., 1995** - Les nématodes phytoparasites, une composante de la fertilité du milieu. Ed. Pichot J., Sibelet N. et Lacoeyllhe J.J., Fertilité du milieu et stratégies paysannes : colloque CIRAD, Montpellier, France, pp : 180-188.
- **WARDLE D.A., YEATES G.W., WATSON R.N and NICHOLSON K.S., 1995** - Impact of disturbance on detritus food-webs in agro-ecosystems of contrasting Tillage weed management strategies. Adv. Ecol. Res., n° 26, pp: 105_185, Actes Sud France. 330p.
- **YEATES G.W. and KING K. L., 1997** – Soil nematodes as indicators of the effect of management on grasslands in the New England Tablelands (NSW) : Comparison of native and improved grasslands. Pedobiologia 41, pp: 526-536.
- **YEATES G.W., BONGERS T., DE GOEDE R.G.M., FRECKMAN D.W. and GERGIEVA S.S., 1993** – Feeding habits in soil nematodes families and genera-anoutline for soil ecologists. J. Nematol., n° 25, pp: 315 - 331.

SITES INTERNET

- **FAO , 2006** : <http://www.fao.org/pulses-2016/news/newsdetail/fr/c/381532/>
- **FAO, 2022** : <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/fr/>
- **Worm Atlas, 2022** : <http://www.wormatlas.org/hermaphrodite/introduction/Introframeset.html>
- **MULLIN P., 1999; 2000**: <http://www.edu./nematode./index.htm>.

التنوع الغذائي للديدان الخيطية لمحاصيل الحبوب في منطقة المسيلة

المخلص

كشفت نتائج هذه الدراسة عن أنواع مختلفة من الديدان الخيطية في هذه التربة التي تشغلها الحبوب ، مصنفة حسب نظامها الغذائي إلى: الديدان الخيطية الطفيلية النباتية (*Aphelenchus sp.* ، *Aphelenchoides sp.* ، *Tylenchus sp.* ، *Ditylenchus sp.* ، *Heterodera sp.* ، *Pratylenchus sp.* ، *Nothotylenchus sp.* ، *Tylenchorhynchus sp.* ، *Cebhalobus sp.*) ، الديدان الخيطية الجراثومية (*Rhizoglyphus sp.* ، *Dorylaimus sp.* ، *Discolaimus sp.*) . أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من توزيع متوسط وفرة الديدان الخيطية في التربة وفرة مجموعة الطفيليات النباتية في منطقة الدراسة (المعريف و المسيلة). فيما يتعلق بتنوع هذه المجموعات في محطات الدراسة ، أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها كثافة عالية من الديدان الخيطية الطفيلية النباتية على الشعير ، تليها مجموعة الديدان الخيطية المفترسة والديدان الخيطية الجراثومية ذات الكثافة المماثلة. توضح هذه الدراسة أيضًا تأثير المرحلة الفينولوجية لأنواع الحبوب الثلاثة على المجموعات الغذائية لديدان الخيطية ، والتي أظهرت نتائجها على التباين في متوسط الكثافة للمجموعات الغذائية المرتبطة بالشعير ، كثافات عالية من الديدان الخيطية الطفيلية النباتية تليها الديدان الخيطية المفترسة في فبراير. بينما ، على القمح الصلب ، تم الإبلاغ عن متوسط الوفرة العالية من الديدان الخيطية المتطفلة على النبات في أبريل. أما بالنسبة للمجموعات الغذائية المرتبطة بالقمح اللين ، فقد تم تسجيل إصابات شديدة لمجموعة البكتيريا الجراثومية في أبريل.

الكلمات المفتاحية: المعريف ، المسيلة، الديدان الخيطية ، زراعة الحبوب، غذائي، التربة.

Diversité trophique des nématodes de la céréaliculture dans la région de M'Sila

Résumé

Les résultats de cette étude, ont relevé diverses espèces de nématodes dans ces sols occupé par la céréaliculture, classés en fonction de leurs régimes alimentaires en : nématodes phytoparasites (*Aphelenchus sp.*, *Aphelenchoides sp.*, *Tylenchus sp.*, *Ditylenchus sp.*, *Heterodera sp.*, *Nothotylenchus sp.*, *Tylenchorhynchus sp.*, et *Pratylenchus sp.*), Nématodes bactériovores (*Cebhalobus sp.*, *Rhizoglyphus sp.*, *Monhystera sp.*, *Chiloplacus sp.*), Nématodes omnivore prédateurs (*Dorylaimus sp.*, *Discolaimus sp.*). Les résultats obtenus sur la répartition des abondances moyennes des nématodes du sol, montrent l'abondance du groupe des phytoparasites dans la zone d'étude (Maarif). Concernant la variabilité de ces groupes dans les stations d'étude, les résultats obtenus révèlent une forte densité des nématodes phytoparasites sur Orge, suivi par le groupe des nématodes omnivores-Prédateurs et bactériovores avec des densités similaire. Cette étude illustre également l'effet du stade phénologique des trois espèces céréalières sur les groupes trophiques de nématodes du sol, dont les résultats sur la variation des densités moyennes des groupes trophiques associés à l'orge, dévoilent des fortes densités des nématodes phytoparasites suivi par les nématodes omnivores prédateurs en mois de Février. Tandis que, sur blé dur, les abondances moyennes élevées des nématodes phytoparasites sont signalées en mois d'avril. Quant aux groupes trophiques associés au Blé Tendre, des fortes infestations du groupe des bactériovores sont enregistrées en mois d'Avril.

Mots Clé : M'Sila, Maarifr, nématode, céréaliculture, trophique, sol.

Trophic diversity of wheat crops nematodes in the M'Sila's area

Abstract

The results of this study revealed various species of nematodes in these soils occupied by cereal growing, classified according to their diets into: plant-parasitic nematodes (*Aphelenchus sp.*, *Aphelenchoides sp.*, *Tylenchus sp.*, *Ditylenchus sp.*, *Heterodera sp.*, *Nothotylenchus sp.*, *Tylenchorhynchus sp.*, and *Pratylenchus sp.*), bacteriovorous nematodes (*Cebhalobus sp.*, *Rhizoglyphus sp.*, *Monhystera sp.*, *Chiloplacus sp.*), omnivorous predatory nematodes (*Dorylaimus sp.*, *Discolaimus sp.*). The results obtained on the distribution of the average abundances of soil nematodes show the abundance of the group of phytoparasites in the study area (Maarif and M'Sila). Regarding the variability of these groups in the study stations, the results obtained reveal a high density of plant-parasitic nematodes on barley, followed by the group of omnivorous-predatory and bacteriovorous nematodes with similar densities. This study also illustrates the effect of the phenological stage of the three cereal species on the trophic groups of soil nematodes, the results of which on the variation of the average densities of the trophic groups associated with barley, reveal high densities of phytoparasitic nematodes followed by predatory omnivorous nematodes in February. Whereas, on durum wheat, high average abundances of plant-parasitic nematodes are reported in April. As for the trophic groups associated with Soft Wheat, heavy infestations of the bacteriovorous group are recorded in April.

Key- words: M'Sila, Maarifr, nematode, cereal growing, trophic, soil.