

---

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université d'Ain-Temouchent Belhadj Bouchaib – UATBB-  
Faculté des sciences et de la technologie  
Département Agroalimentaire



## Mémoire

**Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master**

**Domaine : Sciences de la nature et de la vie**

**Filière : Sciences agronomique**

**Spécialité : Protection des végétaux**

**Par :**

- **Mr Naily Imade Eddine**
- **Mr: Bouguir Ilies**

## Thème

---

**Contribution à l'étude des nématodes de la culture de vigne de la Vallée  
d'El Malah wilaya d'Ain Temouchent**

---

**Devant le jury composé de :**

<b>Présidente :</b> Ilias Faiza	« M.C.A »	UAT.B. B (Ain Temouchent)
<b>Examinatrice :</b> Derrag Zineb	« M.C.A »	UAT.B. B (Ain Temouchent)
<b>Encadrant :</b> Abdellaoui Hadjira Houria	« M.A. B »	UAT.B. B (Ain Temouchent)
<b>Co Endurant:</b> Dr Hanitet Karima	Responsable de Labo nematologie	S.R.P.V (Mesreguine)
<b>Invité d'honneur :</b> Mr Kaddour Hakim	« M.A.A »	UAT.B. B (Ain Temouchent)

*Année universitaire : 2021-2022*

---

# REMERCIEMENTS :

En guise de reconnaissance, on tient à témoigner nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de notre stage de fin d'étude et à l'élaboration de ce modeste travail.

Nos sincères gratitude et remerciements à nos examinateurs, présidente : **Ilias Faiza** et examinatrice **Derrag Zineb** d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner notre travail.

On voudra tout d'abord adresser toute notre gratitude à notre encadreur de ce mémoire **Hadjira Houria Abdellaoui** pour la qualité de ses conseils et son intérêt incontestable qu'elle porte à tous les étudiants et Co Encadreur : **Hanitet Karima**, Chef de Labo Nématologie à l' S.R.P.V Mesreghine ainsi que les responsables de cet institut pour leur patience, leur disponibilité et pour leurs conseils concernant notre projet de fin d'étude.

Je tiens à remercier Mr **Kaddour Hakim** et l'ensemble des professeurs pour leur patience, leurs conseils pleins de sens et pour le suivi et l'intérêt qu'ils ont portés à nos travaux.

Dans l'impossibilité de citer tous les noms, nos sincères remerciements vont à tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont permis par leurs conseils et leurs compétences la réalisation de ce mémoire.

Enfin, je n'oserais oublier de remercier tout le corps professoral de spécialité de Protection des Végétaux pour le travail énorme qu'ils effectuent pour nous créer les conditions les plus favorables pour le déroulement de nos études surtout en période de pandémie.

A tous les agriculteurs qui nous ont aidés de près ou de loin dans le déroulement de notre recherche.

# DÉDICACE :

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.*

*A mes très chers parents*

*Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurais point les remercier*

*Comme il se doit. Leurs affection et bienveillance me*

*guide et leurs présence à mes côtés a toujours été une bénédiction du dieu qu'Allah les guérissent et les protègent.*

*A ma chère épouse*

*Ma compagnie et ma source de force*

*qui as été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager.*

*Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*A ma chère sœur et mes frères et leurs familles, et les petits poussins*

*Yacine, Youcef et Mohamed el Amine*

# DÉDICACE

*Je dédie cet ouvrage*

*A ma maman qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études.*

*Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance*

*Qu'elle a partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail.*

*A ma famille, mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la*

*vivacité.*

*A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de*

*Succès*

*A tous ceux que j'aime*

## Résumé

En Algérie, le problème des nématodes d'une manière générale reste un facteur limitant pour la production de toutes cultures confondues.

Des prospections ont été menées dans les parcelles de vignoble au niveau de la Vallée d'El Malah Wilaya d'Ain Temouchent en vue d'identifier les principaux nématodes phytoparasites associés à la vigne. Les résultats ont montré que les nématodes du genre *Meloidogyne spp* «nématodes a gale» ont été trouvés dans certaines parcelles de vignobles prospectés. Par ailleurs, d'autres nématodes ont été identifiés, notamment : *Pratylenchus spp.* . *Tylenchus spp*, *Helicotylenchus spp*, *Rodopholus spp* et bien d'autres.

En revanche, il y a eu absence de nématodes du genre *Xiphinema* (*X. pachtaichum* et *X. index*) sur la culture de la vigne qui est responsable de la transmission du virus de l'enroulement des feuilles de la vigne (GFLV).

Pour réduire ou limiter les maladies de la vigne il faut le traiter le plus rapidement possibles ou création de nouvelles variétés résistances aux maladies et parasites.

**Mots clés** : viticulture- nématodes- sol- maladies

## **Abstract**

In Algeria, the nematode problem in general remains a limiting factor for the production of all crops. The Surveys were carried out in vineyard plots in the El Malah Valley, Wilaya of Ain Temouchent, in order to identify the main plant-parasitic nematodes associated with grapevines. The results showed that nematodes of the genus *Meloidogyne* spp "nematodes with cysts» plots were found in some of the vineyard plots surveyed. In addition, other nematodes were identified, notably *Pratylenchus* spp. and *Tylenchus* spp. *Helicotylenchus* spp, *Rodopholud* spp and many others.

On the other hand, there was an absence of nematodes of the genus *Xiphinema* (*X. pachtaichum* and *X. index*) on the grapevine crop, which is responsible for the transmission of grape vine leaf roll virus (GFLV).

To reduce or limit vine diseases, it is necessary to treat it as soon as possible or to create new varieties resistant to diseases and pests.

**Keywords:** viticulture- nematodes- diseases –soil

## ملخص:

في الجزائر، تظل مشكلة الديدان الخيطية بشكل عام عاملاً مقيداً لإنتاج جميع المحاصيل الزراعية.

أجريت عدة فحوصات في مزارع وحقول الكروم على مستوى وادي المالح، بولاية عين تموشنت، من أجل التعرف على نيماتودا الطفيليات النباتية الرئيسية المرتبطة بالكروم (العنب).

أظهرت النتائج أن الديدان الخيطية من جنس *Meloidogyne* "الديدان الخيطية ذات الأكياس" وجدت في بعض مزارع الكروم التي تمت معاينتها بالإضافة إلى ذلك، تم تحديد الديدان الخيطية الأخرى بما في ذلك: *Helicotylenchus spp* ، *Tylenchus spp*، *Pratylenchus spp* ، *Rodopholud spp* ؛ وأنواع أخرى

من ناحية أخرى، لوحظ عدم وجود الديدان الخيطية من جنس *Xiphinema*

(*X. index* و *X. pachtaichum*) على محاصيل العنب، المسؤولة عن انتقال فيروس تجعد أوراق العنب (GFLV).

لتقليل أمراض العنب أو الحد منها، يجب معالجتها بأسرع ما يمكن أو إنشاء أصناف جديدة مقاومة للأمراض والطفيليات.

**الكلمات المفتاحية:** الديدان الخيطية، تربية، زراعة العنب، أمراض.

# SOMMAIRE

Remerciements : .....	I
Dédicace : .....	II
Dédicace.....	III
Sommaire .....	VII
Liste des Abréviations .....	X
Liste des Figures : .....	XII
Liste de tableau : .....	XV
Introduction générale.....	1

## Chapitre I

### Synthèse Bibliographique

<b>Partie I : Généralités sur la vigne .....</b>	<b>4</b>
1. Historique de la vigne : .....	5
1.1 La vigne dans le monde.....	5
1.2 La vigne en Algérie : .....	6
2. La Morphologie de la Vigne .....	8
3. La Classification de la Vigne .....	9
4. Le cycle végétatif de la vigne.....	10
5. L'importance de La viticulture.....	11
5.1 Dans le monde : .....	11
5 -2 En Algérie et Aïn Témouchent : .....	12
6. Les Maladies de la vigne .....	13
<b>Partie I : Généralités sur les nématodes .....</b>	<b>14</b>
1. Apparence et structure.....	15
2. Taxonomie des nématodes : .....	16

3. Cycle biologique .....	17
4. Les types de nématode .....	18
5. Systématique des nématodes .....	19
6. Les différents groupes trophiques des nématodes.....	21
6.1. Dégâts liés aux nématodes phytophages .....	23
6.2. Principaux nématodes associés à la vigne :.....	24
6.2.1. Nématode à galles <i>Meloidogyne incognita</i> .....	24
6.2.2. <i>Rotylenchulus reniformis</i> .....	25
6.2.3. <i>Xiphinema rivesi</i> (dagger nematode).....	25
7. La lutte contre les nématodes .....	27
7.1. Méthodes chimiques contre les nématodes .....	27
7.1.1. Hydrocarbures halogénés .....	27
7.1.2. Organophosphates .....	27
7.1.3. Dithiocarbamates.....	27
7.2. Les Méthodes biologiques .....	30
7.2.1. Bactéries .....	30
7.2.2. Champignons.....	30
7.3. Les Nématodes des bio-indicateur : .....	31

## Chapitre II

### Partie Expérimentale

<b>Partie I.....</b>	<b>33</b>
<b>Matériel et méthodes .....</b>	<b>33</b>
1. Objectif :.....	34
2. Présentation de la zone d'étude (Ain Temouchent) : .....	34
2.1. Situation géographique de la Wilaya d'Ain Temouchent : .....	34
2.2. Les données générales du climat : .....	35
2.2.1. Températures et précipitations moyennes :.....	35

2.2.2. La Pluviométrie .....	36
2.2.3. Humidité.....	36
2.2.4. L'ensoleillement ou insolation .....	37
2.2.5. La végétation dans la région Ain Témouchent :.....	38
3. Présentation la zone d'étude .....	38
4. Visite et prospection sur le terrain.....	39
5. Matériel utilisé sur le terrain .....	41
6. Matériel utilisé au laboratoire.....	41
7. Méthode d'échantillonnage .....	44
8. Méthode d'Analyse nématologique des échantillons.....	46
8.1. Les étapes d'extraction.....	46
8.2. Observation microscopique de l'échantillon « prélèvement » .....	48
<b>Partie II .....</b>	<b>51</b>
<b>Matériel et méthode.....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
1. Résultats : .....	52
2. DISCUSSION .....	65
2.1. Les nématodes à galles ( <i>Meloidogyne spp</i> ).....	66
2.2. Autres nématodes .....	66
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>68</b>
<b>Référence Bibliographique .....</b>	<b>71</b>
<b>Annexe .....</b>	<b>80</b>

# LISTE DES ABRÉVIATIONS

**SRPV** : Station de la protection des végétaux

**INPV** : Institut national de la protection des végétaux

**I.V.V** : l'institut de la vigne et du vigneron

**FIGURE**: Figure

**DBCP**: Derbyshire Building Control Partnership

**IPW** : Inspection de la protection des végétaux de la wilaya

**DSA** : Direction des services agricoles

**INRA** : Institut National de la recherche agronomique

**GPS** : Global Position System

**S.A.U** : Superficie Agricole Utiles

**S.A.T** : Superficie Agricole Total

**° C** : Degré Celsius.

**Cm** : Centimètres.

**Cm<sup>2</sup>** : Symbole du centimètre carré, unité de mesure du Système international.

**Ha** : Hectare.

**Hab** : Habitant.

**I.N.P.V** : Institut National de Protection des Végétaux.

**L** : litre

**G** : gramme

**Kg** : Le kilo gramme.

**Km** : Le kilomètre.

**Km<sup>2</sup>** : Le kilomètre carré.

**L1** : Larve de premier stade.

**L2** : Larve de deuxième stade.

**L3** : Larve de troisième stade.

**M** : Mètre

**Mm** : Un millimètre.

**M2** : Symbole international de mètre carré.

**Mha** : Million par hectares.

**Mt** : Million de tonne.

**NE** : Nord-est.

**NW** : Nord-west.

**Qx** : Quintaux.

# LISTE DES FIGURES :

<b>Figure 1:</b> Rendement de la viticulture entre 2015-2019 (D.S.A 2021) .....	7
<b>Figure 2:</b> Répartition des productions agricoles végétales au plan spatial (Salon de l'élevage et de l'agroéquipement 2018). .....	8
<b>Figure 3:</b> Classification du genre <i>Vitis</i> Dérivé d'Unwin (1996), et modifié par Rahemi (2016)].....	10
<b>Figure 4:</b> Les stades phénologiques de la vigne (anonyme 2020) .....	11
<b>Figure 5:</b> Evolution de la superficie de vignoble mondial .....	12
<b>Figure 6:</b> Morphologie d'un nématode parasite (Fraval.A, INRA 2018). .....	15
<b>Figure 7:</b> Classification des Nématodes (R. Kenneth ; 2008). .....	17
<b>Figure 8 :</b> cycle Biologique des nématodes (Wolkow, CA et Hall, DH 2015) .....	18
<b>Figure 9:</b> Racines secondaires endommagées (Anonyme 2022).....	25
<b>Figure 10 :</b> Maladie du court noue (GFLV) (Anonyme 2022).....	25
<b>Figure 11:</b> Températures et précipitations moyennes sûr Ain Témouchent des 30 dernières années (Meteoblue, 2022). .....	35
<b>Figure 12:</b> Pluviométrie mensuelle moyenne à Ain Temouchent (Meteoblue, 2022). .....	36
<b>Figure 13:</b> Niveaux de confort selon l'humidité à Ain Temouchent (Meteoblue, 2022).....	37
<b>Figure 14:</b> Heures de clarté et crépuscule à Ain Temouchent (Meteoblue, 2022).. .....	37
<b>Figure 15:</b> Géolocalisation de la zone d'étude El Malah (Anonyme Année).....	39
<b>Figure 16:</b> Les seaux, (photo originale 2022).....	42
<b>Figure 17 :</b> Tamis à différents diamètres (photo originale 2022).....	43
<b>Figure 18:</b> Les Béchers (photo originale 2022).....	43
<b>Figure 19:</b> Boites de pétri (photo originale 2022) .....	44
<b>Figure 20:</b> Matériel utilisé au laboratoire (photo original 2022).....	44
<b>Figure 21 :</b> Schéma de l'échantillonnage Coynde D ; L et al 2010.....	45
<b>Figure 22 :</b> le mélange des prélèvements de sol dans le seau (photo original, 2022) .....	45

<b>Figure 23</b> : Prélèvements des échantillons de sol (photo originale, 2022).....	46
<b>Figure 24</b> : Les étapes d'extraction des nématodes suivant le Schéma Dalmasso .....	48
<b>Figure 25</b> : observation d'échantillons observation microscopique x40 .....	49
<b>Figure 26</b> : Observation microscopique d'échantillon x100 .....	50
<b>Figure 27</b> : <i>Pratylenchus sp</i> (Jason et Al, 2005) .....	52
<b>Figure 28</b> : Observation microscopique x40 <i>Pratylenchus sp</i> (photo original 2022).....	53
<b>Figure 29</b> : Observation microscopique x40 <i>Mononchus sp</i> (Photo original 2022).....	54
<b>Figure 30</b> : Morphologie du nématode <i>Meloidogyne sp</i> , (Berrabeh.D, 2014) .....	54
<b>Figure 31</b> : Localisation de terre agricole Exploitation Chadli Slimane M1 .....	55
<b>Figure 32</b> : Observation Microscopique X 40 des nématodes <i>Pratylenchus sp</i> M1 .....	55
<b>Figure 33</b> : Observation microscopique x40 <i>Helicotylenchus sp</i> M7 (Photo originale 2022) .....	56
<b>Figure 34</b> : Observation Microscopique X 10 <i>Meloidogyne sp</i> M2 (Photo originale, 2022).....	57
<b>Figure 35</b> : Localisation de terre agricole Exploitation Fatmi Karim M3 .....	58
<b>Figure 36</b> : Observation Microscopique X 100 des nématodes <i>Pratylenchus sp</i> M3 (Photo originale, 2022).....	59
<b>Figure 37</b> : Localisation de terre agricole Exploitation Fatmi Karim M4 (Photo Originale, 2022) .....	59
<b>Figure 38</b> : Observation Microscopique X 40 (zoom) des nématodes <i>Pratylenchus sp</i> + <i>Aphelenchoides sp</i> + <i>Rodopholus sp</i> M4 (Photo originale, 2022).....	60
<b>Figure 39</b> : Localisation de terre agricole Exploitation Yakhlef Said M5 .....	60
<b>Figure 40</b> : Observation Microscopique X 40 (zoom) des nématodes <i>Pratylenchus sp</i> + <i>Rodopholus sp</i> + <i>Meloidogyne sp</i> M5 (Photo originale, 2022) .....	61
<b>Figure 41</b> : Localisation de terre agricole Exploitation Yakhlef Said M6 .....	61
<b>Figure 42</b> : Observation Microscopique X 40 (zoom) des nématodes <i>Meloidogyne sp</i> M6 .....	62
<b>Figure 43</b> : Observation Microscopique X 40 (zoom) des nématodes <i>Meloidogyne sp</i> M7 (Photo Originale, 2022) .....	63
<b>Figure 44</b> : Localisation de terre agricole Exploitation Belebna Sofiane M9 .....	63

**Figure 45** : Observation Microscopique X 40 (zoom) des nématodes *Tylenchus sp* M9 (Photo Originale, 2022) .....64

# LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1: vignes a vin et à raisin de table (1/2) (D.S.A 2021) .....	7
Tableau 2: vignes a vin et raison de table (2/2) (D.S.A 2021) .....	8
Tableau 3: : Récapitulatif des superficies, des productions, des rendements en 2019 (DSA 2021) .....	12
Tableau 4: Modes d'action probables de différents groupes de nématicides .....	28
Tableau 5: les différentes exploitations concernées par l'étude.....	40
Tableau 6 :répartition de nématode Aphelenchoides sp sur les parcelles viticoles.....	53
Tableau 7 : répartition de nématode Rodopholus sp sur les parcelles viticoles .....	53
Tableau 8 :répartition de nématode Meloidogyne sur les parcelles viticoles.....	54
Tableau 9 : répartition de nématode Helicotylenchus spp, sur les parcelles viticoles .....	56
Tableau 10 :répartition de nématode Tylenchus spp, sur les parcelles viticoles.....	61
Tableau 11 : récapitulatif des principaux nématodes inféodent aux fruitiers et vigne. INPV 2022 .....	81

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

La vigne est une plante très anciennement cultivée par l'homme, si bien que l'histoire de la viticulture se confond avec l'histoire de l'homme. Elle possède de grandes facultés d'adaptation aux conditions pédoclimatiques où elle est cultivée dans les régions chaudes et également sous des climats relativement froids (**Reynier, 1989 ; Galet, 1998**).

En Algérie, on retrouve les premières traces de culture de la vigne dans l'Antiquité, sous la domination de la Phénicie puis de l'Empire romain (**Giulia Meloni and Johan Swinnen 2013**).

Or, la vigne occupe une place très importante ; non seulement sur le plan économique mais aussi sur le plan social. Elle a connu une réduction du rendement et de superficie de manière graduelle et régulière depuis 1962 (**Anonyme 1984**).

Les principales causes de la régression de la superficie viticole sont : les arrachages massifs des vignes de cuve pour les substituer par des cultures stratégiques comme les céréales, l'âge de cépages, mauvais entretien, et surtout les problèmes phytosanitaires : tels que les maladies fongiques, bactériennes et virales etc...

Le secteur de la viticulture en Algérie joue un rôle socio-économique de premier choix, ce qui permet de le classer parmi les branches les plus importantes de l'économie nationale.

La filière viticole a connu ces deux dernières décennies un développement important grâce aux efforts déployés dans le cadre du Plan National du Développement Agricole. En effet, la viticulture occupe une superficie d'environ 70 000 hectares (ha) avec une production moyenne de l'ordre de 7 millions de Qx/an. Sur le plan social la filière viticole contribue à l'amélioration des revenus des agriculteurs et la création de l'emploi (230-260 jours/Ha : dont le nombre total s'élève à environ 13 000 (**Anonyme, 2017**).

Par ailleurs, la Wilaya d'Ain Temouchent est connue par sa vocation agricole par excellence et surtout par ses larges étendues de champs de vignoble qui occupent une superficie de 12000 Ha repartis en vigne de cuve, soit une superficie 8000 Ha et la superficie de vigne de table 4000 Ha. (**DSA, 2021**).

Il est à souligner qu'à côté des obstacles abiotiques, plusieurs contraintes biotiques peuvent être répertoriées comme sources de limitation de la productivité de vignoble algérien. Il s'agit, notamment, des maladies virales et cryptogamiques, des ravageurs et des mauvaises herbes (**Achbani et Habbadi, 2016**).

Plusieurs genres de nématodes phytoparasites peuvent s'attaquer aux vignobles, certains sont d'une importance économique considérable, comme les nématodes à galles (*Meloidogyne spp.*)

Et les nématodes du genre *Xiphinema* (Pinkerton et al. 1999 ; Zasada et al. 2012). Ces parasites sont largement distribués dans le monde (Duncan, 2005 ; Sorribas et al. 2008) et dans le Bassin méditerranéen (Verdejo-Lucas 1992, Inserra et al. 1994).

En revanche, en Algérie, les travaux de recherche sur les nématodes sont restreints et peu d'études sur le terrain ont été conduites d'une manière rigoureuse, elles se sont limitées à des études de vérification de l'absence du GFLV dans les vignobles. Par conséquent, ce problème ne peut donc laisser indifférent les viticulteurs et toutes les personnes qui s'intéressent au progrès de la viticulture.

C'est pourquoi notre étude a été axée principalement sur le diagnostic et l'identification des nématodes phytoparasites au niveau de la Vallée d'El Malah Wilaya d'Ain Temouchent à vocation viticole.

Ce travail se veut donc une contribution –au côté des autres travaux internationaux- à l'étude

Cette étude vise les objectifs suivants :

1. Faire des visites de prospection au niveau des parcelles viticoles de la vallée d'El Malah
2. Faire Diagnostic sur le terrain et cibler les parcelles atteintes
3. Identifier les différents types de nématodes phytoparasites de la vigne

Pour ce faire, le mémoire a été structuré en trois parties :

- La première partie est consacrée à une revue bibliographique à jour sur le sujet,
- La deuxième partie est consacrée à la présentation de la méthodologie et aux techniques utilisées
- La troisième et dernière partie est dédiée aux résultats, discussion et conclusion.

**CHAPITRE I :**  
**SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE**

**PARTIE I :**  
**GÉNÉRALITÉS SUR LA VIGNE**

## 1. Historique de la vigne :

### 1.1 La vigne dans le monde

La vigne appartient à la famille des ampélidacées (vitacées). Les vitacées sont considérées, en général, comme des lianes, s'attachant à des supports variés grâce à de vrilles oppositif liées, simples ou le plus souvent ramifiées. Cette famille comprend dix-neuf genres (**Galet, 2001 ; Burger et al. 2009**), parmi lesquels, le genre *Vitis* lui-même est divisé en trois groupes en fonction de leur origine géographique (**Huglin et Schneide 1998**) :

- Les vignes américaines (*V. riparia*, *V. labrusca*, *V. berlandieri*, *V. rupestris*... introduites en Europe au début du XIX<sup>ème</sup> siècle, à titre de curiosité dans les jardins botaniques ou chez les amateurs, elles sont responsables de l'introduction de l'Oïdium (1845), du Phylloxéra (1868).

Du Mildiou (1878) et du Black rot (1885) dans la région méditerranéenne. Ces vignes d'origine américaines sont utilisées aujourd'hui comme porte-greffe pour leur résistance aux maladies venues d'Amérique.

- Les vignes asiatiques : malgré leur sensibilité vis-à-vis des maladies d'origine américaine (Oïdium, Mildiou, Black-rot...), elles sont parfois utilisées dans les programmes de croisement interspécifique pour leur résistance au froid (*Vitis amurensis*).

- La vigne européenne ne comprend que l'espèce *Vitis vinifera* cultivée (sativa) et sauvage (*sylvestris*).

En termes d'histoire, la vigne est si ancienne qu'elle se confond avec l'histoire de l'homme. On ne peut déterminer avec précision où et quand on a commencé à cultiver la vigne. (**Prince et Nesbitt, 2005 ; Toussaint-Samat, 2009**). Des témoignages assurent que l'antiquité, l'Afrique du Nord était connue par la production des vins qu'elle exportait vers les territoires bordant la méditerranée. De petites amphores de terre cuite, datant de 3.000 à 4.000 ans avant J.-C. et ayant contenu des traces de vin furent retrouvées. Ainsi donc. Comme le prouvent l'archéologie et les vieux auteurs. La vigne était cultivée couramment dans les pays qui forment aujourd'hui la Tunisie. L'Algérie et le Maroc (**Belhout, 1990**)

Après 1492, la culture de la vigne et la fabrication de vins se sont développés en Amérique du Nord et du Sud puis ont gagné de nouveaux territoires comme l'Afrique du Sud, l'Australie (**Prince et Nesbitt, 2005**).

La vigne est l'arbre fruitier le plus cultivé dans le monde (**Muro et al. 1995**), elle couvre près de sept millions d'hectares, avec une production qui dépasse 67 millions de tonnes seulement pour le raisin de table (Figure. 1 et 2) (**DSA, 2021**)

Si la production en raisin (aussi bien de table que de cuve) en Algérie reste importante, elle a une tendance à baisser depuis l'indépendance. Cette baisse est due en majeure partie à la politique de l'autogestion et à l'arrachage de vigne au cours des années 1970. Tandis que la production de raisin ne cesse de diminuer en Algérie (**Bensafir et Bouziane, 2008, Imache et al. 2011**), la production mondiale continue à s'améliorer, grâce à l'application de nouvelles méthodes culturales, et à l'utilisation de molécules plus efficaces pour la lutte contre les maladies et les ravageurs (Figure. 3) (**Anonyme, 2013**).

## **1.2 La vigne en Algérie :**

On retrouve les premières traces de culture de la vigne algérienne dans l'Antiquité, sous la domination de la Phénicie puis de l'Empire romain. L'invasion musulmane mettra un terme à la production de vin, mais pas à la culture de la vigne pour la consommation de raisins de table et de raisins secs.

Ensuite, c'est l'épidémie de phylloxéra en France qui amènera les colons à replanter de manière intensive des cépages très variés. L'essor qui en résulte dans les années 1890 aurait notamment poussé à l'institution de lois de traçabilité, préfigurant les appellations d'origine.

L'Algérie est alors une colonie française depuis 1830. Son vignoble va connaître une expansion considérable, allant jusque près de 400 000 hectares de vignes dans les années 1930, et 18 millions d'hectolitres produits, faisant de l'Algérie le plus grand exportateur de vin de l'avant-guerre. Cette situation développera les complémentarités entre le marché français et le vignoble Algérien jusqu'à l'indépendance en 1962. Les vins sont alors régis par la législation française et ont bien souvent le statut de Vins de Qualité Supérieure.

Après l'indépendance, avec la réduction des importations françaises, le pays se retrouve en surproduction. L'économie nationale se focalise alors sur l'industrie, le vin devenant un produit « tabou ». Une politique d'arrachage est menée, ne laissant que 25 000 hectares pour le raisin de cuve.

Aujourd'hui le vignoble algérien revit, il avoisine les 70 000 hectares. Les efforts entrepris pour améliorer la qualité des vins portent leur fruit. Et bien que la surface de vignes se soit fortement réduite, l'Algérie conserve une place importante dans le monde du vin. (**Giulia Meloni and Johan Swinnen (2013)**).

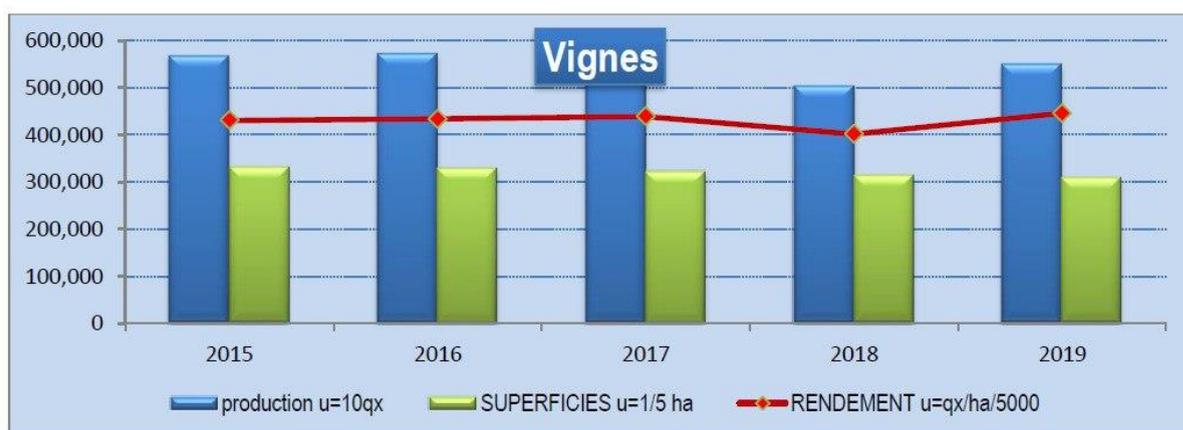
Depuis 1968, l'Institut de la Vigne et du Vin (I.V.V.) a pour mission la délimitation des zones optimales de production, la détermination de la politique viticole nationale et de l'attribution des labels de qualité.

Cette culture a enregistré une baisse en termes de superficie et de production de -7 % et -4 % respectivement par rapport à celle de la campagne précédente. (D.S.A 2021).

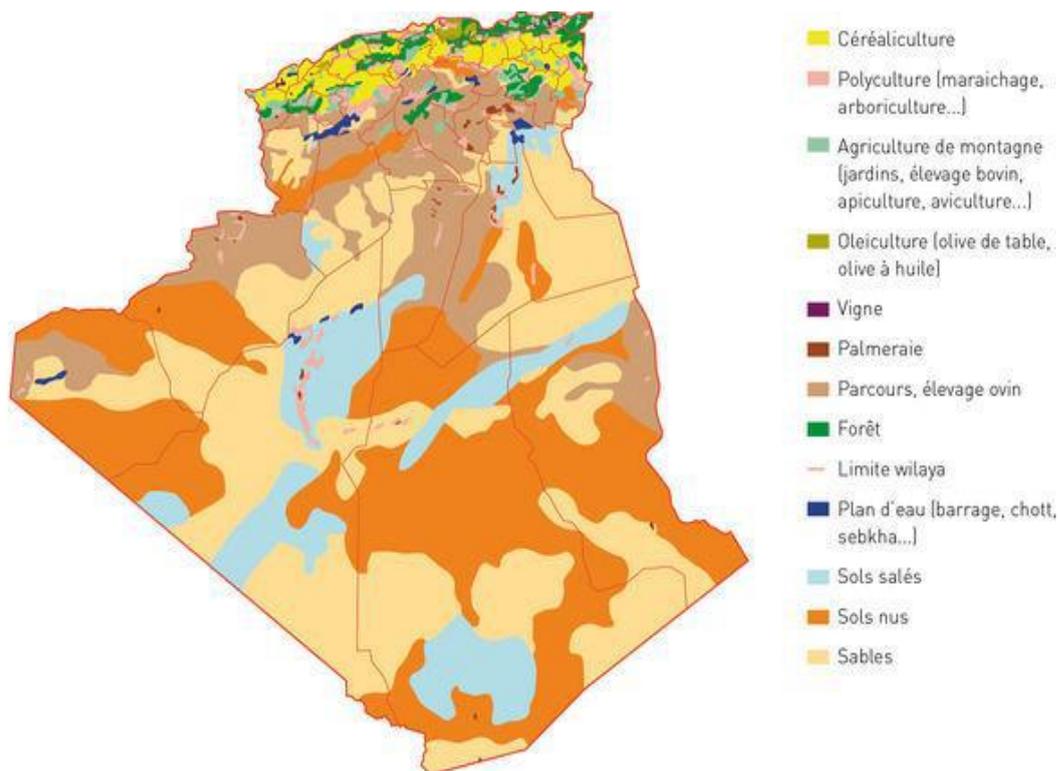
**Tableau 1:Vignes à vin et à raisin de table (1/2) (D.S.A 2021)**

**XII-VIGNES A VIN ET A RAISIN DE TABLE (1/2)**

WILAYA	VIGNES A VINS					VIGNES DE TABLE			
	Sup totale	Sup en rapport	Product de raisin de cuve frais	Rdt	Production de vin	Sup totale	Sup en rapport	Production	Rdt
	(ha)	ha	Totale (qx)	qx/ha	hl	(ha)	ha	(qx)	qx/ha
46 A.TEMOUCHENT	8 337	8 337	225 911	27,1	161 322	4 334	4 321	228 149	52,8



**Figure 1:Rendement de la viticulture entre 2015-2019 (D.S.A 2021)**



**Figure 2:** Répartition des productions agricoles végétales au plan spatial (Salon de l'élevage et de l'agroéquipement 2018).

**Tableau 2: vignes à vin et raisin de table (2/2) (D.S.A 2021)**

**XII-VIGNES A VIN ET A RAISIN DE TABLE (2/2)**

WILAYA	VIGNES A RAISIN DE SECHAGE				PLANTS Pied- mère (ha)	TOTAL Superficie (ha)	Production totale (qx)
	Sup. totale	Sup. en rapport	Production	Rdt			
	(ha)	(ha)	(qx)	qx/ha			
46 A.TEMOUCHENT	0	0	0	0	0	12 671	454 060

**2. La Morphologie de la Vigne**

Selon **Reynier, (2007)**, la vigne est une plante ligneuse grimpante qui peut grimper jusqu'à une hauteur de 5m, à souche pérenne. Elle est constituée d'un système racinaire en pivot et d'un système aérien en avec un tronc et ramifications sarmenteuses. Par conséquent, il est très important de décrire la morphologie de la vigne, les différents organes de cette plante ainsi que leurs fonctions. L'espèce est cultivée pour ses fruits en grappes, le raisin, qui est soit consommé frais comme raisin de table, ou séché comme raisin sec, ou bien fermenté pour produire du vin.

### 3. La Classification de la Vigne

*Vitis vinifera*, la vigne ou vigne cultivée, est une espèce de plantes dicotylédones de la famille des *Vitaceae*, sous-famille des *Vitoideae*, originaire d'une région tempérée de l'Ancien Monde allant du Sud-Est de l'Europe au Caucase et à l'Asie centrale, mais désormais cultivée dans tous les continents (à l'exception de l'Antarctique)

Les vitacées sont une famille de **14** genres et environ **900** espèces, dont les raisins (**Christen husz et Byng 2016**). Les raisins appartiennent au genre *Vitis* se divise lui-même en deux sous-genres, dont *Euvitis* et *Muscadinia*

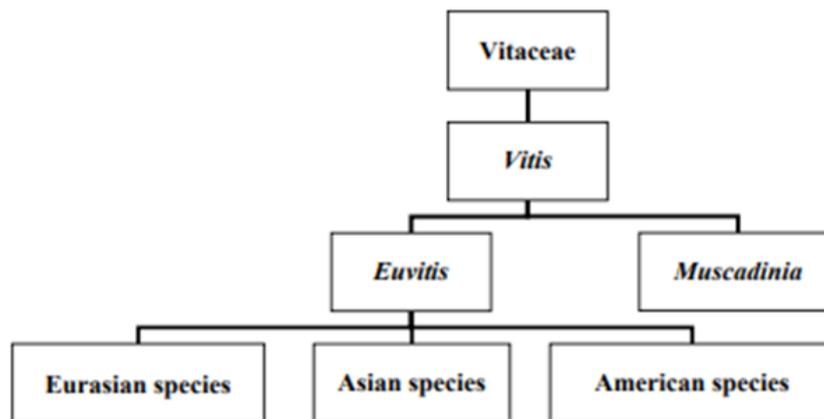
- Le sous-genre *Muscadinia* comprend trois espèces :( *M.rotundifolia*, *M. munsoniana* et *M. popenoei*)

- Le sous-genre *Euvitis* comprend les cépages les plus importants. *L'euvite* est divisée en trois groupes (**Figure 3**).

1. Le groupe américain composé d'environ 30 espèces importantes dans la sélection des porte-greffes ;

2. Le groupe asiatique, composé d'environ 50 espèces, qui jusqu'à présent étaient moins importantes pour la viticulture.

3. Le groupe eurasiatique est constitué d'une seule espèce, *Vitis vinifera* L., qui forme la plupart des différents types de variétés cultivées dans le monde. Il existe deux sous-espèces de *Vitis vinifera* : *Vitis vinifera subsp. sylvestris*, qui est considéré comme la forme sauvage du raisin ; et *Vitis vinifera subsp. vinifera*, qui désigne formes cultivées (**OIV 2017**).



**Figure 3:** Classification du genre *Vitis* Dérivé d'Unwin (1996), et modifié par Rahemi (2016)].

#### 4. Le cycle végétatif de la vigne

La vigne est une plante à feuilles caduques, elle rentre en dormance après la chute de ses feuilles. L'élévation de températures au printemps s'accompagne du débourrement en février-mars, de la sortie des feuilles et d'une croissance rapide des pousses. La pleine floraison a lieu généralement six à huit semaines après le débourrement. Les grappes florales se forment sur les rameaux âgés d'un an du printemps précédent.

La différenciation des bourgeons floraux varie en fonction des cépages et des conditions climatiques. Elle a lieu généralement entre Avril et Juin.

Les cultivars de *V. vinifera* présentent dans leur majorité des fleurs hermaphrodites qui sont auto polonisés. La nouaison est suivie de la maturité. En fonction des travaux culturaux et des conditions climatiques, la vigne peut vivre plusieurs dizaines d'années. Le rendement en raisin est variable selon les cépages (QUELENIS, 2008).

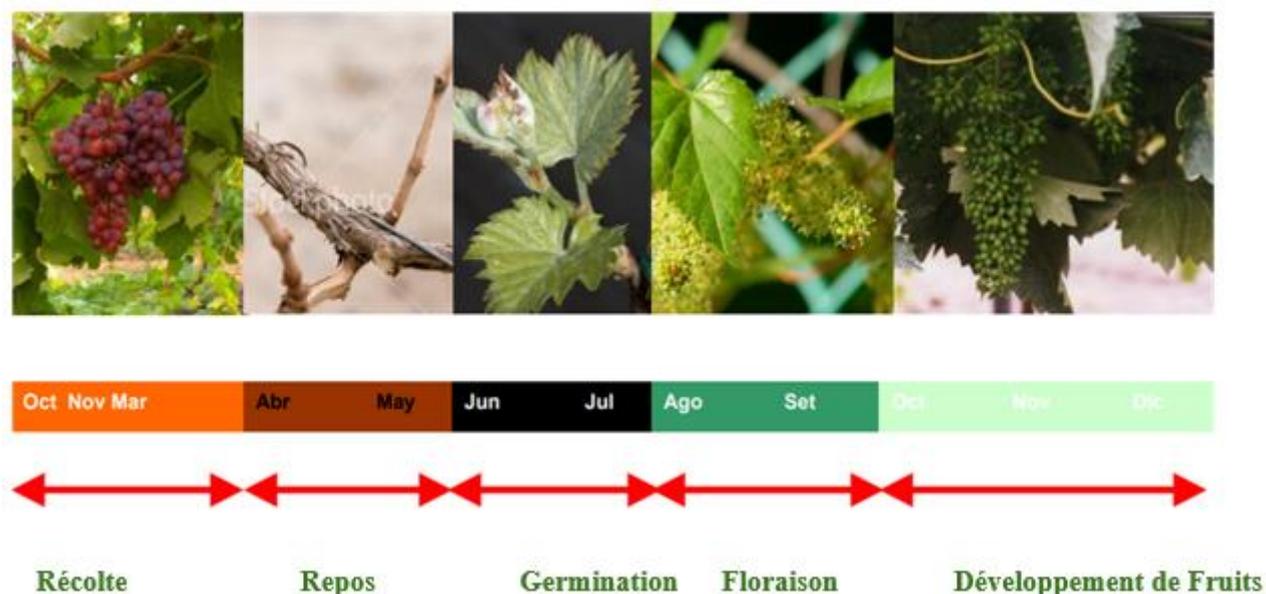


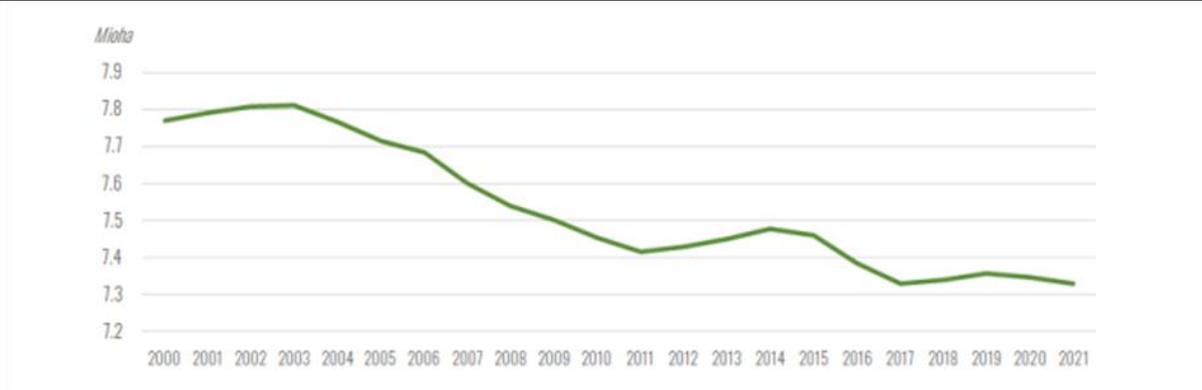
Figure 4: Les stades phénologiques de la vigne (anonyme 2020)

## 5. L'importance de La viticulture

### 5.1 Dans le monde :

Selon les estimations de l'Organisation internationale de la vigne et du vin (OIV) la production mondiale de vin est en légère hausse, mais inégale d'un pays à l'autre. L'Espagne confirme sa première place sur le podium devant la France et la Chine.

La superficie du vignoble mondial est estimée à 7,3 M ha en 2021, soit à peine moins qu'en 2020 (-0,3 %). La superficie mondiale du vignoble désigne la surface totale plantée en vigne pour tous les usages (vins et jus, raisin de table, raisins secs), y compris les jeunes vignes qui ne produisent pas encore. Comme le montre la Figure 1, la superficie du vignoble mondial semble s'être stabilisée depuis 2017. La stabilisation actuelle masque une évolution hétérogène dans les différentes régions du monde. On observe en particulier des tendances opposées entre deux grands groupes de pays. D'un côté, certains pays de l'Union européenne (UE), comme l'Italie et la France, de même que la Chine et l'Iran, font augmenter la superficie vitivinicole mondiale. D'un autre côté, de grands pays viticoles de l'hémisphère Sud (à l'exception de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande), ainsi que d'autres vignobles majeurs comme les États-Unis, la Turquie et la Moldavie, connaissent une diminution importante de leur superficie de vignes. Ces tendances contradictoires ont des effets qui se compensent à l'échelle mondiale. (OIV ; 2022).



**Figure 5:** Evolution de la superficie de vignoble mondial

**Tableau 3:** Récapitulatif des superficies, des productions, des rendements en 2019 (DSA 2021)

	<b>Rdt (qx/ha)</b>	<b>Prod (lx)</b>	<b>Pro (qx)</b>
<b>VIGNOBLES</b>	<b>86.2</b>	<b>61 676</b>	<b>5498 329</b>
<b>Vigne de cuve</b>	<b>30.6</b>	<b>20 294</b>	<b>460 933</b>
<b>Vigne de table</b>	<b>116.9</b>	<b>41 382</b>	<b>5 037 396</b>
<b>Vigne de raisin sec</b>	<b>16.4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### 5 -2 En Algérie :

Ain Temouchent s'étend sur une superficie agricole globale qui dépasse les **203 500 ha** dont une superficie utile agricole estimée à **181 000 ha**. Ce qui lui rend une wilaya à vocation agricole par excellence. Celle-ci recèle d'énormes richesses et potentialités agricoles dont une terre arable et fertile qui ne demande qu'une réelle volonté politique pour être rentable permettant ainsi à l'agriculture de constituer une véritable alternative aux hydrocarbures.

L'exemple le plus édifiant est celui de l'exploitation agricole Abdi Hamdi du domaine privé dans la commune côtière de Terga. D'une superficie de 23 ha, cette oasis verdoyante est un véritable paradis au milieu de vastes parcelles de terres agricoles. Créée depuis trois années

seulement l'exploitation compte 10 ha de vigne en pergola avec un rendement record de 300 quintaux à l'hectare avec deux variétés précoces, (M.Iaradj, 2021).

En 2019, le Vignobles s'étend sur une surface de 68 649 ha soit 0,80 % de la S.A.U (Superficie Agricole Utile).et de 0,2% et de Superficie Agricole Totale en 2019 (DSA 2021).

## 6. Les Maladies de la vigne

Les maladies de la vigne sont si nombreuses qu'il est essentiel de les identifier avec exactitude afin de prévenir le plus rapidement possible, les infestations graves et les pertes de rendements , ces maladies sont causées par des agents pathogènes différents qui sont des facteurs biologiques de réduction du rendement (Aubertot et al, 1994).

Le court-noué est une maladie très grave, causée par des virus du genre Nepovirus et présente dans tous les vignobles du monde, transmis par un nématode vecteurs : *Xiphinema index*. Elle infecte aussi bien les porte-greffes que les variétés à raisins, qu'elles soient issues de *Vitis vinifera*, d'autres espèces de *Vitis* ou de leurs hybrides. Les symptômes qu'elle provoque n'épargnent aucun organe, présentent une variabilité très étendue ainsi qu'une gamme de sévérité allant du signe bénin à une mortalité massive. Du fait de sa transmission par des nématodes du sol, elle peut perdurer très longtemps après arrachage d'une parcelle, et réinfecter plus ou moins rapidement la plantation suivante. Cette virose, et son extension catastrophique. (IFV 2021)

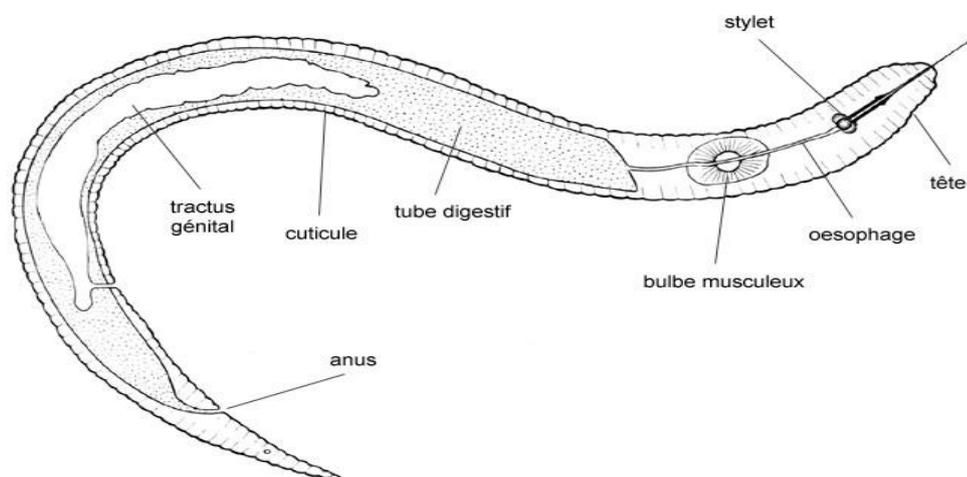
**PARTIE I :**  
**GÉNÉRALITÉS SUR LES**  
**NÉMATODES**

## 1. Apparence et structure

Les nématodes phytoparasites sont le plus souvent des vers ronds en forme d'aiguille de taille variant de 0,25 à plus de 1 mm, certains atteignant 4 mm. A l'heure actuelle, près de 27000 espèces ont été décrites (**Hugot et al. 2001**), classifiées selon leur mode de vie entre nématodes libres (terrestres ou marins), zoo parasites (de vertébrés ou d'invertébrés) et phytoparasites (Figure6). On estime entre 500 000 et 1 million d'espèces existantes (**Hugot et al. 2001**) 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**).

Comme les autres animaux, les nématodes possèdent des systèmes circulatoire, respiratoire et digestif. (Figure.6). 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 (Figure6). Ce stylet est utilisé 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**).



FRAVAL A. (INRA)

**Figure 6:** Morphologie d'un nématode parasite (**Fraval.A, INRA 2018**).

Les nématodes sont largement répartis dans le sol, leurs communautés sont composées de diverses espèces selon leurs tendances alimentaires. Ils sont classés dans cinq groupes, les parasites des plantes (phytophages) les frugivores, les bactériovores, les prédateurs et les omnivores, d'après **Gomes, et al. (2003)**.

Parmi les nématodes phytophages, on distingue :

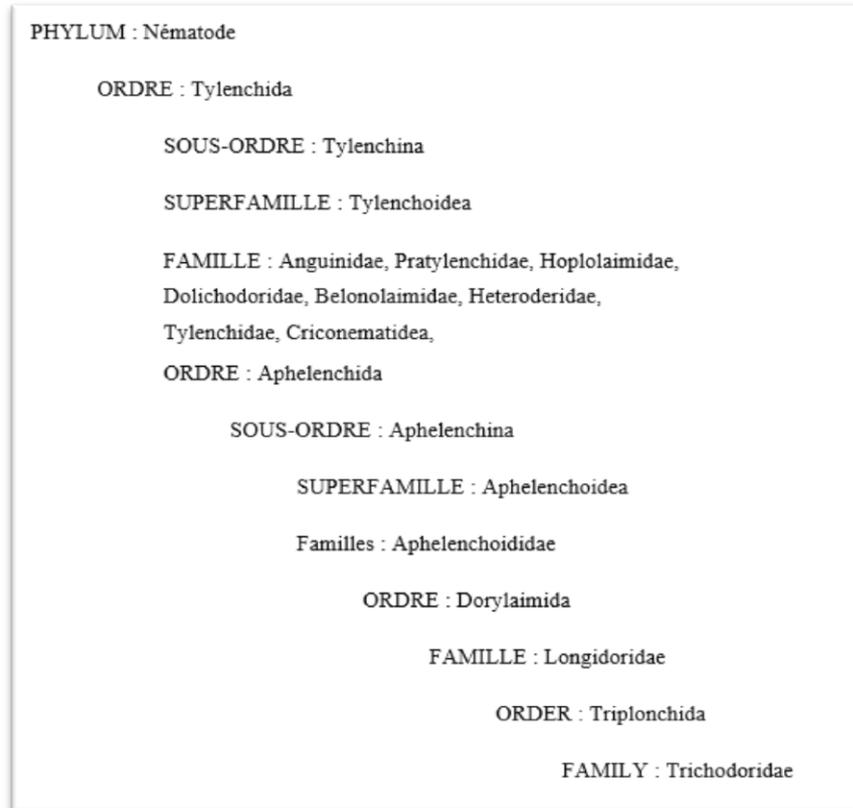
- les nématodes des racines, dont tout le cycle a lieu dans le sol ; certains étant mobiles à tous les stades, parasites externes (*Tylenchulus*) ou internes (*Pratylenchus*), d'autres sédentaires : nématodes à kystes (*Heterodera*, *Globodera*) ;
- les nématodes à galles (*Meloidogyne*, etc.) ;
- les nématodes des parties aériennes (*Ditylenchus*, *Aphelenchoides*). D'après **(Blancard., (INRA) 2018)**.

## 2. Taxonomie des nématodes :

La classification et la systématique traditionnelles des nématodes sont basées sur le partage de caractères morphologiques clés aux différents niveaux de la hiérarchie taxonomique.

Cependant, cet exploit est entravé par la diversité des espèces et de la morphologie des nématodes, ce qui rend difficile le choix de caractères morphologiques fiables **(Perkins et al. 2011 ; Ricciardi & Ndao, 2015)**.

Diverses propositions fondées sur la morphologie ont été formulées, mais aucune n'a été aussi importante que la division proposée par **(Chitwood et al ; 1937)**.



**Figure 7:** Classification des Nématodes (**R. Kenneth ; 2008**).

### 3. Cycle biologique

Le cycle de développement des nématodes est typiquement divisé en 6 : le stade oeuf, 4 stades juvéniles et le stade adulte (Figure. 4). 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. 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.

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, (**Alexandra Bélanger, 2019**)

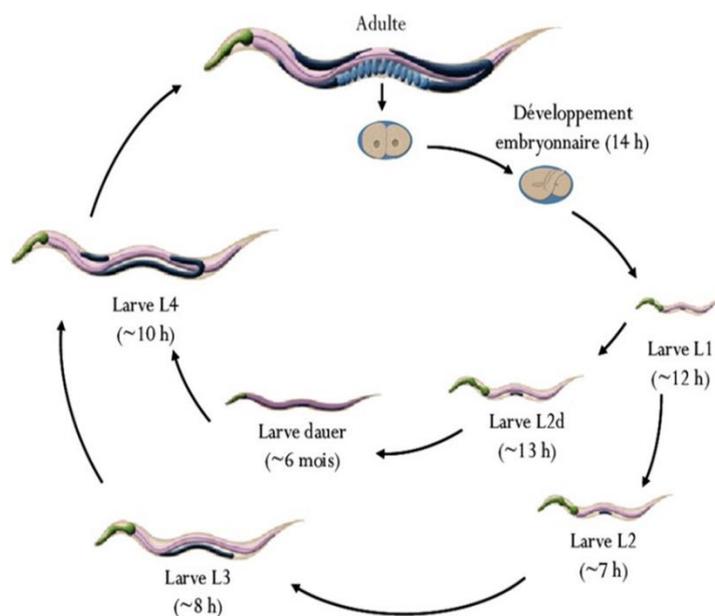


Figure 8 : cycle Biologique des nématodes (Wolkow, CA et Hall, DH 2015)

#### 4. Les types de nématode

Les nématodes phytoparasites peuvent être séparés en deux groupes, les nématodes des parties aériennes – ceux qui s'alimentent sur les parties aériennes des plantes – et les nématodes des parties racinaires – 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 :

- 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.

D'après **Gomes, et al. (2003)**, les nématodes sont largement répartis dans le sol.

Leurs communautés sont composées de diverses espèces selon leurs tendances alimentaires. Ils 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 pour se nourrir au niveau des vaisseaux conducteurs des plantes.

- 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 ingérant leurs 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*) utilisant comme source alimentaire les bactéries, les champignons, des proies de la microfaune, des diatomées et des algues.

Enfin, parmi toutes les 32 espèces de nématodes décrites, seulement 15% sont des parasites de plantes (**Hugot et al. 2001**), et causent des pertes considérables. Cependant, il est globalement reconnu que les nématodes phytoparasites réduisent la production agricole d'approximativement 11% (**Agrios, 2005**), soit une perte de récolte de plusieurs millions de tonnes chaque année. En effet, à l'échelle de la planète, les nématodes occasionnent plus de 100 milliards de dollars en perte de production annuellement et environ 7 milliards pour les États-Unis seulement (**Bélaïr, 2005**)

## 5. Systématique des nématodes

Dans le règne animal, les nématodes sont regroupés sous le *Phylum Nematoda* ou *Nemata* faisant partie du Super *phylum Ecdysozoa*, du *Grec ecdysis* (mue) et *zoo* (animal). Ce dernier comprend les arthropodes (insectes, araignées et crustacées), les rotifères, les nématomorphes, les tartigrades et les nématodes. Ils possèdent tous une cuticule et doivent muer pour croître (**Bélaïr, 2005**).

Les nématodes ont été répartis par **Blaxter, (1998)** en cinq classes majeures dans la phylogénie du phylum *Nemata*. Chacun de ces cinq clades contient des espèces ayant des modes de vie divers et comptent toutes des espèces parasites d'animaux ou de végétaux.

Le parasitisme des végétaux serait apparu indépendamment au moins trois fois au cours de l'évolution dans différents ordres les Dorylaimida, les Triplonchida, les Aphelenchida et les Tylenchida

Les *Tylenchida* constituent l'ordre le plus important des nématodes phytoparasites à la fois en terme de nombre d'espèces, mais aussi en terme de dégâts causés aux plantes qu'ils parasitent. Cet ordre regroupe neuf familles de nématodes dont les *Heteroderidae* (Ferraz et Brown, 2002). Cette famille elle-même englobe une vingtaine de genres dont les nématodes à kyste du genre *Globodera*, sur lequel nous nous sommes focalisés, et les nématodes à galles du genre *Meloidogyne*. Les *Heteroderidae* sont responsables des dégâts les plus importants sur les plantes.

Les nématodes présentent néanmoins des similarités morphologiques importantes (Figure. 6). Il est difficile de distinguer les différentes espèces, ou même les genres et familles, sans un microscope et sans une certaine expérience de l'observateur en la matière. La description des espèces à tout de même permis de mettre en évidence des organes bien spécifiques à chaque grand groupe et de les classer en fonction de leurs traits de vie et de leurs similarités/dissimilarités morphologiques.

Ainsi, on distingue parmi les nématodes terrestres trois types de structures buccales principales qui peuvent être modifiées selon les caractéristiques de chaque espèce : bactérivore, carnivore et phytoparasite ou fongivore (Figure. 8). C'est principalement la forme de la paroi cuticulaire de la cavité buccale, découpée en 5 parties qui permet de distinguer le régime alimentaire du nématode. (Nathan Garcia 2017)

On parle donc, de la partie la plus antérieure à la plus postérieure des cavités buccales, de cheilostome (ou cheilorhabdion), prostome (ou prorhabdion), mésostome (ou mesorhabdion), métastome (ou metarhabdion) et télostome (ou telorhabdion). Le cheilostome est entourée par la cuticule de la tête et la partie la plus antérieur du pharynx vient s'accrocher sur le mesostome et les parties suivantes par les myofilament des muscles antérieurs (Van de Velde and Coomans 1991). Il arrive, selon les régimes alimentaires que ces parties soient transformées ou fusionnées. Chez les bactérivores, le prostome et le mesostome sont fusionnés pour former une longue cavité buccale tubulaire. Chez les carnivores, le métastome est très développé et forme une ou plusieurs dents fortement sclérotisées permettant au nématode de percer la cuticule de leurs proles. C'est chez les phytoparasites et fongivores, que la cavité buccale est la plus modifiée. Il y a apparition d'une structure évaginable appelée stylet. Le prostome et le mesostome forment un tube pour guider la trajectoire du stylet et le métastome et télostome sont transformés pour former un cône et une

hampe qui se terminent généralement par trois boutons basaux (il arrive que ces derniers soient absents). Des muscles supplémentaires entourent cette structure pour permettre l'élongation et la rétractation du stylet. (Nathan Garcia 2017)

L'œsophage fait suite à la cavité buccale et sert également de critère d'identification. Si la structure générale est similaire entre les différents groupes, il est à noter des variations inhérentes, à nouveau, au régime alimentaire (**Figure. 9**). A titre d'exemple, on observe aisément, grâce à une loupe binoculaire, une hypertrophie du pharynx des nématodes carnivores, accompagnée de muscles puissants, qui leur permet d'avaler les proies.

De nombreux autres critères anatomiques permettent d'identifier morphologiquement les genres de nématodes. On s'intéresse ainsi à la forme de la partie céphalique (pouvant porter différentes structures) ; à la position du recouvrement de l'intestin par la glande œsophagienne ; à la position de la vulve et au nombre ainsi qu'à la forme des gonades chez les femelles et à la position des spicules chez les mâles (structures cuticulaires postérieures sensorielles nécessaires au transfert de sperme à la femelle) ; à la position du port excréteur ; à la forme et à la position de la queue ou encore à la présence et la position de structures sensorielles : les amphides (chimiorécepteurs de la partie céphalique) ou les phasmides (chimiorécepteurs de la queue). Malgré ces nombreux critères, l'identification au niveau taxonomique de l'espèce reste difficile. (Nathan Garcia 2017)

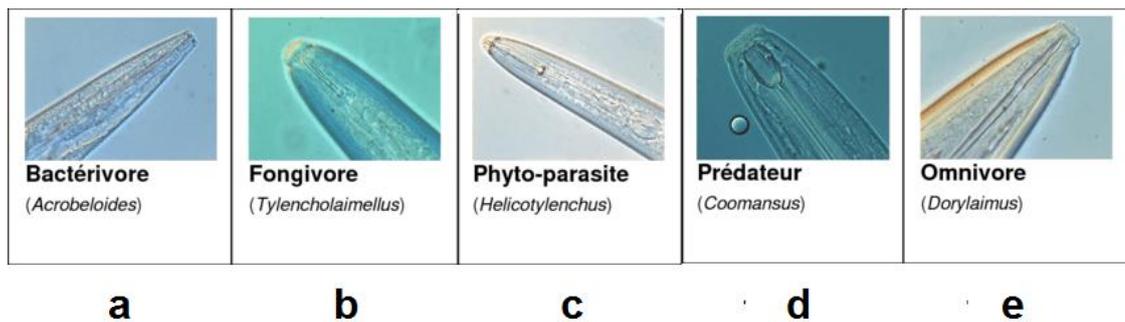
## 6. Les différents groupes trophiques des nématodes

D'après Gomes, et al. (2003), les nématodes sont largement répartis dans le sol. Leurs communautés sont composées de diverses espèces selon leurs tendances alimentaires. Ils sont classés dans cinq groupes, les parasites des plantes (phytophages), les fongivores, les bactériovores, les prédateurs et les omnivores.

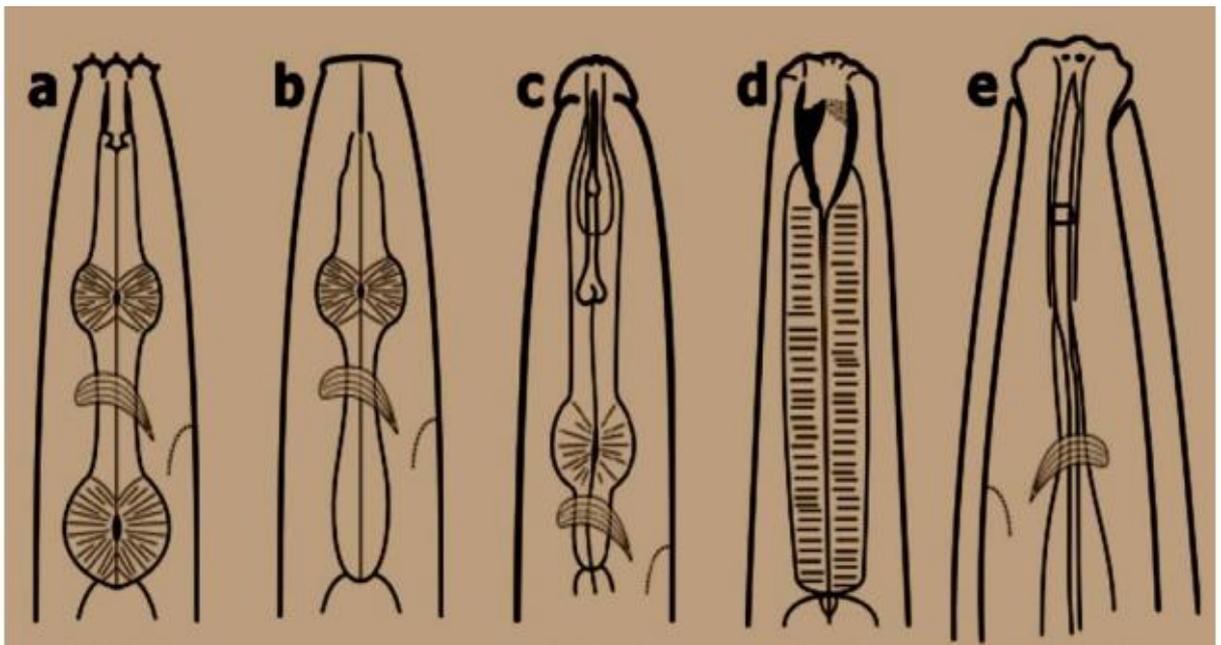
- Les nématodes phytophages, comme *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Xiphinema*.) utilisant leur stylet pour se nourrir au niveau des vaisseaux conducteurs des plantes.
- Les nématodes fongivores, (*Aphelenchus*, *Aphelenchoides*, *Leptonchus*, *Diphtherophora*) utilisent 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.

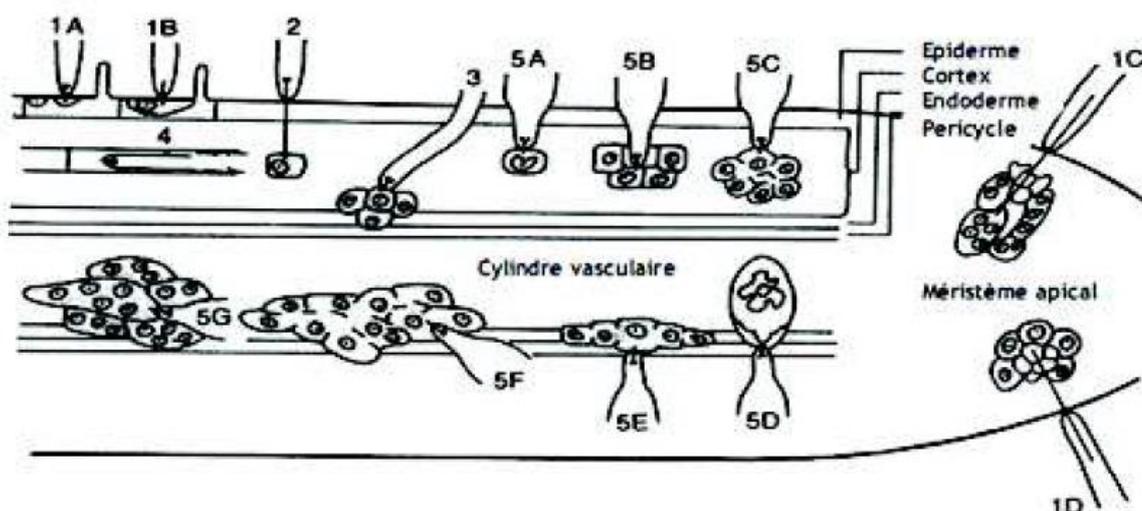
- Les nématodes prédateurs se nourrissant de sources alimentaires d'origine animale en l'ingérant leur proies à travers une large cavité munie de dents (*Diplogaster*, *Mononchus*, *Nygolaimus*) ou en aspirant le contenu du corps prédigéré à travers lumen de leur stylet (*Seinura*, *Labronema*).
- Les nématodes omnivores, renfermant certains *Dorylaimidae* (*Dorylaimus*) utilisant comme source alimentaire les bactéries, les champignons, des proies de la microfaune, des diatomées et des algues.



**Figure 9:** Morphologie de la cavité buccale et régime alimentaire des nématodes  
(Photos : H. van Megen, 2006)



**Figure 10 :** la partie antérieure des différents groupes de nématode (Diakhaté, 2014) (a) bactérovore, (b) fongivore, (c) phytoparasite, (d) prédateur, (e) omnivore



**Figure 11:** Représentation des modes de parasitisme des nématodes parasites des racines (Sijmons et al. 1994).

**Ectoparasites migrants:** 1A: *Tylenchorhynchus dubius* sp, 1B: *Trichodorus* spp., 1C: *Xiphinema index*, 1D: *Longidorus elongatus* sp; **Ectoparasites sédentaires :** 2: *Criconemella xenoplax* sp; **Ecto-endoparasites migrants :** 3: *Helicotylenchus* spp.; **Endoparasites migrants :** 4: *Pratylenchus* spp.; **Endoparasites sédentaires :** 5A: *Trophotylenchulus obscurus*, 5B: *Tylenchulus semipenetrans*, 5C: *Verutus volvingentis* sp, 5D: *Cryphodera utahensis* sp, 5E: *Rotylenchulus reniformis*, 5F: *Heterodera* spp., 5G: *Meloidogyne* spp.

### 6.1. 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.

## 6.2. Principaux nématodes associés à la vigne :

### 6.2.1. Nématode à galles *Meloidogyne incognita*



Figure 12 : Dégât de *Meloidogyne sp* sur les racines (Anonyme 2022)

#### 6.2.1.1. Symptômes

Les vignes touchées présentent une baisse de vigueur avec une germination insuffisante après la taille, une réduction de la taille des feuilles, un dessèchement marginal des feuilles et une réduction perceptible du rendement. Le nématode produit de petites galles sur les racines, les infections importantes peuvent détruire complètement, le système racinaire des jeunes plantes.

Les racines de la plante ne peuvent pas absorber l'eau et les nutriments du sol en raison de la perturbation des tissus conducteurs, ce qui entraîne la mort des racines au-delà du site d'infection par le nématode.

#### 6.2.1.2. Lutte biologique

Sundara Babu et al. (1999) ont observé que la formulation commerciale de *Pseudomonas Fluorescens* réduit efficacement la population de nématodes à galles et améliore le rendement de la vigne.

### 6.2.1.3. Lutte chimique

L'application de Carbofuran 3G à 13 g/m<sup>2</sup> dans un bassin de 9 m<sup>2</sup> de vigne après 3 semaines de taille suivie d'une irrigation par inondation s'est avérée bénéfique. Taille suivie d'une irrigation par submersion s'est avérée bénéfique

### 6.2.2. *Rotylenchulus reniformis*



**Figure 9:** Racines secondaires endommagées (Anonyme 2022)

Le nématode réniforme est un problème sérieux sur la variété de vigne Anab-e-Shahi

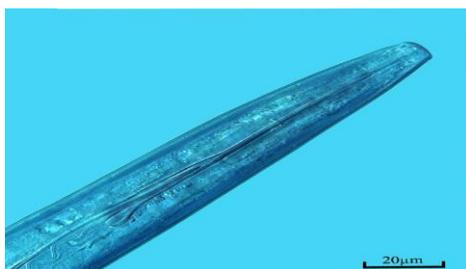
#### 6.2.2.1. Symptômes

Se nourrissent des racines secondaires et nourricières et les endommagent (Figure. 8.6). Les racines affectées présentent une décoloration brunâtre. Par conséquent, l'absorption des nutriments est affectée et la vigne semble malade.

#### 6.2.2.2. Lutte chimique

L'application au sol de Métam Sodium à 40 litres par ha est efficace et a augmenté le poids des grappes de 63%.

### 6.2.3. *Xiphinema rivesi* (dagger nematode)



**Figure 10 :** Maladie du court noue (GFLV) (Anonyme 2022)

### 6.2.3.1. Symptômes

Le nématode *X. index* se nourrit de l'extrémité des racines, provoquant leur gonflement et leur courbure, ainsi que de nombreuses racines nourricières mortes.

Ainsi que de nombreuses racines nourricières mortes. Si les niveaux de population sont élevés, de multiples attaques prolongées peuvent entraîner l'apparition de taches nécrotiques foncées qui se propagent dans l'extrémité de la racine

Les symptômes en surface comprennent une mauvaise croissance, un rabougrissement de la plante, le jaunissement ou le flétrissement du feuillage, et la réduction du système racinaire (nécrose des racines, absence de racines nourricières ou secondaires, et touffes occasionnelles de radicelles tronquées) (Anonyme 2021).

### 6.2.3.2. Lutte chimique

Le contrôle le plus efficace de *Xiphinema index* et de *Meloidogyne javanica* a été obtenu avec le Carbofuran à 0,2 g/l. a été obtenue avec le Carbofuran à 0,2 g/L. L'intégration de la poudre de graines de Neem à 4,08 g/pot + engrais Fertinmakil à 2,5 g/pot et Marigold + Fertinmakil est efficace contre *X. index* et *M. javanica*

### 6.2.3.3. Lutte biologique

Selon Maille (2014), il est préférable de choisir des engrais verts à base d'avoine, de luzerne qui semble avoir des effets nématicides intéressants, Au contraire ,éviter le sarrasin, la phacélie, le chauve et le sorgho. L'utilisation des porte greffe tolérant (Nemadex) permet de retarder l'apparition du court noué.

Les pépinières ou les vignobles, s'ils sont infestés par *X. index*, les racines/greffons ou les porte-greffes de ces zones, lorsqu'ils sont ensuite déplacés pour être plantés, peuvent propager le nématode dans de nouvelles zones non infestées. Il est donc recommandé de faire tremper le matériel de plantation dans de l'eau chaude (52 °C) pendant cinq minutes (Nicholas et al.2007).

La thérapie thermique et la culture de méristèmes peuvent également s'avérer utiles pour rendre le matériel végétal exempt de virus (Torres-Villas et al. 2004). Matériel végétal exempt de virus (Torres-Villas et al. 2004). La thérapie thermique est destinée aux virus qui envahissent facilement les méristèmes des plantes, comme les népovirus, tandis que la culture de méristèmes est efficace pour éliminer les virus limités au phloème (Gambino et al. 2009).

## **7. Les moyens de lutte utilisés contre les nématodes**

### **7.1. Méthodes chimiques**

Le principal avantage de la lutte chimique sur les autres méthodes est que la population de nématodes est réduite à une très faible densité en quelques jours après l'application du produit chimique, ce qui permet au producteur de planter une culture peu après le traitement ou, dans certains cas, au moment même du traitement.

L'utilisation de produits chimiques à l'échelle des champs pour lutter contre les nématodes parasites des plantes n'était pas possible jusqu'au début des années 1940, lorsque des fumigants de sol efficaces et économiques comme le D-D et l'EDB ont été découverts, ce qui a permis de fournir aux producteurs des différences spectaculaires en termes de croissance et de rendement grâce à la lutte efficace contre les nématodes et autres parasites du sol.

Bien que plusieurs nématocides efficaces appartenant aux groupes des organophosphates et des carbamates ont été développés et des améliorations dans les méthodes d'application ont permis un contrôle plus économique. (Caroline D, et al, INRA ; 2008)

#### **7.1.1. Hydrocarbures halogénés**

Les nématodes sont sensibles aux halogènes, et la plupart de nos nématocides efficaces sont des hydrocarbures halogénés qui comprennent la chloropicrine, le bromure de méthyle, le D-D, l'EDB, et le DBCP

#### **7.1.2. Organophosphates**

La nécessité de disposer de nématocides non phytotoxiques a conduit à l'étude de ce groupe de composés (Phorate, Fensulfothion, Fenamiphos et Ethoprophos) dans le but de trouver un qui contrôlerait les nématodes à des taux non nuisibles pour les plantes.

#### **7.1.3. Dithiocarbamates**

Certains produits chimiques de ce groupe (Metham sodium, Aldicarb, Carbofuran, Methomyl, et Oxamyl) sont efficaces pour tuer les nématodes

#### 7.1.4. Résistance de l'hôte

L'une des pratiques les plus économiquement réalisables pour la gestion des nématodes dans les cultures à faible valeur sont l'utilisation de variétés résistantes et tolérantes qui contiennent un ou plusieurs gènes conférant une résistance.

En outre, la biotechnologie joue un rôle dans l'incorporation de la résistance aux nématodes et au biocontrôle.

La technique de sauvetage d'embryons, la fusion de protoplastes ou d'hybridation somatique, et la technologie de l'ADN recombinant ont été utilisées en nématologie pour surmonter les problèmes d'amélioration des plantes interspécifiques en vue d'incorporer la résistance aux nématodes. (Caroline D, et al, INRA ; 2008).

**Tableau 4:** Modes d'action probables de différents groupes de nématicides (anonyme 2020)

Nématicide	Mode d'action
Fumigants (eau nécessaire pour activer la toxicité dans le sol) [MIT (isothiocyanate de méthyle), Metham (Vapam), Dazomet (Milone)].	Le MIT peut réagir avec les acides aminés, les oxydases, et les sites nucléophiles sur les protéines ; le Metham et le Dazomet forment du MIT
Fumigants (air requis pour activer la toxicité dans le sol) [1, 3-D (1,3-dichloropropène) ; EDB (dibromure d'éthylène) ; DBCP (Nemagon) ; MB (bromure de méthyle) ; chloropicrine].	Les halogénures d'alkyle peuvent réagir avec des sites nucléophiles sur les protéines et oxyder les porphyrines de fer.  sur les protéines et oxyder les porphyrines de fer et les hémoprotéines
Organophosphates [Ethoprop (Mocap), Fensulfothion (Dansait), Fenamiphos (Nemacur)]	Liaison irréversible de l'acétylcholinestérase,  inhibition de l'estérase, et diverses actions pharmacologiques
Carbamates [Carbofuran (Furadan), Aldicarb  (Temik), Oxamyl (Vydate)]	Reversible binding of acetylcholinesterase, esterase inhibition, and various pharmacologic actions

## 7.2. Les Méthodes biologiques

Une gestion efficace des nématodes peut être obtenue par l'utilisation d'agents de contrôle biologique (ennemis naturels comme les prédateurs, les parasites et les agents pathogènes champignons et bactéries). La lutte biologique peut être améliorée par l'application d'amendements organiques au sol comme le FYM/compost, tourteaux, etc.

### 7.2.1. Bactéries

La Suppression biologique des nématodes parasites des plantes à l'aide des bactéries antagonistes (*Pseudomonas fluorescens*, *Pasteuria penetrans*, *Bacillus spp*) et des Actinomycètes (*Streptomyces avermitilis*) prend de plus en plus d'importance suite à denombreux risques pour l'environnement et la santé sont liés à l'utilisation de produits chimiques. (Reddy, 2021)

### 7.2.2. Champignons

L'utilisation de champignons antagonistes (*Purpureocillium lilacinum*, *Pochonia chlamydosporia*, *Trichoderma harzianum*, et *T. viride*), de mycorhizes (*Glomus mosseae*, *G. fasciculatum*) pour la suppression biologique des nématodes phytoparasites est très prometteuse.

La normalisation des méthodes d'utilisation efficace des agents de bio contrôle est très importante pour l'élaboration de stratégies de gestion intégrée des nématodes écologiquement rationnelles.

Certains des agents de bio contrôle qui ont fait l'objet de démonstrations dans les champs des agriculteurs et qui sont inclus dans l'ensemble des pratiques des UAS sont les suivants (Walia and Chakraborty 2018) :

- L'application dans le sol de *Purpureo Cillium lilacinum* à raison de 2,5 kg/ha au moment du semis a réduit de manière significative la population de nématodes réniformes infectant le soja.
- L'utilisation de la souche locale de *Pseudomonas fluorescens* a donné des résultats prometteurs dans la lutte contre la gestion de *Meloidogyne incognita* ainsi que de *Sclerotium rolfisii* sur le soja. (Reddy, 2021)
- Une gestion efficace du complexe de maladies *Pratylenchus thornei* et *Fusariumwilt* dans le pois chiche peut être gérée par l'application au sol de *Trichoderma harzianum* à 25 kg/ha

et de *Pochonia chlamydosporia* à 10 kg/ha, une semaine avant le semis.

- Une gestion efficace de *Rotylenchulus reniformis* dans le ricin a été obtenue avec l'incorporation dans le sol de *Pseudomonas fluorescens* à 2,5 kg/ha.

### **7.3. Les Nématodes des bio-indicateur :**

Un bio-indicateur est un organisme ou une communauté d'organismes (voir une partie d'organisme) qui renseigne sur la qualité et le fonctionnement d'un écosystème. Les bio-indicateurs sont le plus souvent basés sur le prélèvement d'organismes vivants (végétaux, faune, micro-organismes) dans le sol. Ils peuvent également consister des mesures de modification de l'activité métabolique des cellules.

#### **L'étude des communautés de nématodes dans leur ensemble renseigne sur plusieurs facteurs**

- le niveau d'activité biologique du sol
- les voies de décomposition des matières organiques : à dominante fongique ou bactérienne
- l'intensité des flux de nutriments
- la complexité des réseaux trophiques et qui peut être à l'origine de la fonction de régulation des organismes pathogènes
- Le niveau de la pression parasitaire liée aux nématodes phytoparasites autant d'éléments utiles pour évaluer la durabilité d'un système.

**CHAPITRE II**  
**PARTIE EXPÉRIMENTALE**

**PARTIE I**  
**MATÉRIEL ET MÉTHODES**

## 1. Objectif :

L'objectif de notre travail consiste à établir un diagnostic et identification des nématodes existants sur les parcelles de vignobles prospectées de la zone d'étude et inventaire des différentes espèces de nématodes au laboratoire afin d'envisager la stratégie adéquate de lutte utilisée contre les nématodes nuisibles dans la vallée d'El Malah wilaya d'Ain Temouchent.

Notre étude de recherche a été effectuée en deux périodes :

Première période a concerné la prospection et la prise des échantillons au niveau des parcelles de la vallée d'El Malah qui s'est déroulée de la mi-Mars jusqu'à mi-Mai 2022

Deuxième phase a concerné l'identification morphologique des nématodes qui s'est déroulé au niveau de deux laboratoires à savoir : laboratoire de Nématologie de la S.R.P.V de Mesreguine wilaya d'Oran et laboratoire S.N.V de l'université Ain Temouchent Belhadj Bouchaib.

## 2. Présentation de la zone d'étude

### 2.1. Situation géographique

La wilaya de Ain Temouchent se situe à 504 km à nord-ouest d'Alger située à l'extrémité occidentale de la haute plaine du sahel oranais, elle est limitée par : La mer méditerranée au Nord, la Wilaya de Sidi Belabes à 63 km à l'ouest, la wilaya d'Oran à 72 km au sud-ouest, la wilaya de Tlemcen à 69 km au nord .et au nord-ouest par la mer Méditerranée qui la borde sur une distance de 80 km environ. Elle s'étale sur une surface de 237.689 Ha, avec une population de 405116 habitants soit une densité de 170 hab. /km<sup>2</sup>.

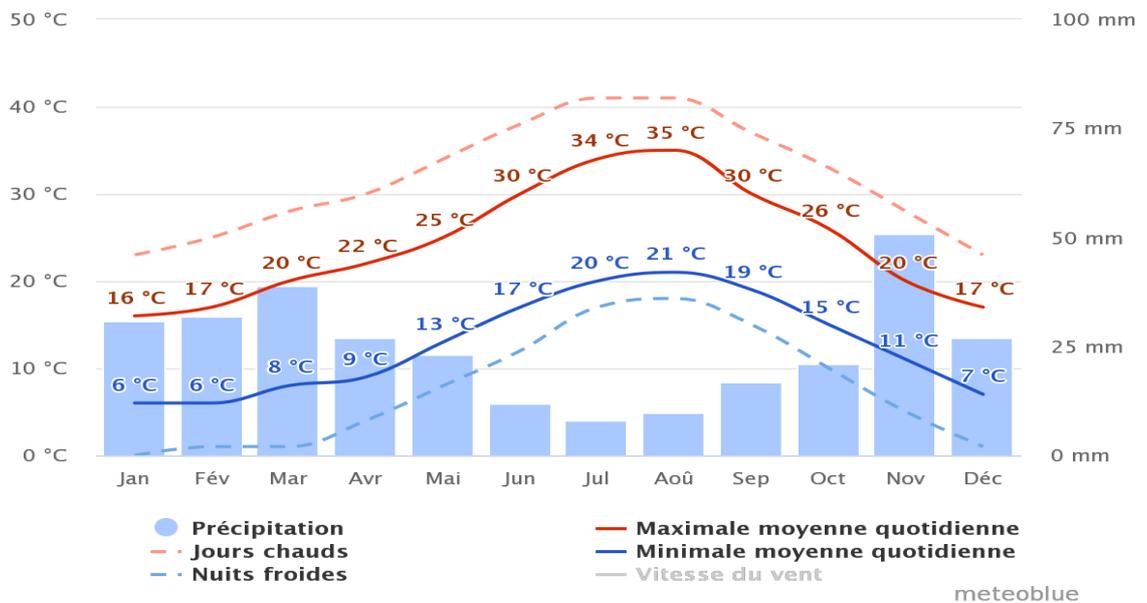
Cette wilaya est constituée de 04 daïras : Béni Saf, El Malah, Hammam Bou Hadjar, Ain Kihal. Englobant ainsi 28 communes dites aussi principales localités, et on cite : Aghlal, Ain El Arbaa, Ain Kihal, Ain Tolba, Aoubellil, Beni Saf, Bou Zedjar, Chaabet El Ham, Chentouf, El Amria, El Emir Abdelkader, El Malah, El Messaid, Hammam Bouhadjar, Hassasna, Hassi El Ghella, Oued Berkeches, Oued Sabah, Ouled Boudjemaa, Ouled Kihal, Oulhaca El Gheraba, Sidi Ben Adda, Sidi Boumedienne, Sidi Safi, Tadmaya, Tamzoura, Terga.

Les coordonnées géographiques de cette région sont 35° 18' 45 N Latitude, Longitude de 1° 8' 43 W, puis 248 m d'altitude. (Mohammed ET Samir, 2020).

## 2.2. Les données générales du climat :

Le climat de la région d'Ain Temouchent est du type semi-aride caractérisé par des précipitations plus ou moins faibles et irrégulières, un été chaud et humide et un hiver relativement froid et doux. (Météoblue, 2022).

### 2.2.1. Températures et précipitations moyennes :



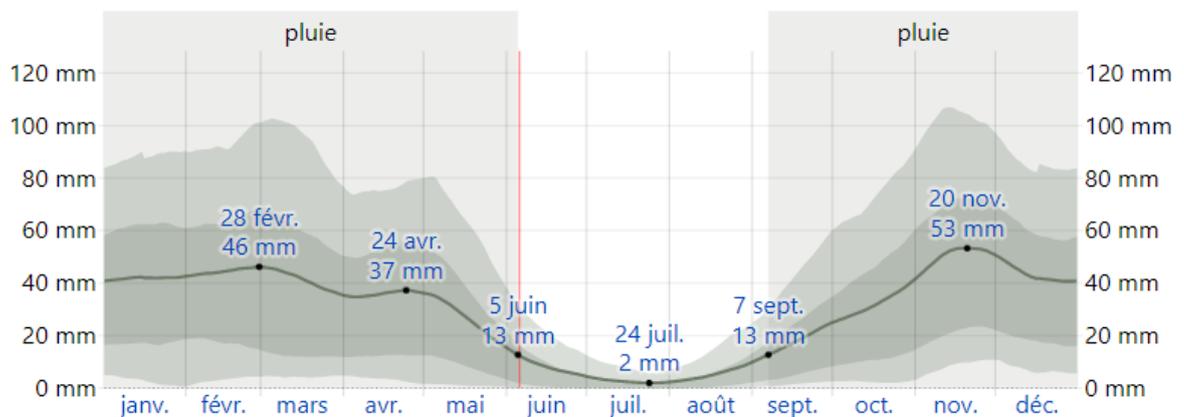
**Figure 11:** Températures et précipitations moyennes sur Aïn Témouchent des 30 dernières années (Meteoblue, 2022).

La température maximale moyenne quotidienne de chaque mois de la Wilaya est tracée en (ligne rouge continue) (voir Figure 11). De même la moyenne de la température minimale tracée en (ligne bleue continue) dans la Figure ci-dessus. Les jours chauds et les nuits froides sont dessinés en (lignes bleues et rouges en pointillé) qui indiquent la moyenne de la plus chaude journée et de la plus froide nuit de chaque mois des 30 dernières années. La vitesse du vent n'est normalement pas affichée, mais peut être ajustée en bas du graphique. (Meteoblue, 2022).

### 2.2.2. La Pluviométrie

Aïn Temouchent connaît des variations saisonnières considérables en ce qui concerne les précipitations de pluie mensuelles. La période pluvieuse de l'année dure 9 mois, du 7 septembre au 5 juin, avec une chute de pluie d'au moins 13 millimètres sur une période glissante de 31 jours. Le mois le plus pluvieux à Aïn Temouchent est le mois de novembre, avec une chute de pluie moyenne de 53 millimètres (Meteoblue, 2022).

La période sèche de l'année dure 3 mois, du 5 juin au 7 septembre. Le mois le moins pluvieux à Aïn Temouchent est le mois juillet, avec une chute de pluie moyenne de 2 millimètres (voir Figure 12). (Meteoblue, 2022).



**Figure 12:** Pluviométrie mensuelle moyenne à Aïn Temouchent (Meteoblue, 2022).

### 2.2.3. Humidité

Nous estimons le niveau de confort selon l'humidité basée sur le point de rosée, car il détermine si la transpiration s'évaporerait de la peau, causant ainsi un rafraîchissement de l'organisme. Les points de rosée plus bas sont ressentis comme un environnement plus sec et les points de rosée plus haut comme un environnement plus humide. Contrairement à la température, qui varie d'une manière générale, considérablement entre le jour et la nuit, les points de rosée varient plus lentement. Ainsi, bien que la température puisse chuter la nuit, une journée lourde est généralement suivie d'une nuit lourde. La Wilaya d'Aïn Temouchent connaît des variations saisonnières extrêmes en ce qui concerne l'humidité perçue (Meteoblue, 2022).

Il a été estimé que la période la plus lourde de l'année dure 3,6 mois, du 17 juin au 5 octobre, avec une sensation de lourdeur, oppressante ou étouffante au moins 13 % du temps. Le mois ayant le plus grand nombre de jours lourds à Ain Temouchent est le mois d'Aout, avec 15,4 jours lourds ou plus accablants. Le jour le moins lourd de l'année est le 14 février, avec un climat lourd quasiment inexistant (voir Figure 13) (Meteoblue, 2022).

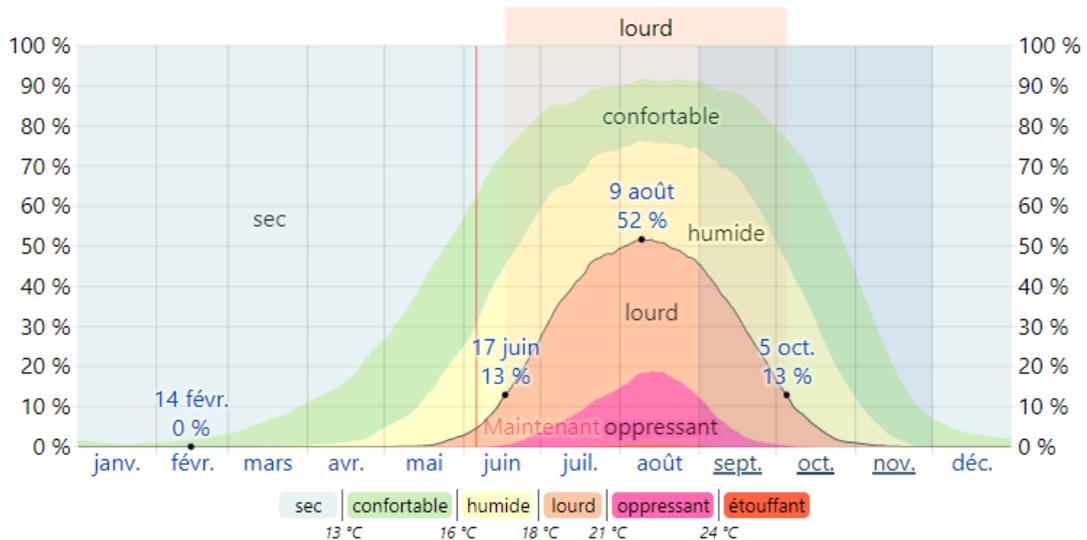


Figure 13: Niveaux de confort selon l'humidité à Ain Temouchent (Meteoblue, 2022).

### 2.2.4. L'ensoleillement ou insolation

La longueur du jour à Ain Temouchent varie considérablement au cours de l'année. Pour cette année, le jour le plus court est le 21 décembre, avec 9 heures et 47 minutes de jour ; le jour le plus long est le 21 juin, avec 14 heures et 33 minutes de jour (voir Figure 14).



Figure 14: Heures de clarté et crépuscule à Ain Temouchent (Meteoblue, 2022).

Le nombre d'heures durant lesquelles le Soleil est visible (ligne noire). De bas en haut (jaune à gris), les bandes de couleur indiquent : jour total, crépuscule (civil, nautique et astronomique) et nuit totale.

Le lever de soleil le plus tôt a lieu à 05 :49 le 12 juin et le lever de soleil le plus tardif a lieu à 08 :13 au mois de janvier. Le coucher de soleil le plus tôt a lieu à 17 :51 le mois de décembre et le coucher de soleil le plus tardif à la fin du mois de juin (**Meteoblue, 2022**).

### **2.2.5. La végétation dans la région Ain Témouchent :**

La Wilaya d'Aïn Témouchent est à vocation agricole. Elle dispose d'une superficie agricole utile (S.A.U) de 180.994 Ha couvrant plus de 89 % de la superficie totale qui représente 237.689 Ha, elle dispose de 8.090 exploitations agricoles. Néanmoins, la superficie en irrigué demeure négligeable avec un taux de 5,54 % de la S.A.U, soit 10.000 Ha (**Bilan DSA 2021**).

La superficie forestière d'Ain Temouchent est estimée à 29 556 hectares, soit environ 12,6% de la superficie totale de la wilaya, repartis en Forêts et reboisement : 7.763 Hectares et Maquis et terrains nus : 22.387 Hectares (**Bentayeb, 2019**).

La zone d'étude est principalement occupée par des terres agricoles plantées de céréales, de cultures maraichères, vignes et d'autres arbres fruitiers (**DSA, 2021**).

## **3. Présentation la zone d'étude**

La commune d'El Malah (anciennement appelée Rio De Salado) est une ville située au nord-ouest de l'Algérie (11 km du chef-lieu de la Wilaya d'Ain Temouchent, 58 km d'Oran, 60 km de Sidi Bel Abbés et 80 km de Tlemcen) .C'est une Région autrefois à vocation viticole, elle garde toujours son aspect agricole qui a un climat méditerranéen doux, pluviométrie supérieure à 350 mm par an. Quant à la qualité du sol est d'origine volcanique, mais aussi connu par sa couleur rouge « riche en oxyde de fer »un sol.

En ce qui concerne les-Informations géographique concernant la commune d'El Malah.

**Les coordonnées géographiques d'El Malah :**

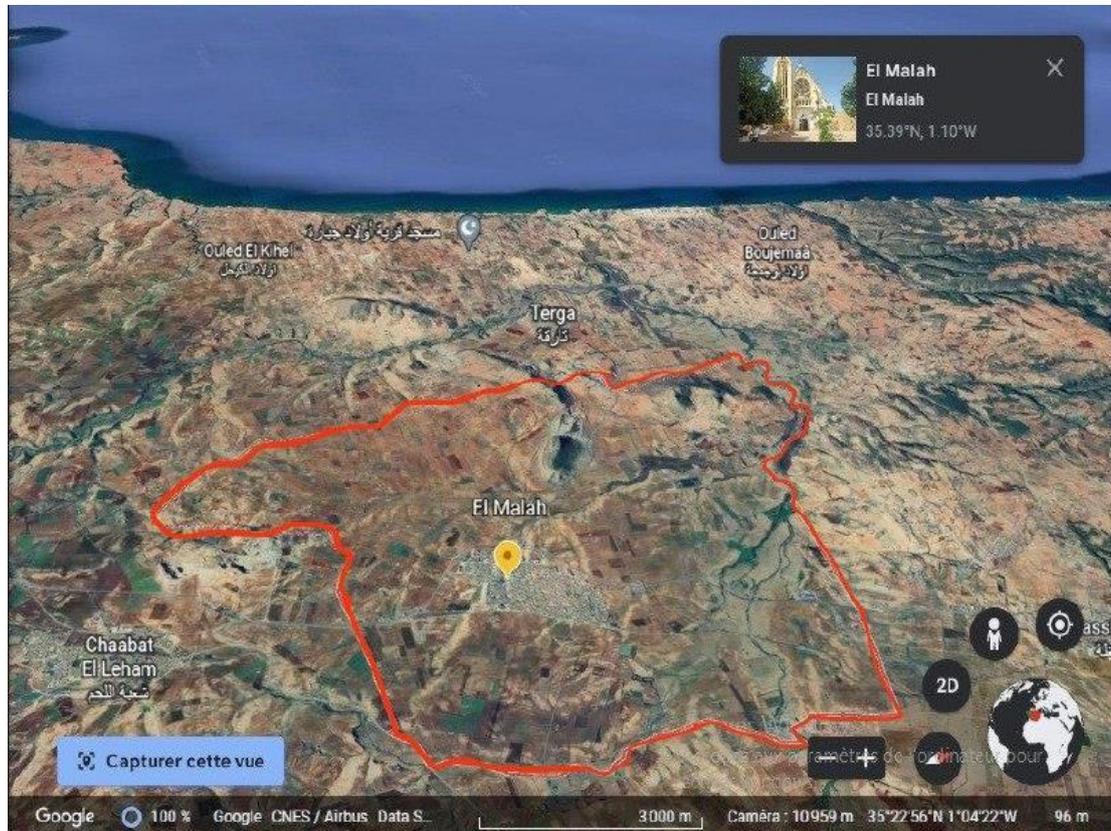
Latitude : 35.3926,

Longitude : -1.09294

35° 23' 33" Nord, 1° 5' 35" Ouest

Superficie d'El Malah : 6 918 hectares.

Altitude d'El Malah : 71 m.



**Figure 15:** Géolocalisation de la zone d'étude El Malah (Anonyme Année).

#### 4. Visite et prospection sur le terrain

Le choix de prélèvement des échantillons a été effectué d'une manière aléatoire au niveau des parcelles de vigne de la Vallée d'El Malah de la Wilaya. Par ailleurs, nous avons collaboré avec les producteurs de raisin de ladite vallée afin de nous informer sur l'historique ainsi que les problèmes rencontrés au niveau de la culture de la vigne. Ces producteurs nous ont informés que la Vallée est caractérisée par des anciennes et nouvelles plantations.

Notre étude s'est focalisée uniquement sur 09 exploitations agricoles à vocation viticole située dans la vallée de la commune d'El Malah qui Figure dans **le tableau 5**.

Tableau 5: les différentes exploitations concernées par l'étude (originale 2022)

Echantillon (M)	Lieu	Nom des Producteurs	Variétés	Porte greffe	superficie (Ha)	Date de plantation	Culture précédente	Traitement Phytosanitaire
M1	El Malah	Chadli Slimane	Dattier	Américain	1ha	2015	Légumineuse	Sulfate de cuivre La bordelaise
M2	El Malah	Ferkache Laid	Cardinal	Américain	1ha	2015	Légumineuse	Sulfate de cuivre -La bordelaise -Topaze -Corzate
M3	El Malah	Fatmi Karim	Cardinal	Américain	4ha	2015	Blé	-Sulfate de cuivre -topaze
M4	El Malah	Fatmi Karim	Cardinal	Américain	1ha	1999	Blé	-Sulfate de cuivre -topaze
M5	El Malah	Yakhlef Said	Cardinal	Américain	1ha	2020	Orge et blé	-Sulfate de cuivre -topaze
M6	El Malah	Yakhlef Said	Dattier	Américain	2ha	2010	Orge et blé	Sulfate de cuivre
M7	El Malah	Belebna Sofiane	cardinal	Américain	2ha	2014	Blé	Sulfate de cuivre La bordelaise
M8	El Malah	Fatmi Karim	Dattier	Américain	0,5	2014	Maraichage	Sulfate de cuivre
M9	El Malah	Belebna Sofiane	Dattier	Américain	1ha	2014	Blé	Sulfate de cuivre

## 5. Matériel utilisé sur le terrain

Le travail sur terrain a nécessité un matériel afin d'effectuer l'échantillonnage, qui est composé de : une carotte pour creuser le sol , des sachets en plastique pour la collecte des échantillons, application : **GPS Essentiel** du téléphone pour des relevés des Coordonnes Géo localisation du site, un mètre ruban pour la détermination de la surface de la zone infestée , des seaux pour mélanger les prélèvement du sol pour obtenir l'échantillon final et enfin un carnet pour la prise de notes afin de mentionner toutes les observations et les informations concernant les échantillons prélevés dans leur environnement.



**Figure 20** : Matériel utilisé sur le terrain (photo originale)

## 6. Matériel utilisé au laboratoire

Notre travail de recherche a été réalisé au niveau de deux laboratoires à savoir :

1. Laboratoire de la station régionale de la protection des végétaux « SRPV » de Messerguin Wilaya d'Oran (voir Annexe N°1).
2. Laboratoire du département sciences de la nature et de la vie de l'université BELHADJ BOUCHAIB d'Ain Temouchent.

- Pour la réalisation de notre travail au laboratoire, on a eu recours aux matériels suivants :
- Les seaux,
- La loupe binoculaire
- Microscope Optique
- Boites de pétri
- Tamis à différents diamètres
- Lames et lamelles
- Micropipette
- Papier filtre Wattman
- Les entonnoirs
- Les Becher
- Eprovettes
- Moustiquaire « Filet a petite maille »
- Eau a grande quantité



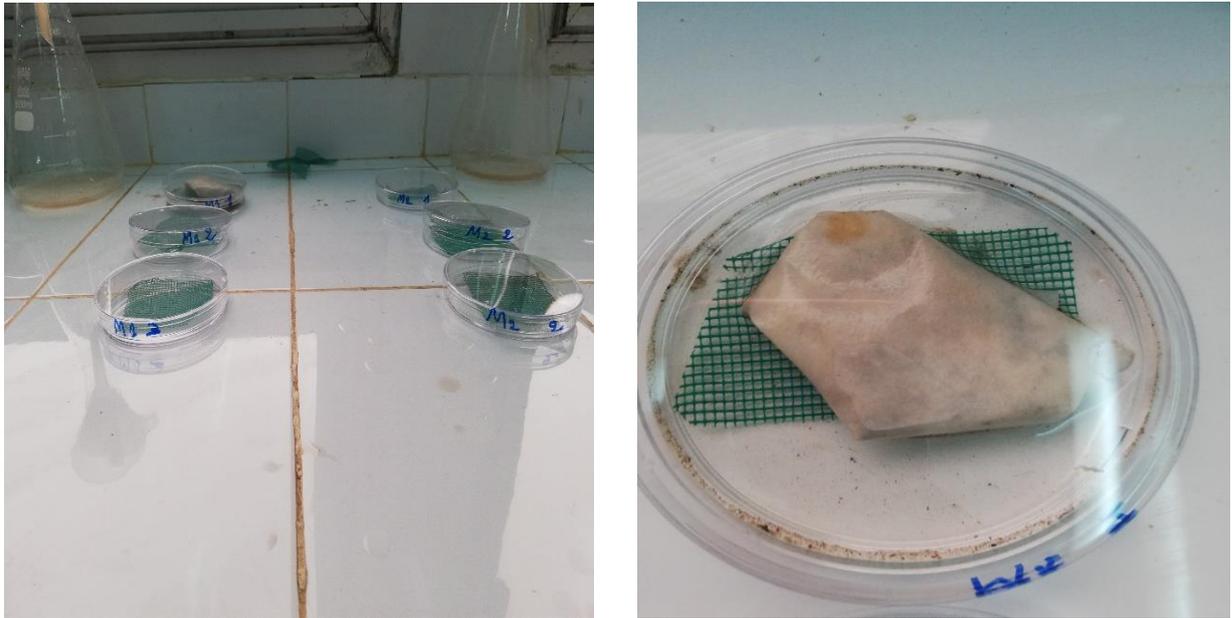
**Figure 16:** Les seaux, (photo originale 2022)



**Figure 17 : Tamis à différents diamètres (photo originale 2022)**



**Figure 18: Les Béchers (photo originale 2022)**



**Figure 19:** Boîtes de pétri (photo originale 2022)



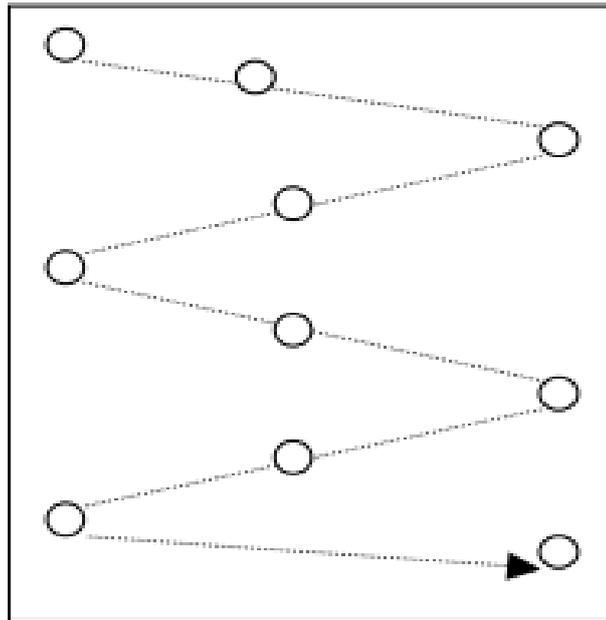
**Figure 20:** Matériel utilisé au laboratoire (photo original 2022)

## 7. Méthode d'échantillonnage

L'échantillonnage a été effectué du mois d'Avril au mois de Mai qui a consisté à prélever des échantillons de sol suivant le protocole qui est comme suit :

L'échantillon de terre a été prélevé au contact des racelles vivantes des plants de vigne.

Les prélèvements d'échantillons de sol ont été réalisés au hasard en zig zag, à l'aide d'une terrière appelée « carotte » à une profondeur de 30 cm, sur l'ensemble de la parcelle.



**Figure 21** : Schéma de l'échantillonnage Coynde D ; L et al 2010

Ensuite nous avons mélangé les échantillons entre eux et prélever seulement 1,5 kg de mélange pour chaque parcelle concernée et qui ont été mis dans des sacs en plastique étiquetés et codés mentionnant la date, la dénomination de l'exploitation.



**Figure 22** : le mélange des prélèvements de sol dans le seau (photo original, 2022)

Après les échantillons ont été les conservés au froid à une température e de 4°C afin d'éviter leur dessèchement du sol et la mort des nématodes.

L'échantillon doit être au moins de 1,5 à 2 Kg, prélevé à une profondeur de 5 cm à 30 cm pour mettre en évidence la présence de nématodes. (Le plus souvent leur nombre est estimé entre 10 et 100 nématodes / Kg de terre) (Esmenjaud, 1986).



**Figure 23** : Prélèvements des échantillons de sol (photo originale, 2022)

## 8. Méthode d'Analyse nématologique des échantillons

- Extraction des nématodes du sol par la méthode des seaux (Dalmasso, 1996).
- Identification morphologique classique des nématodes basée sur les différences morphologiques et anatomiques par observation microscopique.

Cette analyse a été réalisée au niveau de laboratoire SRPV, nous avons utilisé la Technique des seaux qui permet de déceler la présence des nématodes dans le sol.

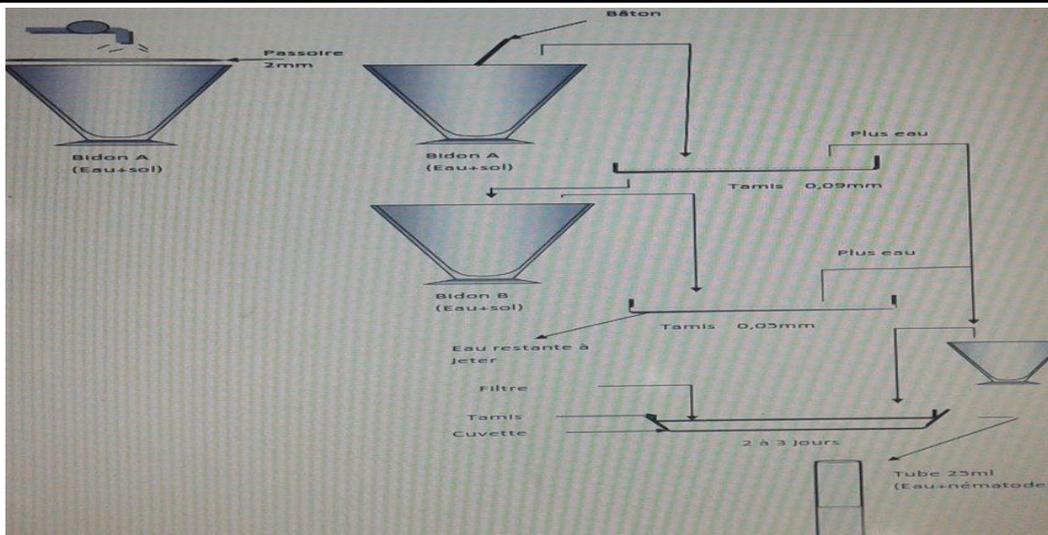
### 8.1. Les étapes d'extraction

L'extraction consiste à séparer les nématodes du sol et des racines pour les identifier et les compter, 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 particules du sol. Cette méthode nous a permet d'extraire les nématodes de différentes

tailles du sol en superposant des tamis à différents diamètres (Nakachain, 1977).

Le procédé est comme suit :

- Placer dans un seau un échantillon de sol de 1,5 kg et ajouter de l'eau (2 à 3 litres)
- Remuer et verser dans un autre seau à travers une passoire
- Rincer les résidus restants dans la passoire en récupérant l'eau de rinçage dans le même seau
- Ajouter l'eau et remuer
- Laisser reposer une minute
- Verser l'eau sur le tamis de 40 $\mu$  de diamètre en prenant soin de casser les grosses particules du sol
- Récupérer le contenu du tamis dans un verre à pied en se servant de jets d'eau
- Remettre en suspension et répéter l'opération 3 à 4 fois (selon le type de sol)
- Jeter le reste de la terre resté au fond du seau
- Réduire au maximum l'eau contenue dans le verre à pied en le versant dans le tamis de 40 $\mu$
- Prendre du papier « papier absorbant », le placer sur le support émaillé
- Ce dernier est placé sur un tamis quelconque ou sur une passoire
- Le tout est placé sur un récipient qui servira de support
- Verser le contenu du verre à pied (constitué d'eau, de MO, et de particules fines du sol), au centre du papier kleenex
- Plier le papier absorbant, vers le centre et le déposer avec le support dans une boîte de Pétri contenant de l'eau
- Fermer la boîte de Pétri et laisser reposer 2 jours pour que le maximum de nématodes soit lessivé et récupérés dans la boîte de Pétri
- Ce prélèvement sera observé sous loupe binoculaire



**Figure 24** : Les étapes d'extraction des nématodes suivant le Schéma Dalmasso

(photo originale, 2022)

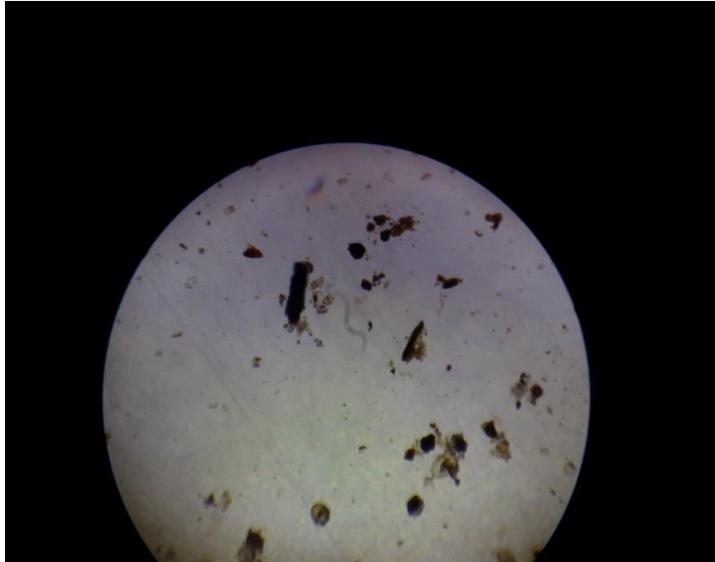
## 8.2. Observation microscopique de l'échantillon « prélèvement »

- La première observation de l'ensemble des boîtes de Pétri a été effectuée à l'aide d'une loupe binoculaire qui a révélé la présence de plusieurs nématodes. Cette dernière nous a permis de localiser la zone contenant des nématodes du liquide afin de faire un prélèvement précis d'une goutte d'eau à l'aide d'une micropipette.

Ce prélèvement a été déposé entre lame et lamelle afin de faire des observations microscopiques x10 qui a révélé nettement la présence de nématode (voir la Figure photo 26).

Nous avons continué à faire des observations microscopiques x40 qui ont permis l'identification de l'espèce de nématode à partir de la forme de la partie buccale ainsi que le stylet. Cette dernière était la clé d'identification de différentes espèces de nématodes trouvés.

- Par contre l'observation x100 avec l'huile d'immersion nous a permis de faire une observation morphologique et anatomique des nématodes très détaillée.



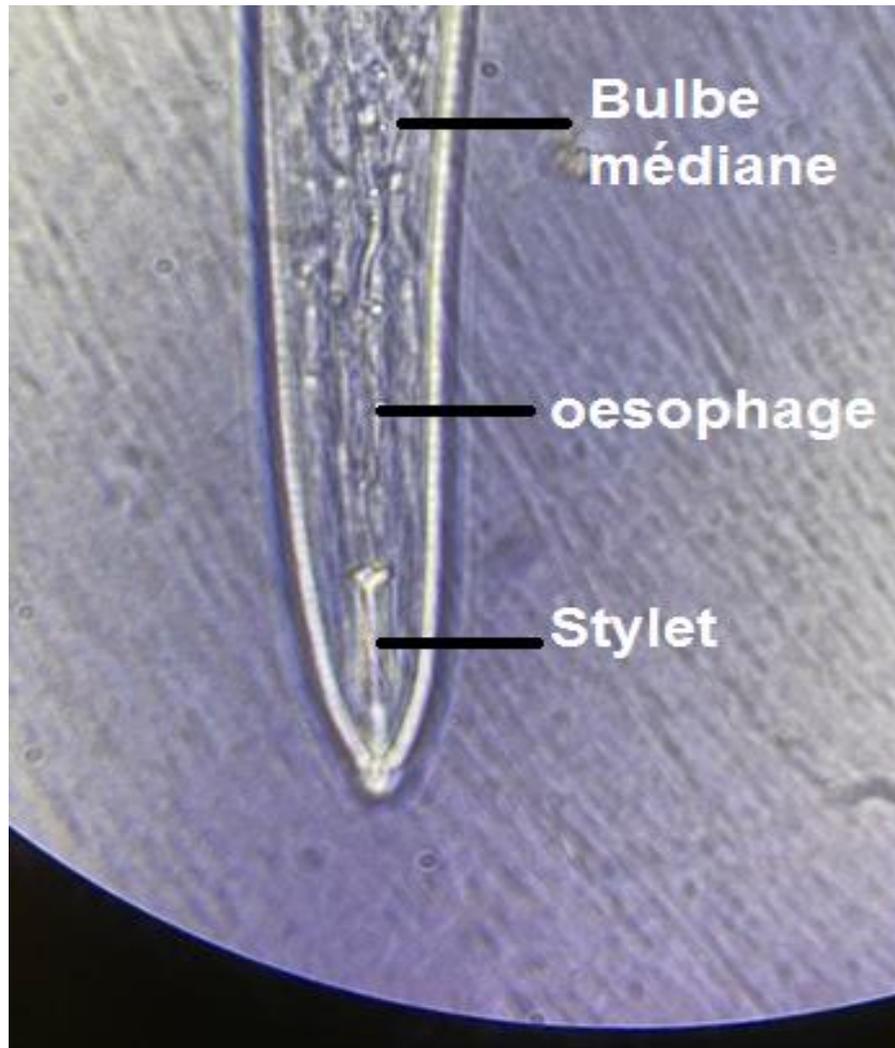
**Figure 30:** observation d'échantillons avec la loupe binoculaire

**(Photo originale, 2022)**



**Figure 25 :** observation d'échantillons observation microscopique x40

**(Photo originale, 2022)**



**Figure 26 :** Observation microscopique d'échantillon x100

(Photo originale, 2022)

**PARTIE II**  
**RÉSULTATS ET DISCUSSIONS**

## 1. Résultats :

### Les résultats de l'analyse nématologique

L'Observation sous loupe binoculaire a montré la présence de plusieurs nématodes a raison de plus de 5 nématodes par boîte Pétri. En effet, l'analyse nématologique des différents prélèvements des échantillons a révélé l'identification morphologique des nématodes à partir du guide fourni par l'SRPV de Mesreguine :

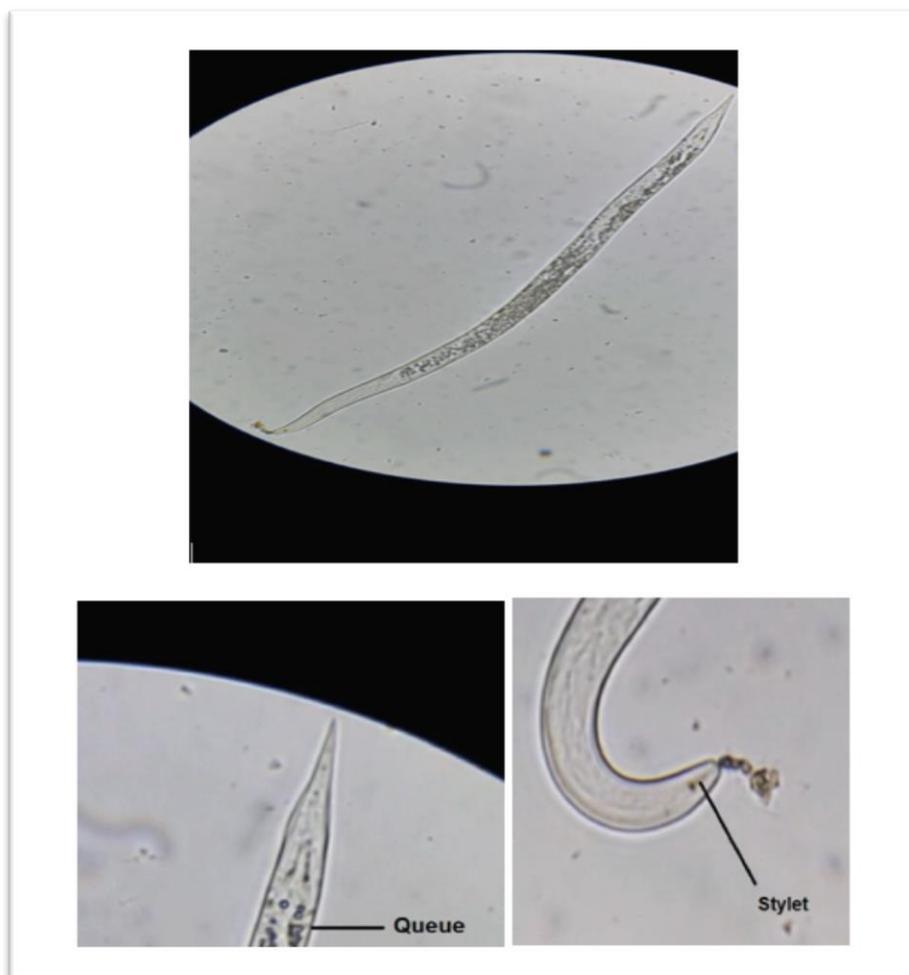
La présence de nématodes genre *Pratylenchus sp* a été trouvée dans les échantillons suivants :

**Tableau 6 : Répartition de nématode *Pratylenchus sp* sur les parcelles viticoles**

Echantillon	Lieu	Nom du Producteur	Variété de raisin	Existence de nématodes
M1	El Malah	Chadli Slimane	Dattier	+
M3	El Malah	Fatmi Karim	Cardinal	+
M4	El Malah	Fatmi Karim	Cardinal	+
M5	El Malah	Yakhlef Saide	Cardinal	+
M9	El Malah	Belebna Sofiane	Dattier	+



**Figure 27: *Pratylenchus sp* (Jason et Al, 2005)**



**Figure 28 :** Observation microscopique x40 *Pratylenchus sp* (photo original 2022)

**Tableau 7 :** répartition de nématode *Aphelenchoides sp* sur les parcelles viticoles

Echantillon	Lieu	Nom du Producteur	Variété de raisin	Existence de nématodes
M4	El Malah	Fatmi Karim	Cardinal	+

**Tableau 8 :** répartition de nématode *Rodopholus sp* sur les parcelles viticoles

Echantillon	Lieu	Nom du Producteur	Variété de raisin	Existence de nématodes
M4	El Malah	Fatmi Karim	Cardinal	+
M5	El Malah	Yakhlef Said	Cardinal	+



Figure 29 : Observation microscopique x40 *Mononchus sp* (Photo original 2022)

Tableau 9 : Répartition de nématode *Meloidogyne sp* sur les parcelles viticoles

Echantillon	Lieu	Nom du Producteur	Variété de raisin	Existence de nématodes
M2	El Malah	Ferkach Laid	Cardinal	+
M5	El Malah	Yakhlef Said	Cardinal	+
M6	El Malah	Yakhlef Said	Dattier	+
M7	El Malah	Belebna Sofiane	Cardinal	+

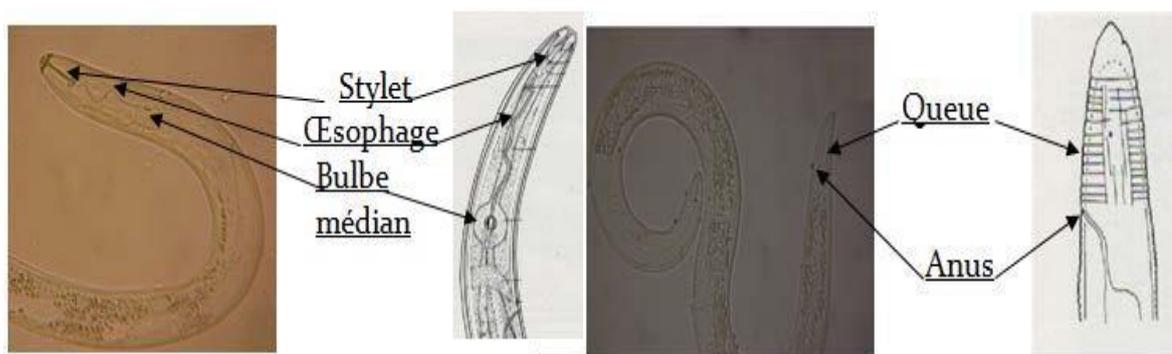
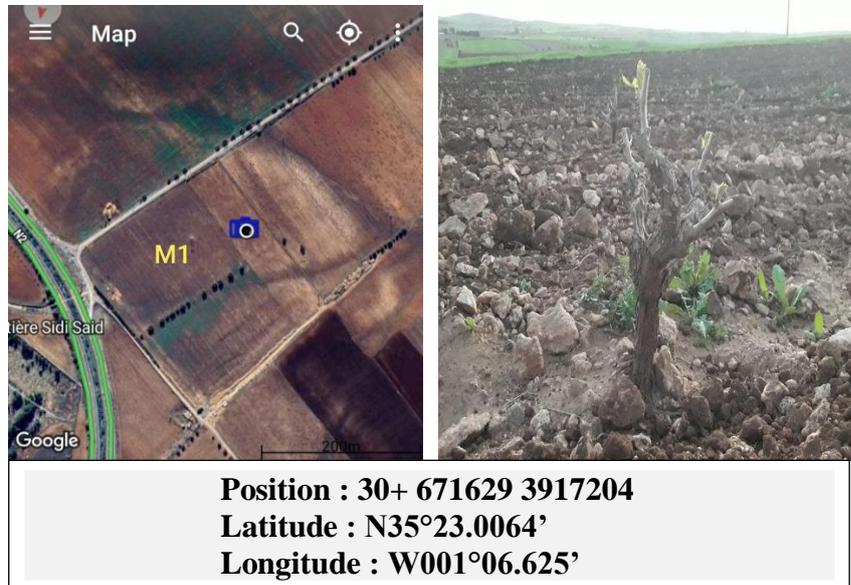


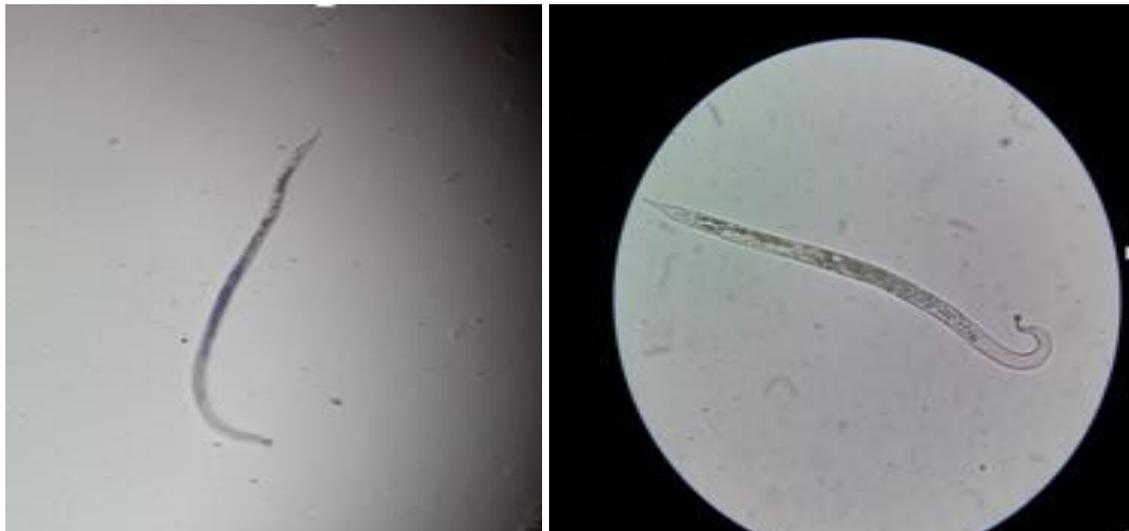
Figure 30 : Morphologie du nématode *Meloidogyne sp* , (Berrabeh.D, 2014)

Nos résultats indiquent une diversité, et une abondance des taxons de nématodes représentés par : *Aphelenchoides sp*, *Meloidogyne sp*, *Pratylenchus sp*, *Radophilus sp*, et une absence totale du genre *Xiphinema Index et Xiphinema italiae* sont des nématodes majeurs de la vigne et qui sont le vecteur naturel du virus du court noué (Galet, 1977)



**Figure 31** : Localisation de terre agricole Exploitation Chadli Slimane M1

(Photo Originale, 2022)



**Figure 32** : Observation Microscopique X 40 des nématodes *Pratylenchus sp* M1

(Photo Originale, 2022)



**Figure 33 :** Observation microscopique x40 *Helicotylenchus sp* M7 (Photo originale 2022)

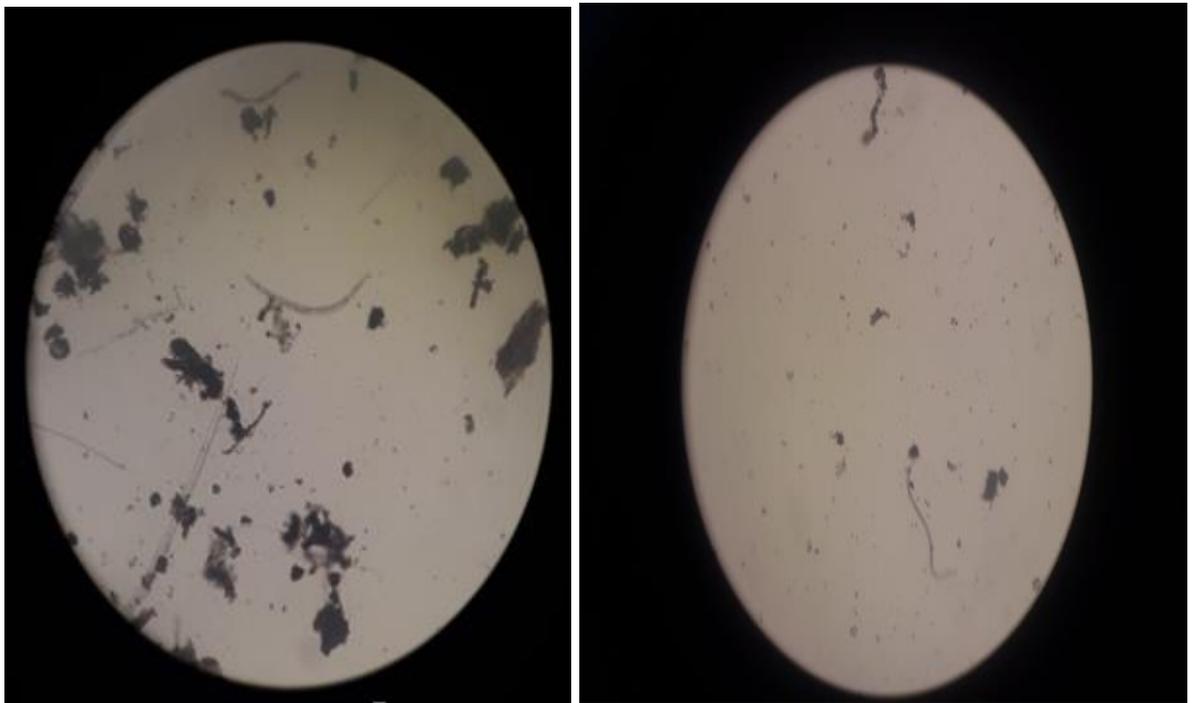
**Tableau 10 :** répartition de nématode *Helicotylenchus sp*, sur les parcelles viticoles

Echantillon	Lieu	Nom du Producteur	Variété de raisin	Existence de nématodes
M7	El Malah	Fatmi Karim	Cardinal	+



Position : 30+ 670841 3917393  
Latitude : N35°23.116'  
Longitude : W001°07.143'

**Figure 40 : Localisation de terre agricole Exploitation Ferkach Laid M2  
(Photo Originale, 2022)**



**Figure 34: Observation Microscopique X 10 *Meloidogyne sp* M2 (Photo originale, 2022)**



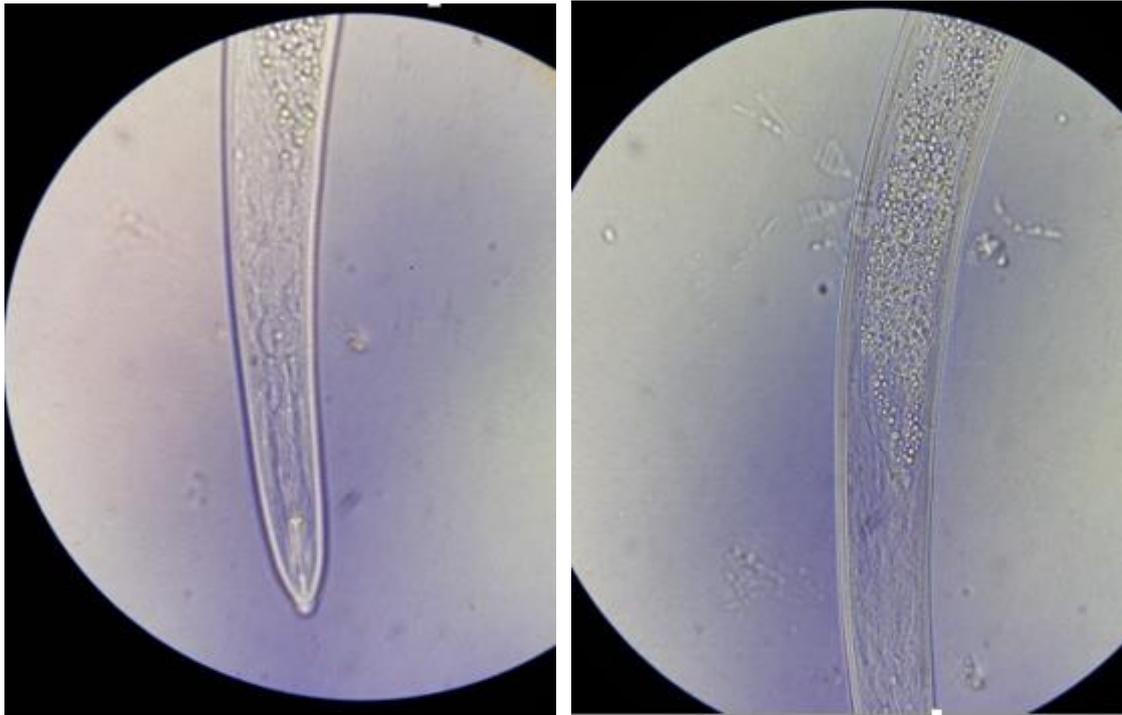
**Position : 30+ 669033 3918128**

**Latitude : N35°.531'**

**Longitude : W001°08.284'**

**Figure 35 : Localisation de terre agricole Exploitation Fatmi Karim M3**

**(Photo Originale, 2022)**



**Figure 36 :** Observation Microscopique X 100 des nématodes *Pratylenchus sp* M3 (Photo originale, 2022)

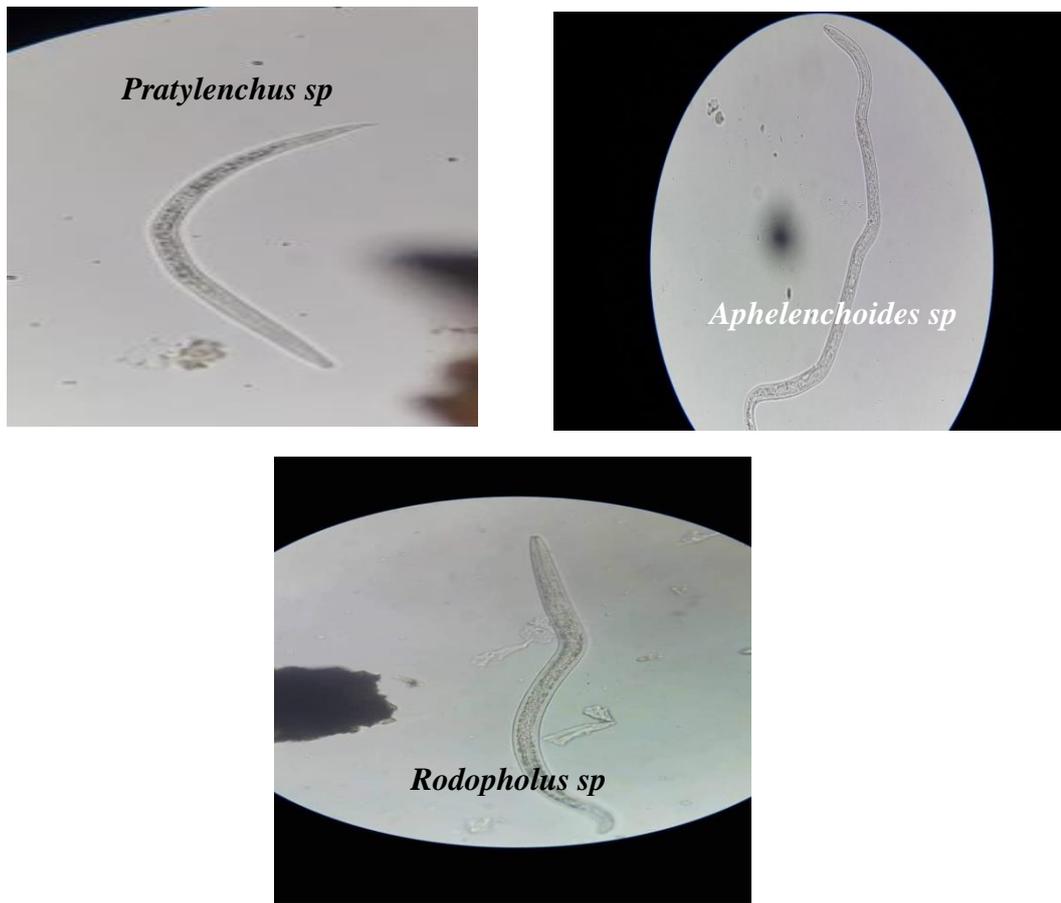


**Position : 30+ 669028 3918544**

**Latitude : N35°23.757'**

**Longitude : W001°08.326'**

**Figure 37 :** Localisation de terre agricole Exploitation Fatmi Karim M4 (Photo Originale, 2022)



**Figure 38 :** Observation Microscopique X 40 (zoom) des nématodes *Pratylenchus sp*+  
*Aphelenchoides sp*+ *Rodopholus sp* M4 (Photo originale, 2022)



**Position : 30+ 674103 3919456**  
**Latitude : N35°24.198'**  
**Longitude : W001°04.963'**

**Figure 39 :** Localisation de terre agricole Exploitation Yakhlef Said M5  
 (Photo originale, 2022)



**Figure 40** : Observation Microscopique X 40 (zoom) des nématodes *Pratylenchus sp* + *Rodopholus sp* + *Meloidogyne sp* M5 (Photo originale, 2022)



**Position : 30+ 674103 3919456**

**Latitude : N35°24.198'**

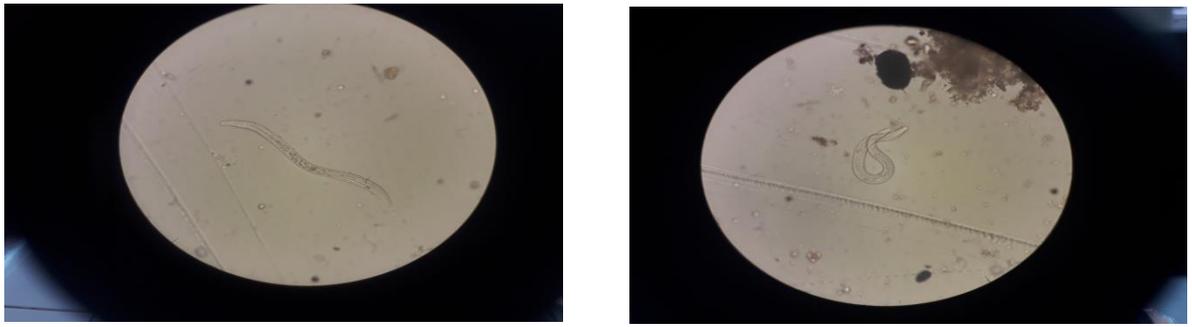
**Longitude : W001°04.963'**

**Figure 41** : Localisation de terre agricole Exploitation Yakhlef Said M6

(Photo Originale, 2022)

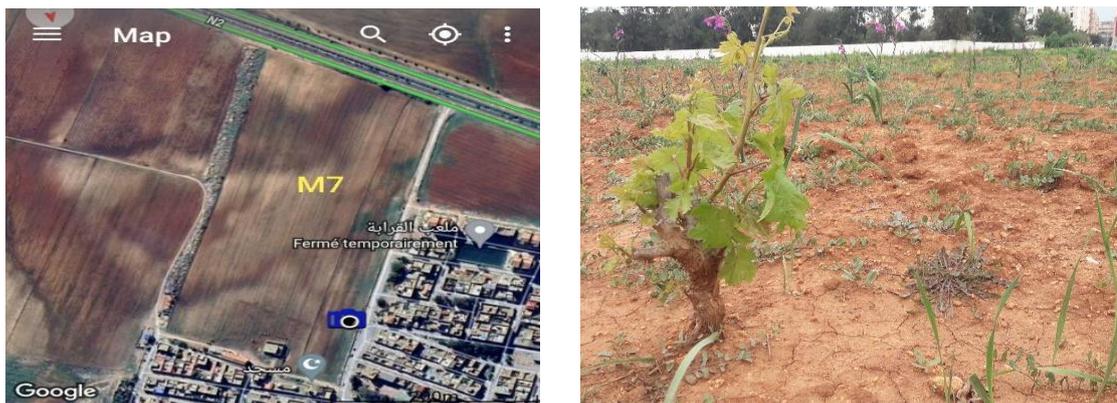
**Tableau 11** : Répartition de nématode *Tylenchus spp*, sur les parcelles viticoles

Echantillon	Lieu	Nom du Producteur	Variété de raisin	Existence de nématodes
M9	El Malah	Belebna Sofiane	dattier	+



**Figure 42 :** Observation Microscopique X 40 (zoom) des nématodes *Meloidogyne sp* M6

(Photo originale, 2022)



**Position : 30+ 672406 3917125**

**Latitude : N35°22.955'**

**Longitude : W001°06.113'**

**Figure 50 :** Localisation de terre agricole Exploitation Belebna Sofiane M7

(Photo Originale, 2022)



**Figure 43 :** Observation Microscopique X 40 (zoom) des nématodes *Meloidogyne sp M7*  
(Photo Originale, 2022)



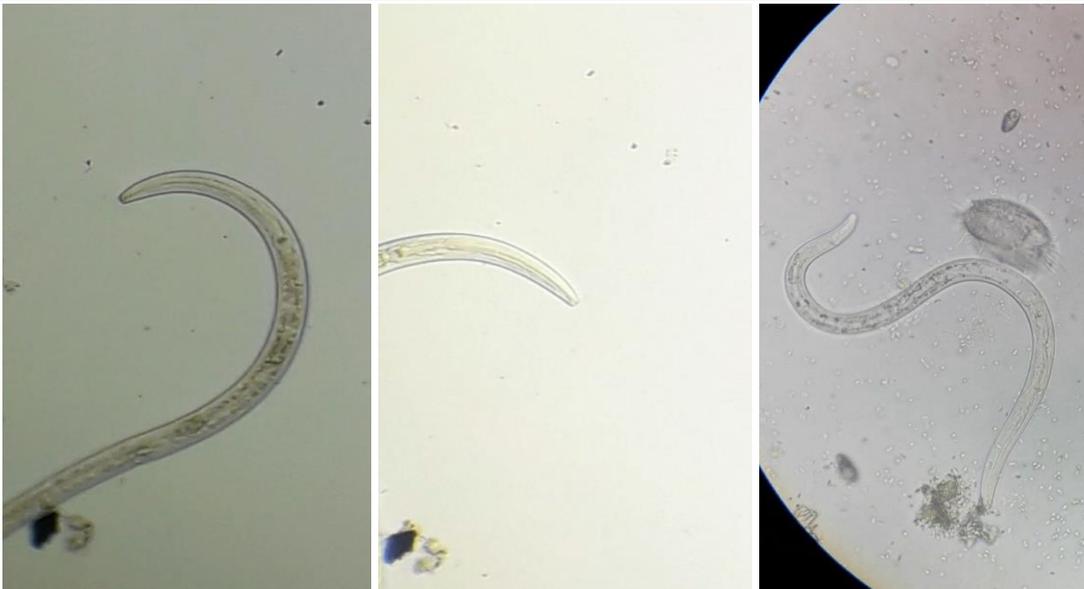
**Position : 30+ 672058 3917019**

**Latitude : N35°22.901'**

**Longitude : W001°06.345'**

**Figure 44 :** Localisation de terre agricole Exploitation Belebna Sofiane M9

(Photo Originale, 2022)



**Figure 45 :** Observation Microscopique X 40 (zoom) des nématodes *Tylenchus sp M9*  
(Photo Originale, 2022)

## 2. DISCUSSION

Il est important de signaler que cette étude portant l'identification des nématodes et analyse nématologique de nos échantillons a été faite en étroite collaboration avec les cadres chercheurs de la station régionale de la protection des végétaux « SRPV » de Messerguin Wilaya d'Oran. Cette dernière a contribué à l'identification des nématodes trouvés et c'est grâce à leur référentiel de l'INPV voir l'annexe.

Notre étude menée dans les différentes parcelles de vignobles de la Vallée de la commune d'El Malah Wilaya d'Ain Temouchent, a permis de révéler la présence de plusieurs nématodes phytoparasites associés à la culture de la vigne qui sont inventoriés dans les Tableaux 6.7.8.9.10 et 11. Ces nématodes appartiennent aux genres *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Rodopholus*, *Aphelenchoide* et *Tylenchus*.

Toutefois, il y a lieu de préciser qu'à la lecture des résultats obtenus que les nématodes du genre *Meloidogyne sp* et *Pratylenchus sp* sont les plus fréquents dans la totalité des échantillons analysés. Pour les autres nématodes, ils sont moins nombreux avec une répartition localisée.

Néanmoins, il est important de rappeler que les nématodes soient le plus souvent invisibles à l'œil nu (0,2 à 3 mm de long) et parasitent les parties aériennes et souterraines des plantes. Ils ne provoquent pas pour la plupart des plantes de symptômes visibles caractéristiques sur les parties aériennes, ce qui rend le diagnostic délicat et difficile.

C'est pourquoi, l'identification classique des nématodes a été basée sur les différences morphologiques et anatomiques en utilisant l'analyse d'images microscopiques. Par ailleurs l'identification morphologique fait partie des méthodes d'identification les moins chères et permet de relier la morphologie à une fonction possible (**Tittonell, P et al, 2012**)

. Bien qu'ils soient plus efficaces pour les nématodes qui présentent des différences distinctes, les nématodes qui partagent des différences morphologiques et morphométriques subtiles telles que la longueur du corps, la présence et la forme d'un stylet, la forme de la queue, etc., sont difficiles à distinguer morphologiquement.

Il est vrai qu'au départ le but recherché de notre étude s'est axé sur la recherche et l'identification des nématodes du genre *Xiphenema sp* qui sont redoutables pour la vigne et responsable des maladies virales tels que le vecteur du virus de l'enroulement des feuilles de la

vigne (GFLV) et la maladie du cour-noué de la vigne mais il y a eu absence dans les échantillons de terre des parcelles viticoles prospectées.

### 2.1. Les nématodes à galles (*Meloidogyne spp*)

L'analyse nématologique a révélé l'existence des nématodes du genre *Meloidogyne spp* au niveau des parcelles prospectées du vignoble à savoir voir le tableau 9 :M2 Ferkach Laid, parcelle M5 et M6 Yakhlef Said. Et M7 Belabna Sofiane

Ce genre de nématode a été rencontré dans le sol des parcelles de sols (argileux limoneux) avec des niveaux d'infestations élevés dépassant le seuil de nuisibilité fixé par (Mc Kenry, 1992) qui est de 20 *Meloidogyne spp*. Par 100 cm<sup>3</sup> de sol. Les symptômes caractéristiques relatifs à ce genre de nématode, se manifestent par la présence des galles au niveau des racines.

Pour notre cas, nous n'avons pas pu vérifier la présence des gales au niveau racines de la vigne car nous n'avons pas été autorisés pour arracher un cep de vigne dépassant les 20ans.

Selon **Nicol et al. (1999)**, plus de 50 espèces de *Meloidogyne* ont été identifiées sur vignes dont *Meloidogyne javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla* et *M. incognita* sont les plus nuisibles sur cette culture. Pour notre cas d'étude nous n'avons pas pu identifier ces espèces, et ce à cause du manque de matériels sophistiqués pour faire une analyse nématologique précise.

### 2.2. Autres nématodes

D'autres nématodes phytophages moins importants ont été également trouvés associés aux vignobles des parcelles prospectées de vignoble de la Vallée d'El Malah à savoir, *Pratylenchus spp* (M1 / Chadli Slimane), (M3 et M4 / Fatmi Karim), (M5/ Yakhlef Said) et (M9/ Belebna Sofiane) et *Rodopholus sp* (parcelle M4 / Fatmi Karim) et (M5/Yakhlef Said) et *Aphelenchoides sp* (M4 /Fatmi Karim) (**voir le tableau 5**).

Les nématodes du genre *Pratylenchus* sont très polyphages et attaquent les espèces de plantes hôtes tels que les céréales et légumineuses comme : le pois, le maïs, les céréales à paille, le colza, le sorgho, le tournesol. Suite aux investigations menées auprès des producteurs de la vallée d'El Malah, portant sur l'historique de leurs parcelles, 8/9 exploitations avaient déclaré que le précédent cultural étaient : céréales et légumineuses ce qui explique la présence dudit nématode. Nos hypothèses concordent aux résultats de **Whitehead 1998** que Ces nématodes causent des dégâts importants sur les céréales dans de nombreux pays à travers le monde.

Dans notre cas d'étude, les résultats d'analyses ont révélé la présence des nématodes du sol, en particulier les nématodes qui se nourrissent de bactéries et de champignons « bacterivore et fongivore ». Selon (**Ferris et al. 1998**), ces nématodes peuvent contribuer à maintenir des niveaux adéquats de l'azote N disponible pour les plantes dans les systèmes agricoles reposant sur des sources organiques de fertilité.

# CONCLUSION GÉNÉRALE

Les prospections réalisées au niveau des parcelles étudiées qui ont eu pour but d'établir un diagnostic et inventaire des nématodes ont montré la présence de plusieurs espèces de nématodes à savoir : des nématodes phytoparasites et des nématodes trophiques

Les nématodes phytoparasites trouvés au niveau des parcelles prospectées sont : *Pratylenchus*, *Meloidogyne*, *Tylenchus*, *Rodopholus* et *Aphelenchoides*.

Ce que nous avons observé lors de l'analyse des échantillons du sol prélevé, la présence d'un nombre important de nématodes tels que *Pratylenchus sp*, qui sont dû au précédent cultural des parcelles étudiées « à dominance céréalière ».

Aussi, les résultats ont révélé la présence des nématodes *Meloidogyne* qui sont des nématodes a kystes ou a galles associés à la vigne. Ce dernier peut entraîner une baisse de développement végétatif chez les jeunes plants accompagné d'une baisse de rendement et ce à cause d'une mauvaise absorption d'eau et nutriments au niveau des racines. L'absence de traitement phytosanitaire peut engendrer la mort du jeune plant de vigne via la destruction des racines.

Quant au groupe trophique de nématodes nous avons trouvé des nématodes bacterivores, fongivores et prédateurs. Ces derniers sont considérés selon la référence bibliographique comme des bio-indicateurs du sol tels que ; la qualité de la décomposition de la matière organique ; l'intensité des flux de nutriments et le niveau d'activité biologique du sol.

En effet, la présente étude a révélé la présence de plusieurs genre de nématodes dont certains représentent un menace pour la viticulture de la Vallée d'El Malah comme : *Meloidogyne* et *Pratylenchus* dans le proche avenir. Quant au reste de nématodes du groupe trophiques sont bénéfiques à l'amélioration du sol et l'absorption de nutriments pour la vigne.

## RECOMMANDATION

A la fin de ce travail, il nous paraît important de mettre en relief certaines recommandations nécessaires à la lutte contre les nématodes associés à la vigne :

- Continuer à faire des recherches au niveau des zones potentiellement viticole sur la prospection des nématodes
- Faire des prélèvements de plants de vigne et leurs échantillons de sol pour identifier le type de nématodes et maladies correspondantes.
- Eviter les plantations intercalaires « entre les lignes » de la vigne en plantes hôtes de nématodes
- Réaliser des études de résistance variétale en utilisant des cépages autochtones
- Procéder aux analyses des échantillons par des techniques plus précises tels que le PCR, TEST ELISA etc... afin de détecter les maladies virales ainsi que les espèces vectrices de nématodes.
- Enfin, réfléchir avec les parties prenantes à la mise en place d'une stratégie de lutte pour mieux protéger le vignoble contre ces parasites.

# RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE

[A]

**Achbani E., Habbadi K. (2016).** La galle du collet de la vigne au Maroc (Région de Fès-Meknès). *Agriculture du Maghreb* 99: 101-103.

**Agrios G.N., 2005** – Plant Pathology, 5th edn. Ed .Academic Press, USA, 922 p.

**Alexandra Bélanger,** RAP Pépinières ornementales Nématodes bénéfiques en pépinière, page 2 ; mars 2019 ; qubéq canada.

**Anonyme. (1984).** Statistique agricole ”. Ed. Ministère de l’Agriculture, Algérie 36 p

[B]

**Bélair G., 2005** – Les nématodes, ces anguillules qui font suer les plantes...par la racine. *Phytoprotection*, 86(1): 65-69

**Bernard, E. C. (1992).** Soil nematode biodiversity. *Biology and Fertility of Soils*, 14, 99–103

**Berrabah D., Hammache M., Hoceini F(2014).** *Institut National d’Agronomie INA, département de Zoologie Agricole et Forestière INA .Alger Etude de la diversité des nématodes phytophages de cultures maraichères et l’effet de rotation sur leur développement dans le nord de l’Algérie p.1857 .Revue des Régions Arides - Numéro Spécial - n° 35 (3/2014) : 1851-1862 ISSN : 0330 – 7956 Editée par l’institut des régions arides – Médenine - TUNISIE*

**Blaxter M.L., 1998** – *Caenorhabditis elegans* is a Nematoda. *Science*, 282 (5396):2041-2046.

**Blaxter, M. (2003).** Comparative genomics: Two worms are better than one. *Nature*, 426, 395–396

**Bradbury, R. S., & Speare, R. (2015).** Passage of *Meloidogyne* eggs in human stool: Forgotten, but not gone. *Journal of Clinical Microbiology*, 53(4), 1458–1459. <https://doi.org/10.1128/JCM.03384-14>

**Brito J., Powers TO, Mullin PG, Inserra RN, Dickson DW** Caractérisation morphologique et moléculaire des isolats de *Meloidogyne mayaguensis* de Floride. *J. Nématol.* 2004 ; 36 : 232–240. [ [Article PMC gratuit](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

[C]

**Caroline Djian-Caporalino, Hélène Védie, et Alain Arrufat, INRA ; 2008.** UMR Interactions Biotiques et Santé Végétale (IBSV) INRA / UNSA / CNRS .Fiches ACTA 2008 ; V.irginie Grzesiak, DRAF-SRPV LanguedocRoussillon

**Chitwood BG** « Nématodes à galles »—Partie I. Une révision du genre *Meloidogyn* Goeldi, 1887. *Proc.Helminthol. Soc. Washington* 1949; 15: 90–104. [ [Google Scholar](#) ]

**Chitwood, B. G.** (1937). A revised classification of the Nematoda. In Papers on helminthology, 30 year jubileum (pp. 67–79). Lenin Academy of Agricultural Sciences.

**Christenhusz MJM, Byng JW (2016).**The number of known plant species in the world and its annual increase. *Phytotaxa.*Magnolia Press 261(3):201–217.

**Cook R., Noel GR** Nématodes à kystes: espèces de *Globodera* et *Heterodera*. Dans: Starr JL, Cook R., Bridge J., éditeurs. *Résistance des plantes aux nématodes parasites*. CABI ; Wallingford, Connecticut, États-Unis : 2002. p. 71-105. [ [Google Scholar](#) ]

[D]

**Da Cunha TG, Visôto LE, Lopes EA, Oliveira CMG, Dieu PIVG** Méthodes de diagnostic pour l'identification des espèces de nématodes à galles du Brésil. *Ciência Rural.* 2018 ; 48 : 1–11. doi : 10.1590/0103-8478cr20170449. [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

**De Oliveira CMG, Monteiro AR, Blok VC** Diagnostic morphologique et moléculaire des nématodes phytoparasites : Travailler ensemble pour réaliser l'identification. *Trop Pathologie végétale.* 2011; 36: 65–73. Doi : 10.1590/S1982-56762011000200001. [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

**Donn, S., Griffiths, B.S., Neilson, R. and Daniell, T.J.** (2008) DNA extraction from soil nematodes for multisample community studies. *Applied Soil Ecology* 38, 20–2

**DSA (2021):** Rapport portant sur le Bilan global du secteur agricole de la Wilaya d’Ain Temouchent de la campagne 2020-2021

**Duncan L.W. (2005).** Nematode parasites of citrus. In: Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture (eds. M. Luc, R.A. Sikora and J. Bridge). 2nd ed. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 593- 607.

[E]

**Eisenback JD, Hirschmann H., Triantaphyllou AC** Comparaison morphologique des structures de la tête féminine *Meloidogyne*, des motifs périnéaux et des stylets. *J. Nématol.* 1980 ; 12 : 300–313. [ [Article PMC gratuit](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

**Eisenback JD, Hunt DJ** Morphologie générale. Dans : Perry RN, Moens M., Starr JL, éditeurs. *Nématodes à galles*. CABI ; Wallingford, Connecticut, États-Unis : 2009. p. 18–54. [ [Google Scholar](#) ]

[F]

**Ferraz L.C.C.B. et Brown D.J.F., 2002** – An introduction to nematodes: plant nematology .Ed Derek J.F., Brown B.A., 221 p.

**Ferris, H., T. Bongers et RGM de Goede. 2001.** Un cadre pour le diagnostic du réseau trophique du sol : extension du concept d'analyse de la faune des nématodes. *Écologie appliquée du sol* 18 : 13–29.

[G]

**GALET P., 2001,** Précis de viticulture. 7ème éd, Deham, Montpellier, 561p

**Galet, P. (1998).** Précis de viticulture (7 eme ed). Déhan. Montpellier. 561p.

**Giulia Meloni and Johan Swinnen** , “THE RISE AND FALL OF THE WORLD’S LARGEST WINE EXPORTER (AND ITS INSTITUTIONAL LEGACY)“, *American Association of Wine Economist* – février 2013 <https://www.liberte-algerie.com/actualite/la-vigne-de-table-en-pergola-en-evolution-363112>

**Gomes G.S;Huang S.P et Cares J E ;2003-**Nematode Community ,Trophic Structure and Population Fluctuation in Soybean Fields,*Fitopatologia Brasileira* 28,pp258-266

**Griffiths, B., Donn, S., Neilson, R., & Daniell, T. (2016).** Molecular sequencing and morphological analysis of a nematode community. *Applied Soil Ecology*, 32(3), 325–337

[H]

**Huglin.P., Shneider.C., 1998.** Biologie et écologie de la vigne, 2<sup>o</sup>éd, Tec & Doc Lavoisier, Paris. 372pp.

**Hugot, J.-P., Baujard, P., Morand, S., 2001.** Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview. *Nematology* 3, 199–208.

[I]

**Insera, RN ; Duncan, LW O'Bannon, JH ; El-Morshedy, MM (1994) .** Plant Disease Vol.78 No.11 pp.1067-1071 ref.16

[J ]

**Jason G. Sheedy .Thesis (M.Ag.Sc.), 2005**

[K]

**Karssen G., Van Aelst AC** Développement du modèle périnéal des nématodes à galles : une reconsidération. *Nématologie*. 2001; 3: 95–111. Doi: 10.1163/156854101750236231 [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

**Kenneth Horst, 2008,** *Westcott's Plant Disease Handbook*, Seventh Edition, New York, USA, P78-79

[L]

**Lamshead, P. J. D. (1993).** Recent developments in marine benthic biodiversity research. *Oceanis*.

[M]

**Mathews HJP** Morphologie du nématode à kyste de l'ortie *Heterodera urticae* Cooper, 1955. *Nematologica* 1970 ; 16 : 503–510.doi : 10.1163/187529270X00685. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

## [N]

**Nathan Garcia 2017**, *Analyse exploratoire des variables structurant la capacité des communautés de nématodes phytoparasites à limiter l'implantation du nématode de quarantaine Meloidogyne chitwoodi. (Thèse AGROCAMPUS OUEST Sous le label de l'université de Bretagne Loire) 19 Décembre 2017.*

**Neilson, R., Donn, S., Griffiths, B., Daniell, T., Rybarczyk, K., van den Elsen, S., Mooyman, P. and Helder, J.** (2009) Molecular tools for analyzing nematode assemblages. In: Wilson, M.J. and Kakouli-Duarte, T. (eds) *Nematodes as Environmental Indicators*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 188–207.

**Nicol J.M., Stirling G.R., Rose B.J., May P., van Heeswijk R. (1999).** Impact of nematodes on grapevine growth and productivity: current knowledge and future directions, with special reference to Australian viticulture. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 5:109-127.

**Nicol J.M., Stirling G.R., Rose B.J., May P., van Heeswijk R. (1999).** Impact of nematodes on grapevine growth and productivity: current knowledge and future directions, with special reference to Australian viticulture. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 5:109-127.

## [O]

**OIV, International Organisation of Vine and Wine (2017)** Distribution of the world's grapevine varieties, OIV Publication, p 54. ISBN: 979-10-91799-89-8. <http://www.oiv.int/public/medias/5888/en-distribution-of-the-worlds-grapevine-varieties.pdf>

## [P]

**P. Reddy**; *Nematode Diseases of Crops and their Management*, P. Reddy, India, 2021.p22/24

**Perkins, S. L., Martinsen, E. S., & Falk, B. G.** (2011). Do molecules matter more than morphology? Promises and pitfalls in parasites. *Parasitology*, 138(13), 1664–1674.

**Pinkerton J.T., Forge T.A., Ivors K.L., Ingham R.E. (1999).** Plant parasitic nematodes associated with grapevines, *Vitis vinifera*, in Oregon vineyards. *Supplement to the Journal of Nematology* 31(4S): 624-634.

## [Q]

**QUELENIS N., 2008.** La vigne dans le monde : CCI. Champagne-Ardenne. Quercence of *Togninia minima Perithecia* in esca affected vineyards in California, Plant Dis. 89. Pp. 857-871.

[R]

**Reynier A. (1989).** Manuel de viticulture (5e édition). Paris : J.L. Bailliere. 406p

**REYNIER A., 2007.** Manuel de viticulture. Ed. TEC & DOC. Paris. 10<sup>ème</sup>. Ed. 527 P.

[S]

**Sasser JN, Freckman DW.** 1987. A world perspective on nematology: the role of the society. Dans : Visitas on nematology. Veech, J.A. et Dickson, D.W. Eds. p. 7-14. Hyattsville, USA, society of nematologist inc. DSA, Direction des Systèmes d'Information, des Statistiques et de la Prospective , SERIE B 2019, JUILLET 2021 ,P 6-7-9

**Sijmons P.C., Atkinson H.J. and Wyss U., 1994** - Parasitic strategies of root nematodes and associated host cell responses. Annual Review of Phytopathology, 32: 235-259

**Sorribas F.J., Verdejo-Lucas S., Pastor J., Ornat C., Pons J., Valero J., (2008).** Population Densities of *Tylenchulus semipenetrans* related to Physicochemical Properties of Soil and Yield of Clementine Mandarin in Spain. Plant Dis., 92: 445-450

**Sundarababu R, Mani MP, Sivakumar CV (1999)** A new biocontrol agent for plant parasitic nematodes. Indian Hort 12:25

[T]

**Tittonell, P., Scopel, E., Andrieu, N., Posthumus, H., Mapfumo, P., Corbeels, M., van Halsema, G.E., Lahmar, R., Lugandu, S., Rakotoarisoa, J., Mtambanengwe, F., Pound, B., Chikowo, R., Naudin, K., Triomphe, B., Mkomwa, S., 2012.** Agroecologybased aggradation-conservation agriculture (ABACO): Targeting innovations to combat soil degradation and food insecurity in semi-arid Africa. Field Crop Res. 132:168–174

**Turner SJ, Subbotin SA** Nématodes à kystes. Dans : Perry RN, Moens M., éditeurs. *Nématologie végétale*. CABI ; Wallingford, Connecticut, États-Unis : 2006. pp. 109–143. [ [Google Scholar](#) ]

[V]

**Van de Velde, C., Coomans, A., 1991.** The ultrastructure of the buccal cavity of the monhysterid nematodes *Geomonhystera disjuncta* and *Diplolaimella dievengatensis*. *Revue de Nématologie* **14**, 133–146

**Van Megen, H., van den Elsen, S., Holterman, M., Karssen, G., Mooyman, P., Bongers, T., Holovachov, O., Bakker, J., & Helder, J. (2009).** A phylogenetic tree of nematodes based on about 1200 full-length small subunit ribosomal DNA sequences. *Nematology*,

**Verdejo-Lucas S., Mc Kenry M.V., (2004).** Management of the citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans*, *J. Nematol.*, 36: 424-432.

**Verdejo-Lucas S0, Sorribas F.J, Former J.B., Alcaide A., (1995).** Niveles poblacionales del nematodo *Tylenchulus semipenetrans* en plantaciones de cítricos. IV Congreso Sociedad Española Ciencias Hortícolas, Barcelona, Spain (Abstract).

**Villar-Luna E., Gómez-Rodríguez O., Rojas-Martínez RI, Zavaleta-Mejía E.** Présence de *Meloidogyne enterolobii* sur piment jalapeño (*Capsicum annuum* L.) à Sinaloa, Mexique. *Helminthologie*. 2016; 53:155–160. doi:10.1515/helmin-20160001. [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

[W]

**Walia and Chakraborty; P. Reddy;** *Nematode Diseases of Crops and their Management*, P. Reddy, India; 2018, 2021.

**Whitehead AG (1998).** *Plant nematode control.* (CAB International : Wallingford, UK)

**Wolkow, CA et Hall, DH 2015.** Introduction to the Dauer Larva, Overview. Dans *Worm Atlas*. doi:10.3908/wormatlas.3.10. Edité pour le web par Laura A. Herndon. Dernière révision : 15 janvier 2015.

[Y]

**Ye W., Robbins RT, Kirkpatrick T.** Caractérisation moléculaire des nématodes à galles (*Meloidogyne* spp.) De l'Arkansas, États-Unis. *Sci. Rép.* 2019 ; 9 :1–21. Doi : 10.1038/s41598-019-52118-4. [ [Article PMC gratuit](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

[Z]

**Zalpuri L., Tara J.S., Singh V.K. (2013).** Prevalence of plant parasitic Nematodes (Citrus Species) in various villages of Jammu region. *Int. J. sci and Res.*, 3: 2250- 3153.

## SITES WEB

- <https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/nematode/intro/Pages/IntroNematodes.aspx>
- <https://www.biologydiscussion.com/plant-pathology/nematodes/nematodes-symptoms-injury-to-plants-characteristics-and-life-cycle-parasites/85874>
- <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.261.3.1>
- <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL>
- <https://www.nematodes.be/fr/definition/>
  
- <http://nemalex.ucdavis.edu/FerrisPublications/pdf%20files/125FerrisBongersetal2001.pdf>
  
- [https://www.researchgate.net/profile/Michael-Jones-63/publication/263226561\\_Molecular\\_biology\\_of\\_root\\_lesion\\_nematodes\\_Pratylenchus\\_spp\\_and\\_their\\_interaction\\_with\\_host\\_plants/links/5c93322b92851cf0ae8be4f1/Molecular-biology-of-root-lesion-nematodes-Pratylenchus-spp-and-their-interaction-with-host-plants.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Michael-Jones-63/publication/263226561_Molecular_biology_of_root_lesion_nematodes_Pratylenchus_spp_and_their_interaction_with_host_plants/links/5c93322b92851cf0ae8be4f1/Molecular-biology-of-root-lesion-nematodes-Pratylenchus-spp-and-their-interaction-with-host-plants.pdf)
  
- [https://scholar.google.com.au/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=en&user=eE\\_DV5UAAAJ&citation\\_for\\_view=eE\\_DV5UAAAJ:8k81kl-MbHgC](https://scholar.google.com.au/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=eE_DV5UAAAJ&citation_for_view=eE_DV5UAAAJ:8k81kl-MbHgC)

# ANNEXE

## ANNEXE 01 :

**Tableau 12 : récapitulatif des principaux nématodes inféodent aux fruitiers et vigne.**  
**INPV 2022**

Nématodes Culture	<i>Pratylenchus</i> <i>Valnus</i>	<i>Pratylenchus</i> <i>pénétrons</i>	<i>Meloidogyns</i> <i>areneria</i>	<i>Mylenchulus</i> <i>Semi penetrans</i>	<i>Xiphenema</i> <i>index</i>
Amandier	+ +	+	+ + +		
pêcher	+ + +	+ +	+ + +		
Prunier	+ +	+	+ +		
Cerisier	+ +	+ +	+		
Abricotier	+	+			
Pommier	+ + +	+ + +	+		
Poirier	+ +	+ + +			
Vigne	+ +		+ + +	+	+ + +
Olivier	+ +		+ +	+	
Citrus				+ + +	
Figureuier	+ +		+ + +		+ +
Noyer	+ + +	+	+		

## ANNEXE 02 :

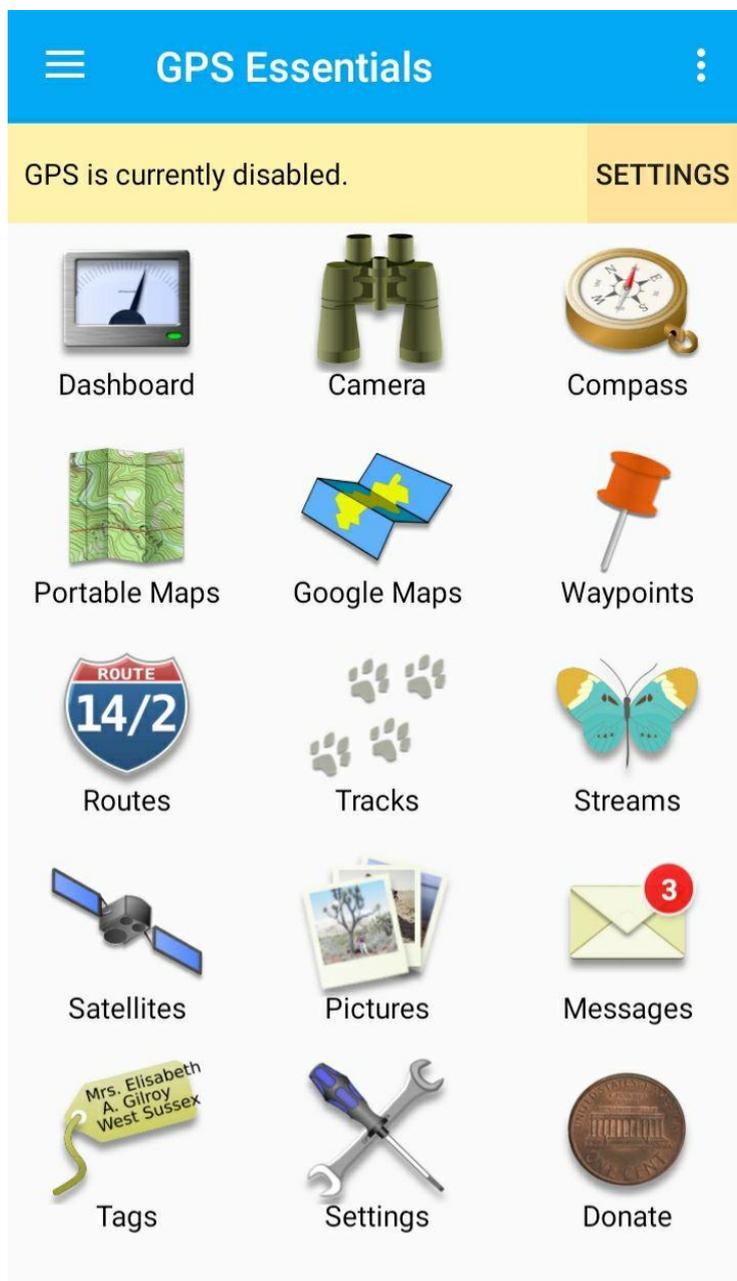
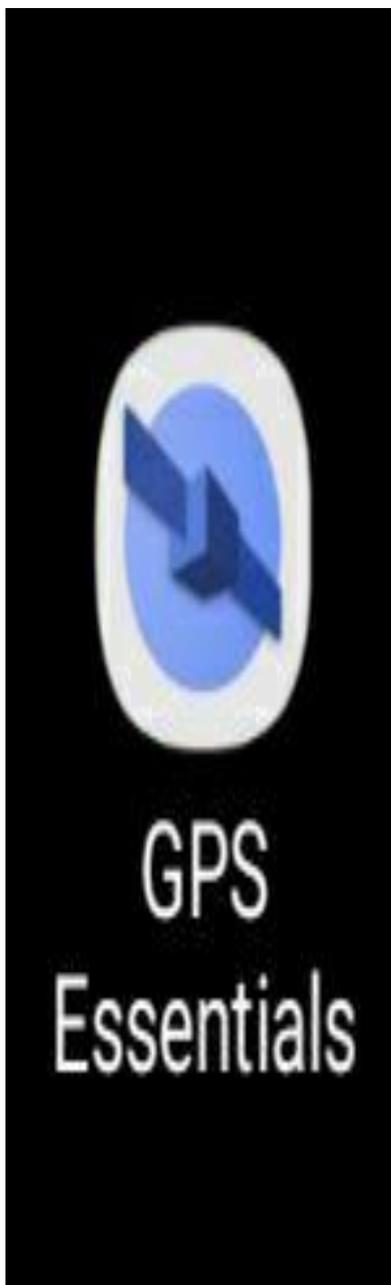
**INPV : SRPV Misserghin (laboratoire phytosanitaire)**

L'INPV est un établissement public à caractère administratif doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, sous tutelle du Ministère de l'Agriculture. Il a été créé en février 1975 et ses statuts ont fait l'objet de réaménagements en 1993 et en 2000. Son siège est situé à Hacén Badi, El-Harrach (wilaya d'Alger).

L'INPV est l'acteur principal de la veille phytosanitaire nationale dont la stratégie repose sur :

- le contrôle des produits agricoles objets d'échanges commerciaux internationaux, et les plants et semences produits localement.
- la surveillance et le traitement des fléaux agricoles contre lesquels les agriculteurs n'ont pas les capacités d'intervention.
- la veille de proximité en apportant aux agriculteurs l'information préventive sous forme d'avertissement agricole.
- la modernisation et la maîtrise des techniques de protection des cultures en privilégiant les solutions qui respectent l'environnement.

ANNEXE 03 :



ANNEXE 04 : Application GPS Essentials



Figure : Application GPS Essentials