

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DE SAAD DAHLEB BLIDA 1
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention d'un diplôme de Master II

En sciences de la nature et de la vie

Option : phytopharmacie et protection des végétaux

Thème

**Enquête sur l'infestation des différentes cultures
maraichères par les nématodes à galles *Meloidogyne* sp
(Nématoda, Meloidogynidae) et leurs antagonistes
naturels**

Présenté par :

M^{elle} **BENBAHA Fella** et M^{elle} **AMROUCHE Fella**

Membre du jury :

| | | | |
|--------------|------------------|--------|-----------|
| Présidente | Mme NEBIH D. | M.C.B. | U.S.D.B.1 |
| Promotrice | Mme SABRI K. | M.A.A. | U.S.D.B.1 |
| Examinatrice | Mme SAFFIDINE F. | M.A.A. | U.Y.F.M. |

Année universitaire : 2018/2019

Résumé

Enquête sur l'infestation des différentes cultures maraichères par les nématodes à galles *Meloidogyne* sp (Nématoda, Meloidogynidae) et leurs antagonistes naturels

Résumé

Dans un contexte de l'infestation des cultures maraichères par les *Meloidogyne* sp, notre travail a pour objectif l'étude de la variation des champignons nématophages (prédateurs et parasites) dans deux régions d'études (Khemisti et Ahmer-el-Aïn) dans la wilaya de Tipaza en fonction des différentes profondeurs (10 cm et 20 cm).

Les analyses pédologiques étudiées montrent que la région de Khemisti se caractérise par un sol Argile limoneuse et la région Ahmer-el-Aïn se caractérise par un sol limon argileux.

L'étude nous a permis de répertorier 07 espèces de champignons : *Arthrobotrys musiformis*, *A. oligospora*; *Dactylaria brochopaga*; *Dactylella ellipsospora*; *Rhopalomyces elegans*; *Stylopaga cephalode*; *Verticillium lateretium*.

Nous avons constaté que cette microflore présente une diversité, l'espèce la plus omniprésente est *Stylopaga cephalote* qui sa présence dépend de plusieurs facteurs (matière organique, type de sol, profondeur, humidité, pH, conductivité électrique, calcium, calcaire).

Mots clés : *Meloidogyne* sp, nématode à galle, champignons nématophages, infestation, antagoniste naturel, cultures maraichères et sous serre.

**Survey infestation of different vegetable crops by nematodes to
Wales *meloïdogyne* sp (Nematode *Meloïdogynidae*)**

Abstract

In the context of the infestation of market gardening by *Meloïdogyne* sp, our work aims to study the variation of nematophagous fungi (predators and parasites) in two study regions (Khemisti and Ahmer-el-Aïn) in the wilaya of Tipaza according to the different depths (10 cm and 20 cm) .

The soil analyzes studied show that the Khemisti region is characterized by loamy clay soil and the Ahmer-el-Aïn region is characterized by clay loam soil. The study allowed us to list 07 species of fungi: *Arthrobotrys musiformis*, *A. oligospora*; *Dactylaria brochopaga*; *Dactylella ellipsospora*; *Rhopalomyces elegans*; *Stylopage cephalote*; *Verticillium lateretium*.

We have found that this microflora has a diversity, the most ubiquitous species is *Stylopage cephalote* which its presence depends on several factors (organic matter, soil type, depth, humidity, pH, electrical conductivity, calcium, limestone).

Key words: *Meloïdogyne* sp, gallous nematode, nematophagous fungi, infestation, natural antagonist, vegetable crops and greenhouse.

مسح الاصابة من مختلف محاصيل الخضر من طرف الديدان الخيطية، *Meloidogyne sp* (Nematoda) و خصومها الطبيعية Meloidogynidae)

تلخيص

في سياق غزو البستنة السوقية بواسطة *Meloidogyne sp* ، يهدف عملنا إلى دراسة تباين الفطريات الفطرية (الحيوانات المفترسة والطفيليات) في منطقتين للدراسة (خميسي واحمر العين) في ولاية تيبازة وفقاً للأعماق المختلفة (10 سم و 20 سم). تبين تحليلات التربة التي تمت دراستها أن منطقة خميسي تتميز بتربة طينية طينية وتتميز منطقة أحمر العين بتربة طينية طينية. سمحت لنا الدراسة بإدراج 07 نوعاً من الفطريات:

Arthrobotrys musiformis, *A. oligospora*; *Dactylaria brochopaga*; *Dactylella ellipsospora*; *Rhopalomyces elegans*; *Stylopaga cephalode*; *Verticillium lateretium*.

لقد وجدنا أن هذه البكتيريا المجهرية لها تنوع ، وأكثر الأنواع انتشاراً هو *stylopaga cephalote* ، الذي يعتمد وجوده على عدة عوامل (المادة العضوية ، نوع التربة ، العمق ، الرطوبة ، الرقم الهيدروجيني ، الموصلية الكهربائية ، الكالسيوم ، الحجر الجيري).

الكلمات المفتاحية: *Meloidogyne sp* ، المرارة الخيطية، الفطريات الفطرية، عدوى, خصم طبيعي، محاصيل الخضر و الدفيئة

Chapitre IV. Résultats et Discussion

IV.1. Importance du questionnaire

Le questionnaire que nous avons préparé nous a permis d'avoir une idée générale sur les régions d'étude (Khemisti et Ahmer-el-Aïn).

Nous avons constaté que les serres dans les deux régions ont été construites il n'y a pas très longtemps, elles ont 02 ans, l'utilisation de produits chimiques se fait chaque année dont les produits couramment utilisés (Metry, Corval, nazate, Rufaste et fumigat).

IV.2. Caractérisation des sols étudiés

IV.2.1. Variation du taux d'humidité selon les stations

D'après le graphe (Figure n°06), nous remarquons que le taux d'humidité varie entre 15.91% et 18.21%.

Le taux le plus élevé est noté dans la région d'Ahmer-el-Aïn sur culture aubergine pantene (18.21) ; par ailleurs le taux le plus bas (15.91) est observé dans la région de khemisti sur culture tomate sozala.

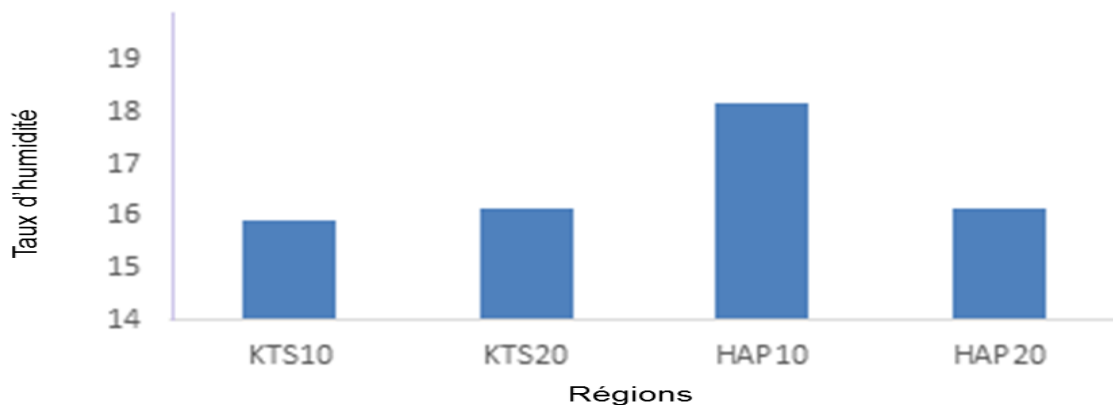


Figure n°06 : La mesure d'humidité des quatre sols étudiés

(KTS10 : Khemisti Tomato Sozala 10cm ; KTS20 : Khemisti Tomato Sozala 20cm ; HAP10 : Ahmer-el-Aïn Aubergine Pantene 10cm ; HAP20 : Ahmer-el-Aïn Aubergine Pantene 20cm)

IV.2.2.Variation du pH- eau selon les stations

Selon le graphe (Figure n°07), la mesure du pH-eau varie entre 7.53 et 7.14 dans la région d'Ahmer-el-Aïn (aubergine pantene) et la région khemisti (tomate sozala) respectivement.

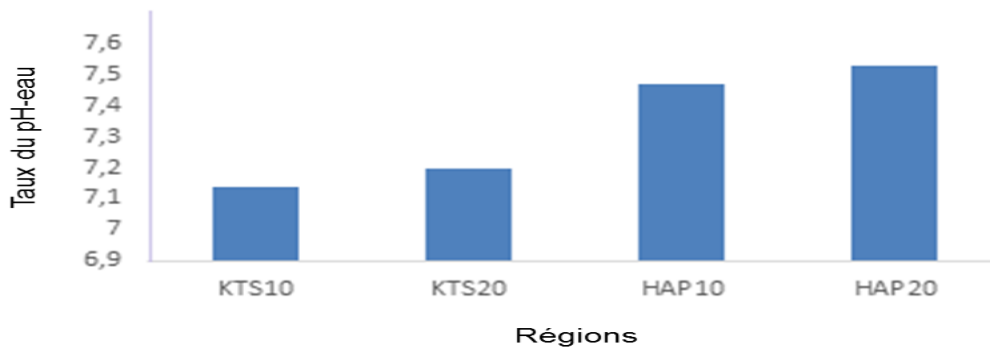


Figure n°07 : La mesure du pH des quatre sols étudiés.

(KTS10 : Khemisti Tomato Sozala 10cm ; KTS20 : Khemisti Tomato Sozala 20cm ; HAP10 : Ahmer-el-Aïn Aubergine Pantene 10cm ; HAP20 : Ahmer-el-Aïn Aubergine Pantene 20cm)

IV.2.3.Variation de la conductivité électrique selon les stations

Selon le graphe (Figure n°08), le taux de conductivité électrique de chaque région est identique dans les deux profondeurs.

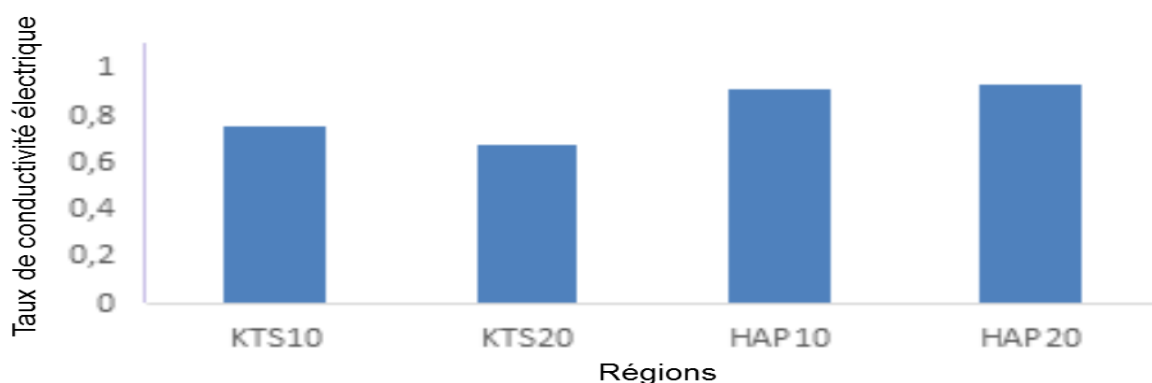


Figure n°08 : La mesure de la conductivité électrique des quatre sols étudiés.

(KTS10 : Khemisti Tomato Sozala 10cm ; KTS20 : Khemisti Tomato Sozala 20cm ; HAP10 : Ahmer-el-Aïn Aubergine Pantene 10cm ; HAP20 : Ahmer-el-Aïn Aubergine Pantene 20cm)

IV.2.4.Variation du taux de calcaire selon les stations

D'après le graphe(Figure09), nous remarquons que le taux de calcaire est très élevé (7.80%) dans la région d'Ahmer-el-Aïn (Aubergine Pantene 20cm) par contre le taux très bas (0.9) dans la station de Khemisti (Tomate Sozala 10cm).

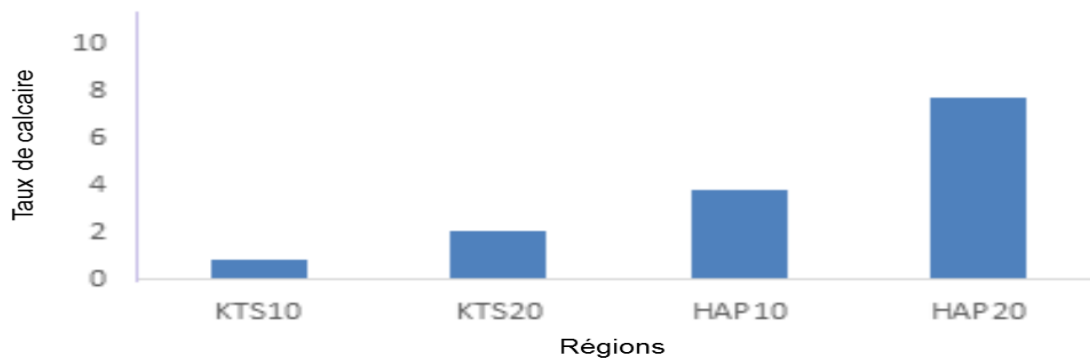


Figure n°09 : La mesure des calcaires des quatre sols étudiés.

(KTS10 : Khemisti Tomate Sozala 10cm ; KTS20 : Khemisti Tomate Sozala 20cm ; HAP10 : Ahmer-el-Aïn Aubergine Pantene 10cm ; HAP20 : Ahmer-el-Aïn Aubergine Pantene 20cm)

IV.2.5.Variation du taux de matière organique selon les stations

Selon le graphe(Figure10), la région de Khemisti montre un taux de matière organique moyennement pauvre varie entre 1.31% et 1.60% et la région d'Ahmer-el-Aïn montre un taux de matière organique bien pourvu il varie entre 4.16% et 4.10%.

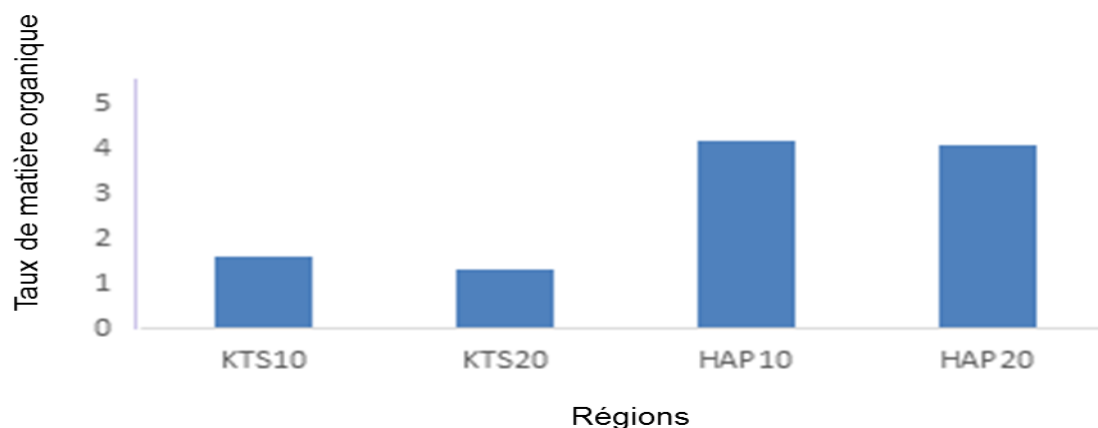


Figure n°10: La mesure de matière organique des quatre sols étudiés.

(KTS10 : Khemisti Tomate Sozala 10cm ; KTS20 : Khemisti Tomate Sozala 20cm ; HAP10 : Ahmer-el-Aïn Aubergine Pantene 10cm ; HAP20 : Ahmer-el-Aïn Aubergine Pantene 20cm)

IV.2.6. Variation du taux de calcium selon les stations

D'après le graphe(Figure11), la station de Khemisti a un taux de calcium identique dans les deux profondeurs 10 et 20 cm (5.63 et 6.14) aussi pour la région d'Ahmer-el-Aïn, le taux de calcium identique dans les deux profondeurs (6.80 et 7.87).

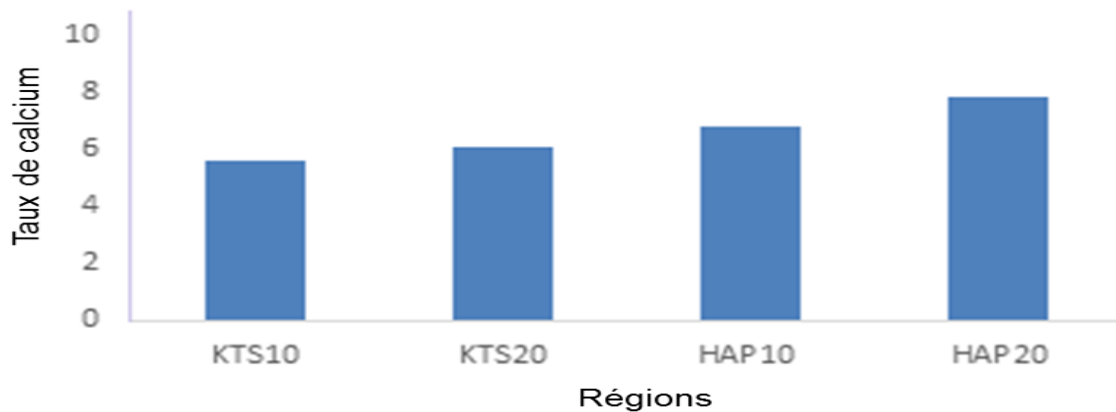


Figure n°11 : La mesure de calcium des quatre sols étudiés.

(KTS10 : Khemisti Tomate Sozala 10cm ; KTS20 : Khemisti Tomate Sozala 20cm ; HAP10 : Ahmer-el-Aïn Aubergine Pantene 10cm ; HAP20 : Ahmer-el-Aïn Aubergine Pantene 20cm)

IV.3. Description des différentes espèces de champignons nématophages

La description des champignons nématophages est basée sur les caractères biométriques des spores des conidies des conidiophores, anneaux constricteurs, réseaux mycéliens.

Après une observation à l'état frais nous avons pu répertorier 06 espèces de champignons nématophages (prédatrices et parasites) à partir des différentes clés de détermination :

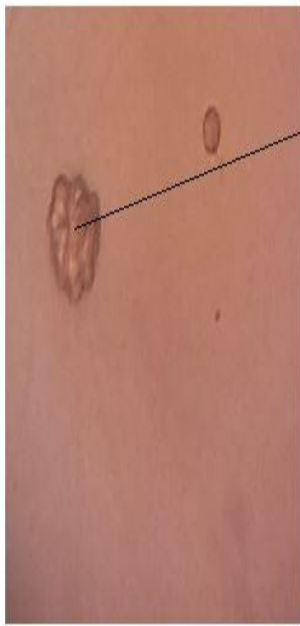
- ***Dactylaria brochopaga*** : il possède des conidies allongées et fusiformes avec 4 à 5 cloisons cellulaires dont la cellule centrale est grande que celle de la base et sur le bout (Philip, 2001).
- ***Dactylella ellipospora***: Espèce qui présente des boutons adhésifs pédonculés après germination des conidies. (Buryck, 1986)

- ***Rhopalomyces elegans***: Les conidies sont bicellulaires et solitaires. Ce genre possède des columelles. La partie inférieure du prophore montre la distribution des rhizoïdes (Barnett et Huntten, 1998). Quand ils germent les grandes spores produisent un système étendu (1 à 2mm de diamètre) (Philip, 2001).
- ***Stylopage cephalote*** : Le genre *Stylopage* est caractérisé par des conidies unicellulaires allongées. Il peut présenter des hyphes et des boutons adhésifs (Barnett et Huntten, 1998).
- ***Verticillium lateritium*** : Le hyphomycètes champignon *Verticillium lateritium* est un pathogène généralisé des oeufs et des femelles de *Meloidogyne* et les nématodes à kystes (Willcox & Tribe, 1974 ; Kerry & Crump, 1977 ; Morgan-Jones et al., 1981).
- ***Arthrobotrys musiformis*** : C'est une espèce qui possède des chlamydospores produites par des filaments qui montrent la séparation de la paroi en couche interne et externe, la forme des conidies est bicellulaire et allongée (Buckey, 1986).
- ***Arthrobotrys oligospora***: Ce champignon présente des conidiophores longs, minces, simples, hyalins légèrement élargis au sommet où les spores apparaissent. Il est caractérisé par un petit réseau prédateur, les conidies sont hyalines subdivisées en deux cellules, elles sont oviformes rectangulaires. La portion de conidiophores est dénudée, les conidies se regroupent et constituent une forme de bouquet. (Barnett et Hunter, 1998).

IV.4. Classification des champignons nématophages

Les espèces de champignons nématophages parasites et prédatrices sont présentées ici par ordre systématique et selon leur mode de vie et leur type de piégeage

Dans notre expérimentation nous avons remarqué que les différentes espèces répertoriées ne se présentent pas de la même manière ; il y a celles qui sont présentes dans toutes les boites (04 répétitions) d'autres sont présentes dans une seule boite, pour cela nous avons donné une échelle qui évalue leur fréquence allant de 100% pour leur présence dans les 04 boites à 25% quand elles sont présentes seulement dans 01 boite et 0 quand elles sont absentes.



Chlamidospore

Photo n°13 : *Arthrobotrys musiformis*

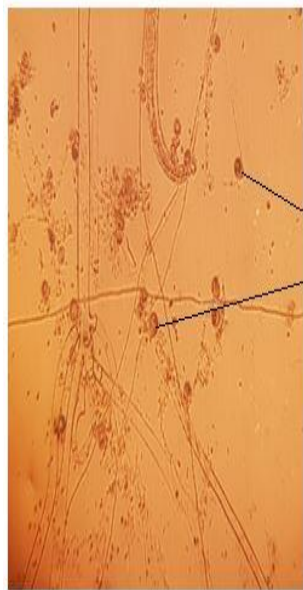


Chlamidospore

Photo n°14 : *Arthrobotrys oligospora*



Photo n°14 : *Stylopage cephalote*



Columelle

Photo n°16: *Rhopalomyces elegans*

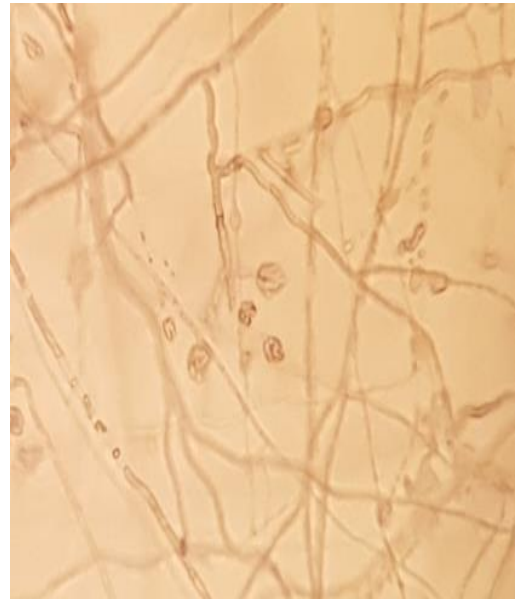


Photo n°17: *Verticillium lateretium*

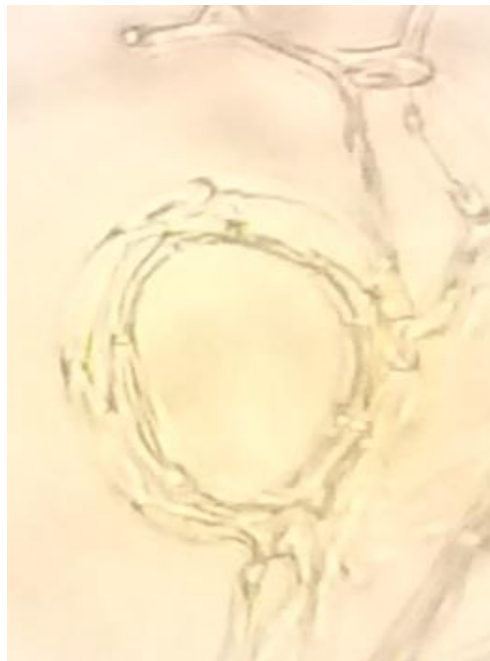


Photo n°15: Anneau d'*Arthrobotrys*

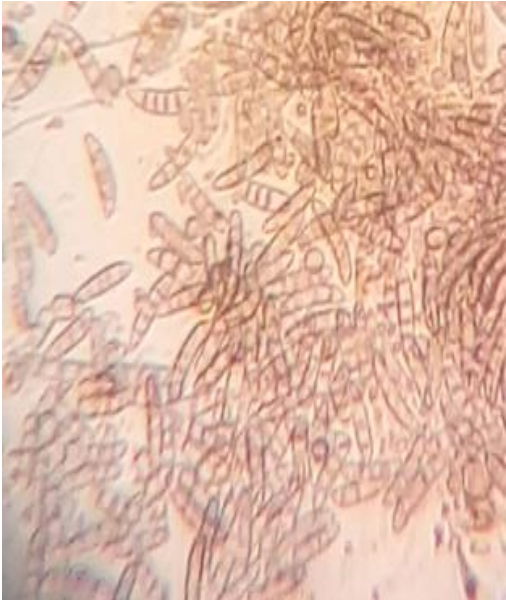


Photo n°18 : *Dactylaria brochopaga*

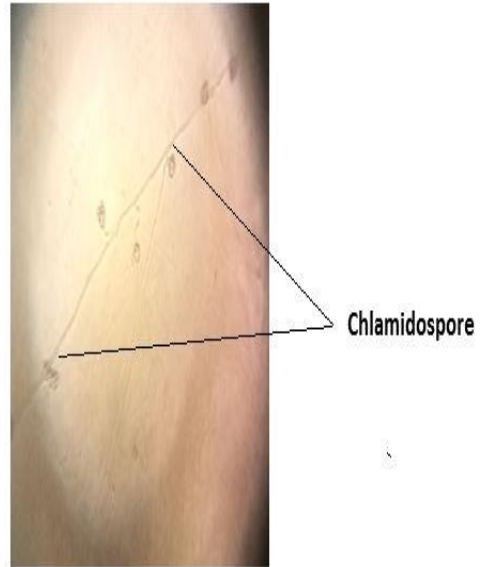


Photo n°19: *Dactylella ellipsospora*



Photo n°20 : Nématode piégé

Figure n°12 : Différents champignons prédateurs et parasites

IV.5. Etude de la fréquence des champignons nématophages

IV.5.1. Fréquence des champignons dans la commune de khemisti

- **Serre tomate 10cm :**

D'après le graphe (Figure n°13), on note une présence de 05 espèces de champignons nématophages : *Stylopaga cephalote*, *Dactylaria brochopaga*, *Rhopalomyces elegans*, *Verticilium lateritium* et *Arthrobotrys sp.*, la fréquence la plus élevée est celle de *Stylopaga cephalote*, *Dactylaria brochopaga*, et *Arthrobotrys sp.* (50) suivi de *Rhopalomyces elegans* et *Verticilium lateritium* (25%).

Influence de la profondeur sur la fréquence des champignons sur tomate dans la commune de khemisti

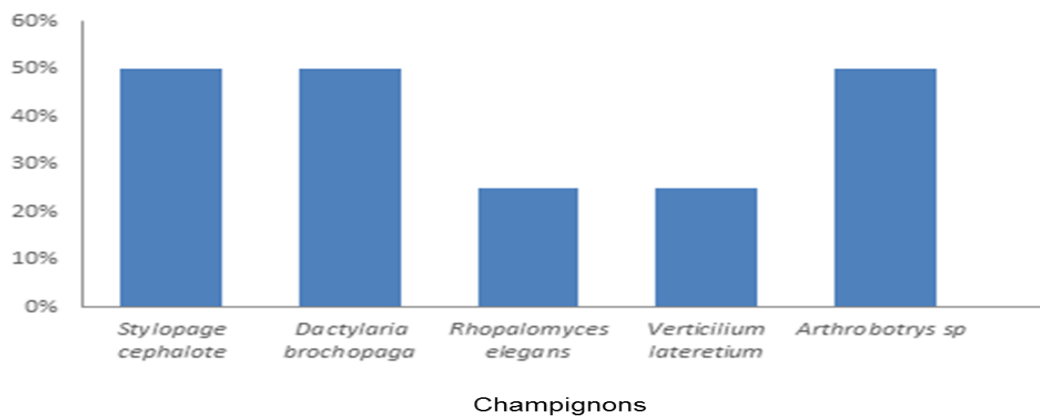


Figure n°13 : Fréquence des espèces de champignons nématophages de la commune de khemisti (serre tomate /10cm)

- **Serre tomate 20cm**

Selon le graphe (Figure n°14), on recense 04 espèces de champignons nématophages : *Stylopaga cephalote*, *Arthrobotrys sp.*; *Dactylaria brochopaga* et *Rhopalomyces elegans* avec des fréquences de 75% et 50% respectivement.

Influence de la profondeur sur la fréquence des champignons sur tomate dans la commune de khemisti

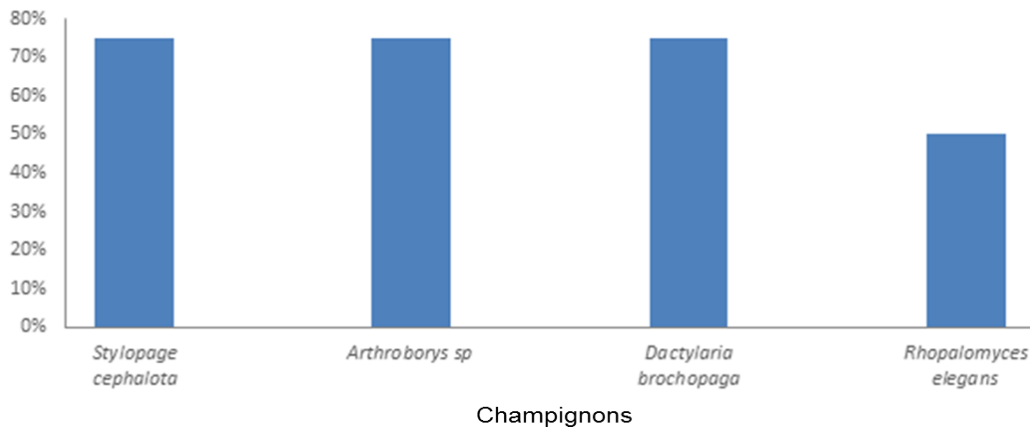


Figure n°14 : Fréquence des espèces de champignons nématophages de la commune de khemisti (serre tomate /20cm)

- **Serre tomate 10cm et 20cm**

Selon le graphe (Figure n°15), le nombre d'espèces de champignons nématophages est plus élevé dans la profondeur 10cm par rapport au 20 cm, par contre leur fréquences est inversement proportionnelle.

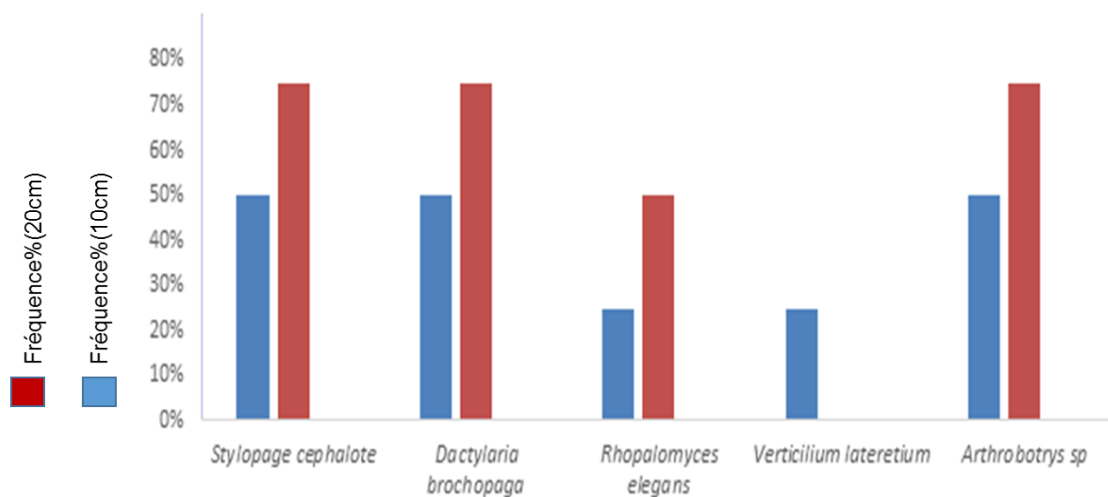


Figure n°15 : fréquence comparatives des espèces de champignons nématophages de la commune de khemisti (serre tomate /10cm et 20cm)

IV.5.2. Fréquence des champignons dans la commune d'Ahmer-el-Aïn

- **Serre aubergine 10cm**

D'après le graphe (Figure n°16), on compte 03 espèces de champignons nématophages : *Dactylaria brochopaga* 100% ; *Stylopage cephalote* 50% et *Dactylella ellipsospora* 25%.

Influence de la profondeur sur la fréquence des champignons sur tomate dans la commune d'Ahmer el Ain

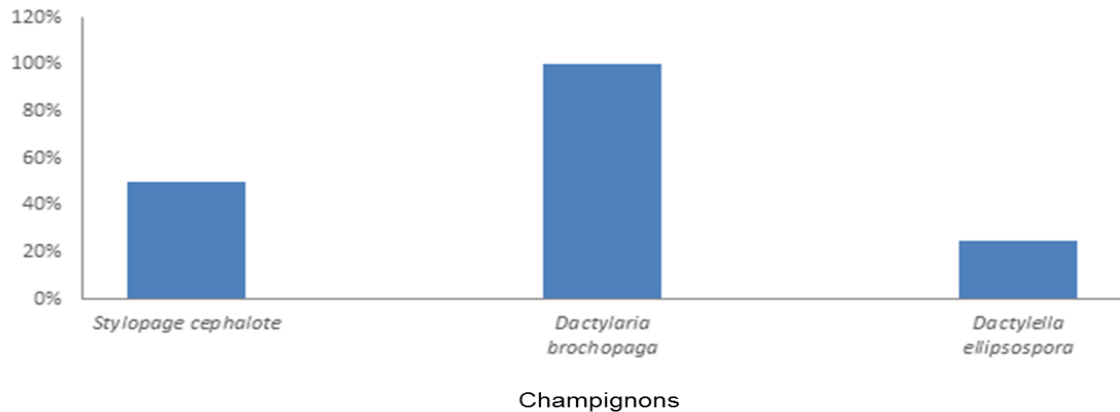


Figure n°16 : Fréquence des espèces de champignons nématophages de la commune d'Ahmer-el-Aïn (serre aubergine /10cm)

- **Serre aubergine 20cm**

D'après le graphe (Figure n°17), on compte 05 espèces de champignons nématophages : *Verticillium lateretium*; *Stylopage cephalote* ; *Dactylella ellipsospora* ; *Arthrobotrys* sp; et *Rhopalomyces elegans* avec l'espèce la plus représentée *Stylopage cephalote* 100%.

Influence de la profondeur sur la fréquence des champignons sur tomate dans la commune d'Ahmer el Ain

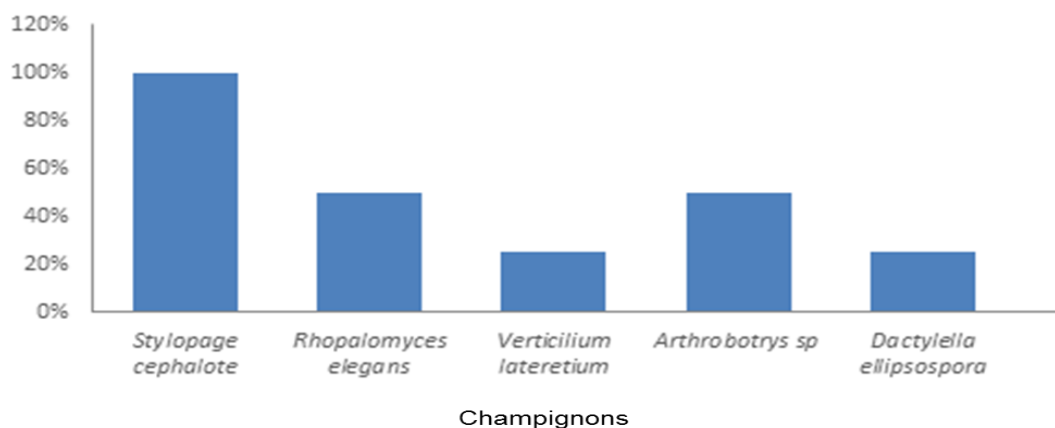


Figure n°17 : Fréquence des espèces de champignons nématophages de la commune d'Ahmer-el-Aïn (serre aubergine /20cm)

- **Serre aubergine 10cm et 20cm**

Selon le graphe (Figure n°18), on remarque que le nombre et la fréquence des espèces de champignons nématophages est plus élevée dans la profondeur 20cm par rapport au 10 cm.

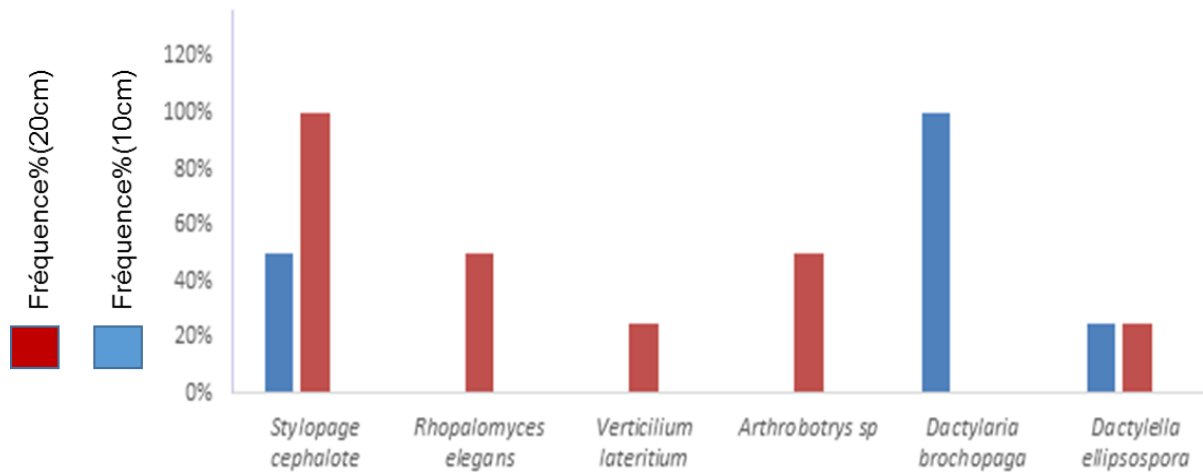


Figure n°18 : Fréquence comparatives des espèces de champignons nématophages de la commune d’Ahmer-el-Aïn (serre aubergine /10cm et 20cm)

IV.5.3. Analyse comparative de la présence des champignons dans les régions Prospectées

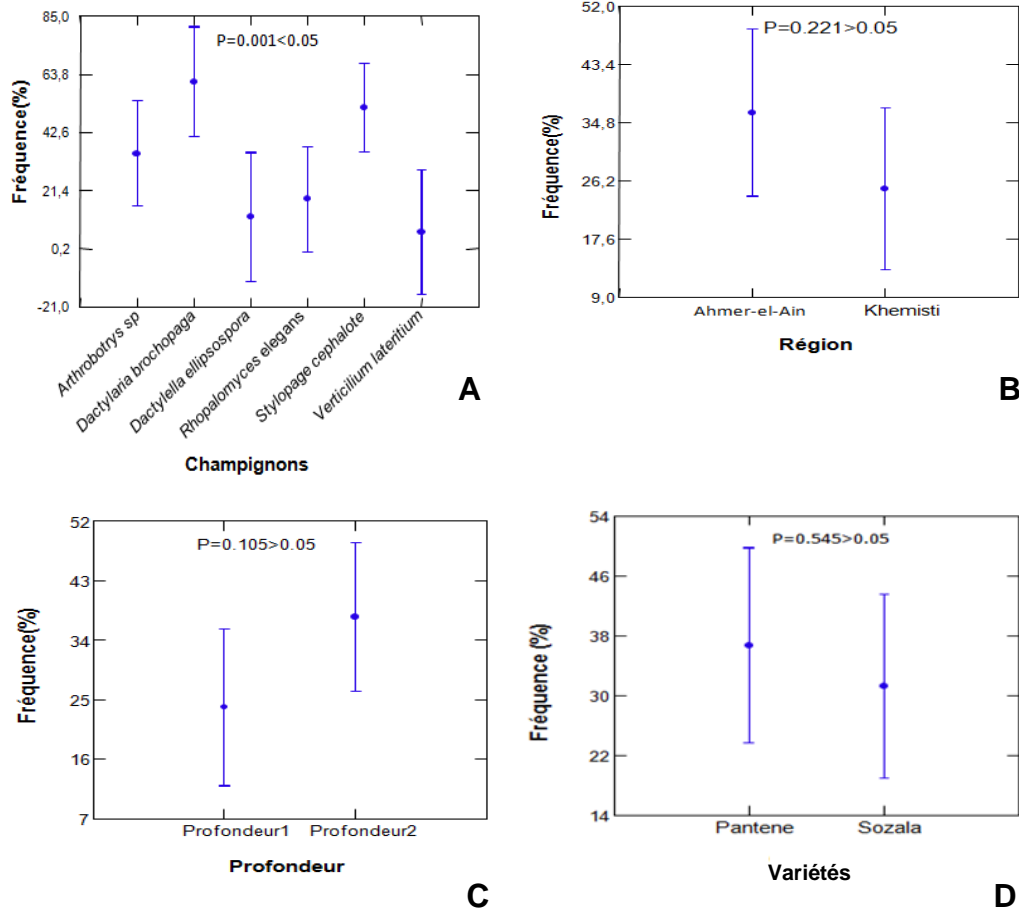


Figure n° 19 : Analyse comparative de la présence des champignons nématophages (A : Champignons ; B : Régions ; C : Profondeur ; D : Variétés).

- Le modèle G.L.M appliqué à la répartition globale des champignons nématophages identifiée en fonction des genres (*Arthrobotrys*, *Dactylaria*, *Dactylella*, *Rhopalomyces*, *Stylopage* et *Verticilium*) (figure n°19, A), montre une différence significative entre la répartition globale des genres. La probabilité respective est : ($p=0.001$; $p<0.05$).
- Le modèle G.L.M appliqué à la répartition globale des champignons nématophages identifiée en fonction des régions (Ahmer-el-Aïn et Khemisti) (Figure n°19, B), montre une différence non significative entre la répartition globale de régions. La probabilité respective est : ($p=0.105$; $p>0.05$).
- Le modèle G.L.M appliqué à la répartition globale des champignons nématophages identifiée en fonction de profondeurs (10cm et 20cm) (Figure n°19, C), montre une différence non significative entre la répartition globale de profondeurs. La probabilité respective est : ($p=0.76$; $p>0.05$).
- Le modèle G.L.M appliqué à la répartition globale des champignons nématophages identifiée en fonction des variétés (Aubergine et Tomate) (Figure n°19, D), montre une différence non significative entre la répartition globale des régions. La probabilité respective est : ($p=0.105$; $p>0.05$).

IV.6. Discussion

Les nématodes à galles (*Meloidogyne* sp) sont des ravageurs telluriques très polyphages particulièrement préoccupant pour les cultures maraichères.

Nous avons travaillé dans deux régions de Tipaza (Khemisti et Ahmer-el-Aïn) qui sont à risque d'infestation par les nématodes à galles.

Nous avons commencé notre travail par une enquête (Questionnaire) visant à collecter des informations sur l'état des serres (le nom, le nombre, le type de sol, les cultures précédentes et sur place, les variétés utilisées et les produits chimiques appliqués). Puis nous avons procédé à des analyses pédologiques des sols collectés (la Texture, densité réelle, densité apparente, pH, humidité, calcaire, conductivité électrique, matière organique, calcium, azote). En dernier on a inventorié des champignons nématophages prédateurs et parasites.

D'après le questionnaire établi nous avons noté que dans les régions étudiées (Khemisti et Ahmer-el-Aïn) utilisent des produits phytosanitaires (Metry, Corval, nazate, Rufaste et fumigat), l'utilisation des engrais se fait régulièrement, la pratique du goutte à goutte pour l'arrosage et que les serres ne sont pas en mauvais états.

D'après DAVET, (1996), la fumigation détruit indistinctement les parasites et les microorganismes utiles. L'utilisation de pesticides dans les parcelles agricoles peut conduire à l'accumulation de molécules délétères dans les sols se traduisaient par une diminution significative de la densité des microorganismes du sol (AHMED et *al.*, 1998). Les effets néfastes des pesticides sur l'homme, l'environnement et la résistance des bio-agresseurs ont été démontrés (ASSOGBA-KOMLAN et *al.*, 2007).

L'étude pédologique effectuée montre que Khemisti et Ahmer-el-Aïn sont caractérisées par un sol Argilo limoneux et Limoneux Argileux respectivement. Pour le pH, il varie entre (7.14 et 7.20) dans la région de Khemisti et entre (7.47 et 7.53) dans la région de, Ahmer-el-Aïn qui est un pH favorable pour le développement des champignons nématophages.

KRENTZES, (1965) fait remarquer que la matière organique peut également protéger les microorganismes du sol contre l'action des agents fumigants. Nous avons évalué l'hypothèse que la présence des champignons nématophages est liée à la

richesse des sols en matière organique comme source d'énergie et élément constitutif pour leur synthèse cellulaire et leur croissance (LAROUCHE, 1993).

D'après Ait-Hamza, (2016) les amendements minéraux (NPK), la matière organique, l'acidité et la texture argileuse des substrats ont un impact non négligeable sur les organismes telluriques.

Nous avons pu répertorier 07 espèces de champignons nématophages prédateurs et parasites : *Arthrobotrys musiformis*, *A. oligospora*, *Dactylaria brochopaga*, *Dactylella ellipsospora*, *Verticilium lateritium*, *Stylopage cephalote* et *Rhopalomyces elegans*.

Les études montrent que la présence des champignons nématophages est naturelle. (CAYROL et al., 1992, BOUGUERRA 1993). Selon SHERBER, (1995) Ceux sont probablement des raisons chimiques qu'ils font que le champignon n'apparaît que là où les nématodes vivent".

Nous constatons que les différents champignons nématophages présentent une diversité, le genre le plus représenté est *Stylopage cephalote*, comme les nématodes sont présents sous différents stades larvaires et restent mobiles dans tout leur cycle de vie leurs antagonistes doivent produire des pièges (KERRY, 1992), Cette diversité mycélienne offre plusieurs types d'avantages.

Nous pouvons dire que la région de Tipaza présente un certain nombre de champignons nématophages qui pourraient être utile en lutte biologique. Car cette dernière est un moyen susceptible de remplacer la lutte chimique.

Conclusion

À travers la prospection menée à Tipaza les deux régions Khemisti et Ahmer-Al-Ain sont caractérisées par un sol Argile limoneuse et Limon Argileux respectivement et un pH qui varie entre 7.14 et 7.53, ces facteurs sont favorables au développement des nématodes à galles.

Dans notre travail, nous nous sommes attachés à l'étude des champignons nématophages utiles en fonction des caractères des sols, la matière organique, les types de conduite des cultures et les produits insecticides et nématicides utilisés. Nous avons pu répertorier 07 espèces de champignons nématophages : *Arthrobotrys musiformis*, *A.oligospora*; *Dactylaria brochopaga*; *Dactylella ellipsozona*; *Rhopalomyces elegans*; *Stylopaga cephalote* et *Verticillium lateretium*.

Nous constatons que les différents champignons nématophages présentent une diversité, le genre le plus représenté est *Stylopaga*, avec une espèce omniprésente *Stylopaga cephalote* dans les deux régions.

Nous avons remarqué que dans la région de khemisti le nombre d'espèces de champignons nématophages est plus élevé dans la profondeur 10cm par rapport au 20 cm, par contre leur fréquence est inversement proportionnelle, par contre la région d'Ahmer-al-Ain le nombre et la fréquence des espèces de champignons nématophages est plus élevé dans la profondeur 20 cm par rapport au 10 cm.

Notons enfin que cette étude nous a permis de mettre en évidence et d'attirer l'attention sur l'opportunité de l'utilisation des champignons nématophages (prédateurs et parasites) en lutte biologique car cette dernière est un moyen susceptible de remplacer la lutte chimique. Il est indispensable de développer ces moyens de lutte car les nématicides chimiques représentent un danger pour l'environnement et même provoquent la résistance du nuisible. Nous disposons d'une microflore très diverses capable de donner de bons résultats car les études ont montré qu'il faut disposer de souches locales.

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. Objectif du travail

Pour cette étude nous avons essayé de travailler sur la wilaya de Tipaza dans deux stations différentes (HOUARI Abdelkader et TOLBA Otman) dans les communes d'Ahmer-el-Aïn et khemisti respectivement, ces dernières sont à risque d'infestation par les nématodes à galles.

Notre travail touche trois aspects, en premier nous avons essayé de faire une prospection des différentes exploitations agricoles collectives (EAC) visitées afin de faire un constat sur l'état des serres, les cultures précédentes, les variétés utilisées et les produits chimiques appliqués et cela en choisissant un questionnaire approprié (Annexe).

En ce qui concerne le deuxième aspect, il consiste à des analyses pédologiques des sols collectés (Texture, densité réelle, densité apparente, pH, humidité, calcaire, conductivité électrique, matière organique, calcium, azote).

Pour le dernier aspect nous essayons d'inventorier les champignons prédateurs et parasites de nématodes à galles (*Meloidogyne* sp), présents dans le sol sur deux profondeurs (10cm et 20cm). Ce dernier est prélevé frais à l'intérieur des serres.

III.2. Description des différentes régions

III.2.1. Description de la région de khemisti :

La commune de Khemisti (36°37'33" N, 2°40'51" E), est située au Nord-Est de la wilaya de Tipaza, à environ 50km au Sud-Ouest d'Alger et à environ 20 km à l'Est de Tipaza, limitée à l'Ouest par la commune de Bouharoun, à l'Est par la commune de Chaiba, au Nord par la mer Méditerranée et la commune de Bou-Ismaïl et au Sud par la commune d'Attatba.

III.2.2. Description de la région d'Ahmer-el-Aïn

La commune d'Ahmer-el-Aïn (36°28'41" N, 2°33'50" E), est située au Sud-Est de la wilaya de Tipaza, à environ 70 km au Sud-Ouest d'Alger et à environ 20 km au Sud-Est de Tipaza, limitée à l'Ouest par la commune de Bourkika, à l'Est par la commune d'El Affroune, au Nord par la commune de Sidi Rached et Attatba et au Sud par la commune d'Oued Djer.

Le climat de Tipaza est chaud et tempéré. L'hiver se caractérise par des précipitations bien plus importantes qu'en été. La température moyenne annuelle est de 18.5°C. Les précipitations annuelles moyennes sont de 631mm.



(Google maps, 2019)

Figure n°03: Situation géographique des deux régions Khemisti et Ahmer-el-Aïn

III.3. Matériels utilisés

III.3.1. Questionnaire

Le questionnaire utilisé est un prospectus qui nous permet d'avoir des informations sur les stations visitées portant le nom, le nombre de serres, le type de sol, les cultures précédentes et sur place, les variétés utilisées et les produits chimiques appliqués (Annexe).

III.4. Techniques d'échantillonnage

III.4.1. Sur terrain

- Questionnaire
- Binette
- Sacs en plastique
- Marqueurs
- Etiquettes
- Appareil photo

III.4.2.Méthode

La collecte de nos échantillons est faite au niveau des deux stations agricoles de la wilaya de Tipaza dans les deux communes Khemisti et Ahmar-el- Aïn. Les prélèvements de sol sont effectués dans les 10 et 20 premiers centimètres, ce dernier est pris d'une manière aléatoire à l'intérieur des serres (extrémités et centre). Le poids du sol récupéré est de 02 kg qui sera conservés dans des sachets en plastique fermés. Chaque sachet porte une étiquette indiquant la date, le lieu du prélèvement et toutes les mentions utiles.

III.4.3.Au laboratoire

- Marqueurs indélébile
- Des étiquettes
- Boites de pétri
- Autoclave
- Etuve
- Balance
- Microscope
- Clés de détermination



Photo n°1 : Etat des serres



Photo n°2 : prélèvement



Photo n°3 : culture d'aubergine



Photo n°4 : culture de tomate



Photo n°5 : culture d'aubergine

Figure n°04: Stations d'échantillonnage (original , 2019)

III.5.Préparation du milieu de culture PDA

La gélose dextrosée à la pomme de terre (PDA : Potato dextrose agar) est un milieu de culture microbiologique produit à base d'infusion de pomme de terre et de dextrose. C'est le milieu de culture le plus largement utilisé pour cultiver des mycètes et des bactéries qui attaquent les plantes vivantes ou la matière organique végétale en décomposition. Pour le préparer on suit la procédure suivante : faire bouillir 200g de pomme de terre dans 1L d'eau. Récupérer le bouillon, le mettre dans un cristalliseur et ajuster avec de l'eau jusqu' à 1L. Peser 20 g de glucose et 20 g d'agar-agar et les mélanger avec le bouillon sur l'agitateur magnétique. Mettre la préparation dans l'autoclave à 120 °C pendant 20 mn. Laisser refroidir, une fois le milieu refroidit, on le coule dans les boîtes de Pétri stériles d'une épaisseur de 02 à 03 mm (Fig.n°05).

III.6.Préparation des boîtes de Pétri

Pour chaque station et profondeur nous faisons quatre répétitions, et chaque boîte est datée, numéroté et nommée. Une fois la gélose prête, le travail se fera sous la hotte, nous incorporons le milieu gélosé dans les boîtes de Pétri et après refroidissement nous ensemençons le sol, puis on inverse les boîtes de Pétri pour éviter l'accumulation d'eau sur le couvercle (Fig.n°05).

III.7.Conditions d'incubation

Après la préparation des boîtes de Pétri, ces dernières seront mises dans l'étuve à 25°C qui est une température favorable au développement des champignons nématophages (Fig.n°05).

III.8.Détermination des champignons nématophages

Après une dizaine de jours, nous allons observer le développement des champignons nématophages sous loupe et microscope. Pour la détermination des champignons nématophages (prédateurs et parasites) nous nous sommes référés aux clés de détermination.



Photo n°6 : Glucose



Photo n°7: Agar-agar



Photo n°8: Gélose



Photo n°9: Autoclave



Photo n°10: Coulage

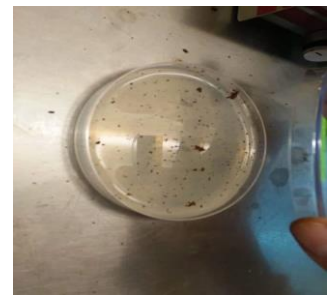


Photo n°11: Ensemencement



Photo n°12 : Etuve

Figure n°05 : Matériels expérimentales

III.9. Analyse statistique

Pour comparer les différents champignons nématophages et de déterminer le niveau de signification entre les différentes régions (Khemisti et Ahmar-el- Aïn) et différentes profondeurs (10cm et 20cm).L'analyse statistique proprement dite est effectuée en faisant appel à l'analyse de variance model «G.L.M » (Modèle Linéaire Global) avec SYSTAT VERS. 12, SPSS (2009).

Introduction

Les cultures légumières ont de tout temps revêtu une importance particulière dans l'alimentation et l'économie de tous les peuples. Les plus répandues, les Solanées et les Cucurbitacées, se cultivent dans différentes régions du monde et sont exposées à plusieurs types de climats (AISSAT, 2008).

Les cultures de plein air représentent actuellement 40% de la surface de la culture de la tomate en Algérie. Depuis 1980, les surfaces destinées à ce système de culture ne cessent de diminuer. En revanche, le nombre de cultures sous abris a eu tendance à augmenter en moyenne de 4% (Benhamou, 1990 et Anonyme, 2006). L'utilisation d'abris présente l'avantage de pouvoir contrôler, dans une certaine mesure, le milieu, ce qui permet l'obtention de cultures précoces ainsi que la prolongation de la durée de production.

Les nématodes du genre *Meloidogyne* représentent un problème phytosanitaire majeur pour ces cultures. L'évaluation des dégâts occasionnés par ces nématodes reste difficile à établir. Néanmoins, les nombreuses prospections réalisées aussi bien en plein champs que sous abri plastique ont montré que ces nématodes constituent une menace très sérieuse et sont à l'origine des faibles rendements enregistrés sur ces cultures. En Algérie, ces nématodes sont connus depuis longtemps (Lamberti et *al.*, 1977).

Les agriculteurs algériens connaissent bien ce type de nématodes à cause des déformations provoquées sur le système racinaire. Ils les désignent sous le nom de «maladie de la patate». Plusieurs travaux ont montré l'importance des infestations des cultures maraîchères par le genre *Meloidogyne*. Aussi bien dans les zones du littoral, avec des pourcentages d'infestations allant de 49 à 100 % (Mokabli, 1988 ; Sellami et *al.*, 1999 et Nebih, 2000) que dans les zones sahariennes (Ighilli, 1986, Nadji, 1988).

Les nématicides sont utilisés contre les *Meloidogyne* et peuvent s'avérer économiquement rentables surtout dans les cultures à haute valeur. Leur action est limitée dans le temps et leurs applications doivent être répétées régulièrement. En outre leur efficacité est limitée aux couches les plus superficielles du sol. Ils ne sont pas sélectifs (ils détruisent également les organismes utiles du sol). A cause de leur toxicité élevée et de leurs effets négatifs sur le milieu, de plus en plus de ces produits ne sont plus autorisés.

La lutte biologique contre les nématodes phytoparasites emploie des organismes vivants antagonistes aux nématodes comme des champignons ou des bactéries (Stirling, 1991 ; Davis et Spiegel, 2011). Des différents types des champignons utilisés en lutte contre les nématodes phytoparasites ont été décrits telles que : Les champignons prédateurs comme *Arthrobotrys irregularis*, hyphomycète qui est capable de piéger rapidement les juvéniles de nématode à galles (Cayrol, 1981). Les champignons ovicides comme *Verticillium Chlamydosporium*, qui attaquent les embryons dans les œufs de nématodes (Godoy et *al.*, 1983 ; Kerry et *al.*, 1984 ; Rodriguez-Kabana et *al.*, 1984 ; Kerry et Deleu, 1991 ; de Leij et *al.*, 1993). C'est dans cette voie que nous avons voulu orienter notre travail qui touche trois aspects ;

Le premier aspect, concerne l'enquête sur terrain permettant d'avoir une idée sur l'état des serres et l'application des produits chimiques par les agriculteurs dans les régions d'étude (Khemisti et Ahmer-el-Aïn) en adoptant un questionnaire adéquat.

Le deuxième aspect consiste à l'étude pédologique (pH, matière organique, l'humidité, texture...).

Pour le troisième aspect, il est consacré à l'étude de la microflore utile (champignons parasites et prédateurs des nématodes) en fonction des profondeurs (10 cm, 20 cm).

Remerciements

Nous tenons à remercier avant tout **DIEU** le tout puissant de nous avoir accordé la force et la patience pour accomplir ce modeste travail.

Notre profonde gratitude s'adresse tout d'abord à :

Mme **SABRI K.**, pour avoir accepté de nous encadrer et de diriger ce travail.

Notre reconnaissance va également à Mme **Nebih HADJ-SADOK D.**, pour nous avoir fait le grand honneur de présider le jury.

On adresse nos vifs remerciements à Mme **Saffidine F.**, pour avoir accepté d'examiner notre travail.

Notre profonde gratitude va également à **Mme Djemai A.**, l'ingénieur du laboratoire de Zoologie pour sa disponibilité et pour le temps consacré.

Notre profonde gratitude va également à **Mme Felita K. Mr Abderahmane et Mr Bounekhla M.** pour leur disponibilité et pour le temps consacré.

Nos remerciements vont également aux agriculteurs de la zone de khemisti et Ahmer-Ain pour leur aide, le temps consacré et les informations collectées.

Nous exprimons également nos remerciements à tous les enseignants du Département des Biotechnologies, et toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Et à tous nos camarades de la promotion année 2018/219.

Dédicaces

Du profond de mon cœur, Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont chers,

À mes chers parents en témoignage de l'amour, du respect et de ma profonde et éternelle gratitude que je leur porte et ma reconnaissance pour leur soutien et leurs encouragements qu'ils m'ont prodigués tout au long de ma vie.

À mon cher mari **Guellati Ilyes** avec toute mon affection pour son aide, l'encouragement qu'il m'a donné et tout ce qu'il a partagé avec moi comme moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail.

À mes chers frères (**Mourad, Sofiane, Fouad, Ismail, Mohamed** et **Ben Aissa**) et leurs femmes et mes chères sœurs (**Farida, Lalia, Assia** et **Hadjira**) pour leurs sacrifices et leurs aides illimitées tout au long de mes études. Que Dieu vous préserve, longue vie et prospérité.

À ma deuxième famille **Guellati**, Merci énormément pour vos soutiens plus que précieux, vos encouragements et la confiance que vous m'avez donnés.

À ma proche amie **Tahraoui Rania** qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études. Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

À mes chers beaux-frères (**Aissa, Mohamed** et **Ibrahim**) un grand remerciement pour tout vos encouragements et vos beaux cœurs.

A mes chères nièces (**Imane, Chaima, Sabrina, Asma, Ibtissem, Hanine, Rawane, Sarah, Ikram, kawthar, Walae, Inesse, Rimasse**) et mes chers neveux (**Azze El Din, Samir, yacer, Mohamed, Louay, Zizou, Marwane, Abde Rahim, Wail, Bouaalem, Wassim, Djawad, Mohamed Ilyess**)

A toutes mes amies (**Fella, Noussaiba, Sarah, Fatima zahra, Rym, Nessrine, Souhila, Zineb, Manel**) qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.

Merci !

Mme Amrouche Fella

Dédicaces

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...
Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,
L'amour, le respect, la reconnaissance...
Aussi, c'est tout simplement que je dédie cette thèse ...*

A ma très chère mère

*Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit.
Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés à
toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.
Que dieu offre à ton âme le paradis.*

A mon très cher papa

*Mon trésor éternel et raison de ma vie .Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir
et m'encourager. Je suis très fière d'être ta fille et de pouvoir enfin réaliser, ce que tu as
tant espéré et attendu de moi.*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de tes vœux tant formulés, le fruit de ton
innombrables sacrifices, bien que je ne t'en acquitterai jamais assez.*

*A ma source de confiance et d'énergie, la douce, au cœur si grand, ma seul sœur
Manel pour sa compréhension et son encouragement, qu'elle trouve ici l'expression de
ma sincère amitié.*

*A mes chers frères ; **Hamza** qui est la prunelle de mes yeux, l'aimable et généreux
Salah Eddine pour ses sacrifices et son aide illimitée tout au long de mes études.
Que DIEU vous préserve longue vie et prospérité*

*A mon beau-frère **Younes**, ma réussite est la tienne ! Qu'Allah t'accorde longue
vie dans la santé .Je suis très reconnaissante, et je ne te remercierai jamais assez pour
ton amabilité, ta générosité, ton aide précieuse.*

*A ma belle-sœur **Ihcen**, aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour
toi, ta joie et ta gaieté me comblent de bonheur. Puisse Dieu te garder.*

*A mes princes neveux **Barae** et **Amir***

*A mes adorables nièces **Nada** et la petite **Hiba***

*A ma chère cousine **Karima** que j'aime profondément.*

*A ma proche amie **Gheribi Khadidja** qui m'a soutenu et encouragé durant ces années
d'études. Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.*

*A toutes mes amies **Fella, Asma, Meriem, Serine, Houria, Rym, Nessrine, Maroua** et
Djazia*

Melle Benbaha Fella

Liste des abréviations

| | |
|----------------|--|
| FAO : | Organisation des nations unies pour l'alimentation et L'agriculture. |
| H: | Humidité. |
| C° : | Degré Celsius. |
| CE : | Conductivité Electrique. |
| EAI : | Exploitations Agricoles Collective. |
| G.L.M : | Modèle Linéaire Global. |
| H : | Humidité. |
| pH : | Potentiel hydrogène. |
| µs : | Microsiemens. |
| % : | Pourcentage. |

Liste des figures

| | |
|--|-----------|
| Figure n°01 : Cycle de développement de <i>Meloidogyne</i> spp..... | 05 |
| Figure n°02 : Dégâts de <i>Meloidogyne</i> sur racine..... | 06 |
| Figure n°03 : Situation géographique des deux régions Khemisti Et Ahmer-el-Aïn..... | 27 |
| Figure n°04 : Stations d'échantillonnage..... | 29 |
| Figure n°05 : Matériels expérimentales..... | 31 |
| Figure n°06 : La mesure d'humidité des quatre sols étudiés..... | 33 |
| Figure n°07 : La mesure du pH des quatre sols étudiés..... | 34 |
| Figure n°08 : La mesure de la conductivité électrique des quatre sols étudiés.... | 34 |
| Figure n°09 : La mesure des calcaires des quatre sols étudiés..... | 35 |
| Figure n°10 : La mesure de matière organique des quatre sols étudiés..... | 35 |
| Figure n°11 : La mesure de calcium des quatre sols étudiés | 36 |
| Figure n°12 : Différents champignons prédateurs et parasites..... | 40 |
| Figure n°13 : Fréquence des espèces de champignons nématophages de la commune de khemisti (serre tomate /10cm) | 41 |
| Figure n°14 : Fréquence des espèces de champignons nématophages de la commune de khemisti (serre tomate /20cm) | 42 |
| Figure n°15 : Fréquence des espèces de champignons nématophages de la commune de khemisti (serre tomate /10cm et 20cm) | 42 |
| Figure n°16 : Fréquence des espèces de champignons nématophages de la commune d'Ahmer-el-Aïn (serre aubergine /10cm) | 43 |
| Figure n°17 : Fréquence des espèces de champignons nématophages de la commune d'Ahmer-el-Aïn (serre aubergine /20cm)..... | 43 |

Figure n°18 : Fréquence des espèces de champignons nématophages de la commune
d'Ahmer-el-Aïn (serre aubergine /10cm et 20cm) **44**

Figure n°19 : Analyse comparative de la présence des champignons nématophages
(A : Champignons ; B : Régions ; C : Profondeur ; D : Variétés)..... **45**

Liste des tableaux

| | |
|---|-----------|
| Tableau n°01 : Les dix Principaux pays producteurs de la tomate dans le monde... | 18 |
| Tableau n°02 : les maladies bactériennes de la tomate..... | 19 |
| Tableau n°03 : les maladies virales de la tomate..... | 19 |
| Tableau n°04 : les ravageurs de la tomate..... | 20 |
| Tableau n°05 : Les principales maladies fongiques de la tomate..... | 20 |
| Tableau n°06 : Les maladies et ravageurs de l'aubergine..... | 24 |

Table des matières

Table des matières

Remerciement

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Summary

ملخص

Introduction..... 01

Chapitre I :Synthèse bibliographique sur le nématode *Meloidogyne* sp

I.1. Généralités sur les nématodes phytoparasites..... 03

I.2. Description morphologique du genre *Meloidogyne*..... 03

I.3. Position systématique du genre *Meloidogyne*..... 03

I.4. Distribution géographique..... 04

I.5. Biologie et cycle de vie..... 04

I.6. Symptômes..... 06

I.7. Méthodes de lutte contre les *Meloidogyne* sp..... 06

I.7.1. Méthodes physiques..... 07

a) Désinfection par la vapeur..... 07

b) Solarisation..... 07

I.7.2. Méthodes culturales..... 07

a) Mesures sanitaires..... 07

b) La rotation..... 08

I.7.3. Lutte chimique..... 08

I.7.4. Les plantes résistantes..... 09

I.7.5. Méthodes biologiques..... 09

I.7.6. La lutte intégrée..... 10

Chapitre II : Description des plantes hôtes (tomate et aubergine)

II.1. Généralité sur la tomate..... 11

II.1.1. Origine et historique..... 11

| | |
|---|-----------|
| II.1.2. Classification botanique..... | 11 |
| II.1.3. Description botanique..... | 12 |
| II.1.3.1. Le système racinaire..... | 12 |
| II.1.3.2. La tige..... | 12 |
| II.1.3.3. Les feuilles..... | 12 |
| II.1.3.4. La graine..... | 12 |
| II.1.3.5. La fleur..... | 12 |
| II.1.3.6. Le fruit..... | 13 |
| II.1.4. Le cycle biologique de la tomate..... | 13 |
| II.1.4.1. La germination..... | 13 |
| II.1.4.2. La croissance..... | 13 |
| II.1.4.3. La floraison..... | 14 |
| II.1.4.4. La pollinisation..... | 14 |
| II.1.4.5. La fructification et la maturité des fruits..... | 14 |
| II.1.5. Caractéristiques physiologiques de la tomate..... | 15 |
| II.1.5.1. Les exigences climatiques..... | 15 |
| II.1.5.1.1. La température..... | 15 |
| II.1.5.1.2. La lumière..... | 15 |
| II.1.5.1.3. L'eau et l'humidité..... | 16 |
| II.1.5.2. Les exigences édaphiques..... | 16 |
| II.1.5.2.1. Le sol..... | 16 |
| II.1.5.2.2. La température du sol..... | 16 |
| II.1.5.2.3. Le pH du sol..... | 17 |
| II.1.5.2.4. La salinité du sol..... | 17 |
| II.1.6. Importance économique de la tomate..... | 17 |
| II.1.6.1. Importance dans le monde..... | 17 |
| II.1.6.2. Superficies et production de la tomate en Algérie..... | 18 |
| II.1.7. Principales maladies et ravageurs de la tomate..... | 18 |
| II.2 : Généralité sur l'aubergine..... | 21 |
| II.2.1. Origine et historique..... | 21 |
| II.2.2. Classification botanique..... | 21 |
| II.2.3. Description..... | 22 |
| II.2.4. Les conditions pédoclimatiques de l'aubergine..... | 22 |

| | |
|---|----|
| II.2.4.1. Les exigences climatiques..... | 22 |
| II.2.4.1.1. Le climat..... | 22 |
| II.2.4.1.2. Température..... | 23 |
| II.2.4.1.3. Pulviométrie..... | 23 |
| II.2.4.1.4. L'humidité..... | 23 |
| II.2.4.1.5. Lumière..... | 23 |
| II.2.4.2. Les exigences édaphiques..... | 24 |
| II.2.4.3. Principales maladies et ravageurs de l'aubergine..... | 24 |
| Chapitre III : Matériel et méthodes | |
| III.1. Objectif du travail..... | 26 |
| III.2. Description des différentes régions..... | 26 |
| III.2.1. Description de la région de khemisti..... | 26 |
| III.2.2. Description de la région d'Ahmer-el-Aïn..... | 26 |
| III.3. Matériels utilisés..... | 27 |
| III.3.1. Questionnaire..... | 27 |
| III.4. Techniques d'échantillonnage..... | 28 |
| III.4.1. Sur terrain..... | 28 |
| III.4.2. Méthode..... | 28 |
| III.4.3. Au laboratoire..... | 28 |
| III.5. Préparation du milieu de culture PDA..... | 30 |
| III.6. Préparation des boîtes de Pétri..... | 30 |
| III.7. Conditions d'incubation..... | 30 |
| III.8. Détermination des champignons nématophages..... | 30 |
| III.9. Analyse statistique..... | 32 |
| Chapitre IV : Résultats et Discussions | |
| IV.1. Importance du questionnaire..... | 33 |
| IV.2. Caractérisation des sols étudiés..... | 33 |
| IV.2.1. L'humidité..... | 33 |
| IV.2.2. Le pH- eau..... | 34 |
| IV.2.3. La conductivité électronique..... | 34 |
| IV.2.4. Le calcaire..... | 35 |
| IV.2.5. La matière organique..... | 35 |

| | |
|---|-----------|
| IV.2.6.Le calcium..... | 36 |
| IV.3.Description des différentes espèces de champignons nématophages.... | 36 |
| IV.4.Classification des champignons nématophages..... | 37 |
| IV.5.Etude de la fréquence des champignons nématophages..... | 41 |
| IV.5.1.La commune de khemisti..... | 41 |
| IV.5.2.La commune d’Ahmer-el-Aïn..... | 43 |
| IV.5.3. Analyse comparative de la présence des champignons dans les régions Prospectées..... | 45 |
| IV.6.Discussion..... | 47 |
| Conclusion..... | 49 |
| Références bibliographique..... | 50 |
| Annexe | |

Références bibliographiques

1. **ABAD P, GOUZY J, AURY JM, CASTAGNONE-SERENO P, DANCHIN EG, DELEURY E, PERFUS-BARBEOCH L, et ANTHOUARD V., 2008-** Genome sequence of the metazoan plant-parasitic nematode *Meloidogyne incognita*. *Nat. Biotechnol.* 26 : 909-9015.
2. **ACHBANI E.,ELGUILLI M.,FAHAD K. et JIAKLI H.,2009-** Biopesticides : Alternatives a la lutte chimique ? *symposiume international agriculture durable en région méditerranéenne* ,4 : 266-279.
3. **AHMIDOU O. et HAMMADI C., 2007-** *Guide du producteur de l'huile d'olive*. Centre international de Vienne, 34p.
4. **AIT EL KAID M., 2003-** *Recherche de quelques méthodes biologiques et chimiques alternatives au bromure de méthyle contre les nématodes à galles associées à la culture de tomate*. Thèse Ing. Agro. Inst.Hassan II complexe d'agadir, 96p.
5. **AÏT-HAMZA M., 2016-** *Communautés de nématodes phytoparasites et de champignons nématophages en pépinières oléicoles au Maroc : caractérisation et gestion microbiologique*, Thèse de Doctorat en BDI - Biologie des Interactions.
6. **AKHTAR, N.; ALI, S.; SAMAD, H. A.; ALA-UD-DIN; NAJIB-UR-REHMAN et ANJUM, A. D., 1998-** Effect of cottonseed cake (Gossypol) on the reproductive performance of Nili-Ravi buffaloes. *Pakistan Vet. J.*, 18 (3) : 154-156
7. **AMBORABE B-E, AZIZ A, TROTEL-AZIZ P, QUANTINET D, DHUICQ L et VERNET G. 2004** - Essais d'emploi du chitosan contre *Botrytis cinerea* *Phytoma* , 571, 26–29.
8. **ANONYME, 2000-** *Prévention de la pollution dans la Production d'huile d'olive*. Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre (CAR/PP). Plan d'Action pour la Méditerranée ,140 p.
9. **ANONYME, 2001-** A.D.A.B. – Aubergine – Fiche technique en agriculture biologique – année 2001 ,8p.
10. **ARYANTHA I.P., CROSS R., et GUEST D.I., 2000-** Suppression of *Phytophthora cinnamon* in potting mixes amended with uncomposted and composted animal manures. *Phytopathology* 90 : 775-782.
11. **ASSOGBA-KOMLAN F., YAROU B.B., MENSAH A. et SIMON S., 2007-** Pratiques culturales et teneur en éléments anti nutritionnels (nitrates et pesticides) du *Solanum macrocarpum* au sud du Bénin. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.*, 7(4), 1-21.

- 12.AUBERT C., 1980-** *Les engrais verts, un moyen naturel pour et économique pour améliorer la fertilité des sols.* Documents technique. A.C.A.B, Vendegies-sur-écaillon, France.
- 13.AUGER J., et THIBOUT E., 2005-** Utilisation des composés allélochimiques des *Allium* en tant qu'insecticides. *IOBC w.p.r.s. Bulletin* ,Vol. 25 pp.2-11.
- 14.BACI L., 1995 -** *Les contraintes au développement du secteur des fruits et légumes en Algérie : faiblesses rendements et opacité des marchés. Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000.* In option Méditerranéennes, série. B/ n°14, 25p.
- 15.BAYLEY K.L. et LAZAROVITS G., 2003-** Suppressing soil-borne diseases with residus management and organic amendments. *Soil Till.res.* 72 :169-180.
- 16.BELMLIH M. et GHANAM., 2012-** *Poly phénols d'huile d'olive trésors santé !* Paris, Ed. medicatrix, 128 p.
- 17.BENTON J.J., 1999:** *Tomate plante culture: In the field, Greenhouse and Home garden.* By CRC press LLC. P183.
- 18.BENTVELSEN C.L.M., 1980-** *Réponse des rendements à l'eau.* Ed. Dunod. 235p.
- 19.BENYAHIA N. et ZEIN K., 2003-** Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées. Contribution spéciale de Sustainable Business Associates (SBA) dans le cadre de la 2ème Conférence Internationale *Swiss Environmental Solutions for Emerging Countries (SESEC II)* ,8 p.
- 20.BERKALOFF A., 2003 –** Réponse moléculaire de la plante à l'infestation. *Bull. Biol. Techn.*, I.N.A., P.G., I.N.R.A., Octobre 2003, 3 p.
- 21.BERNARD C., 2002 -** Une fois que les nématodes sont installés, c'est très difficile de s'en débarrasser. *Art. Jeunes agricoles*, oct.2002, n° 576, 1p.
- 22.BERNARD N., BRIGITTE L., GERARD G. et REMY M., 2012-** *Grignons d'Olives et Compost.* Fiche N°23,4p.
- 23.BONNEMAISON L., 1961 -** *Les ennemis des plantes cultivées et des forêts.* Ed. A.C.T.A., Paris, Vol.1, 190 p.
- 24.BROWN S.M. et SWAIN S.C., 1985 -** Increased crop yields following application of *Bacillus penetrans* to field plots infested with *Meloidogyne incognita*. *Rev. Soil Biol. Chemist.*, Vol. 17. pp. 483-486.
- 25.CAPORALINO C.D. et MATTZI E.I., 1998 -** Lutte biologique contre les nématodes phytoparasites. *Rev. Horti.*, n° 392, pp. 25-30.
- 26.CASTAGNOGNE P., 1999 -** Limites de l'utilisation de la résistance aux nématodes à galles chez la tomate. *Rev. Phytoma*, n° 522, pp. 61- 63.

- 27.CASTAGNOGNE P., 2002-** A species-specific satellite DNA family in the genome of the coffee root-knot nematode *Meloidogyne exigua*: Application to molecular diagnostics of the parasite. Randig Onivaldo, Bongiovanni Michel, Carneiro Regina Maria Dechechi Gomes, Sarah Jean-Louis, *Molecular Plant Pathology*, 3 (6) : pp. 431-437.
- 28.CAUBEL G. et CHAUBET B., 1985-** Ecllosion et multiplication d'*Heterodera schartii* semidt en colza ou de radis fourragers.*Agro*, 5 (5), pp: 463-466.
- 29.CHAUX C.L. et FOURY C.L., 1994.** Cultures légumières et maraichères. Tome III : légumineuses Potagères, légumes fruit .Tec et Doc Lavoisier, Paris. 563p.
- 30.CIRAD** (Organisme, France Ministère des affaires étrangères, Cirad, centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement France, et GRET, groupe de recherche et d'échanges technologique, ministère des affaires étrangère). (2002).Mémento de l'agronomie. (ed). Quae.p.1045-1046.
- 31.COLLAERT J., 2009–** *Lombricompost pour tous*, Ed : terran, 128 page, France.
- 32.CORBINEAU F. et CORE A., 2006 -** *Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules*. Ed .Tec. et Doc. Lavoisier. 226p.
- 33.COVENTRY E., NOBLE R., MEAD A., MARIN F. R., PEREZ J. A., et WHIPPS J. M. 2006-** *Allium* white rot suppression with composts and *Trichoderma viride* in relation to sclerotia viability. *Phytopathology* 96 : 1009-1020.
- 34.Cronquist, A.,1981-** *An integrated system of classification of following plants*. Colombia University.2p
- 35.DALMASSO A. et MISSONNIER J., 1986 -** La lutte intégrée contre les nématodes des cultures : Intérêt des variétés résistantes. *Rev. Phytoma*, n°378, pp. 13 - 16.
- 36.DAUZAT A., DUBOIS J. et MITTERAND H., 1971-** *Nouveau dictionnaire étymologique et historique*, Ed. Larousse, Paris,545 p.
- 37.DJADOUN S., 2014-** *influence de l'hexane acidifié sur l'extraction de l'huile d'olive assisté par micro-onde*. Thèse Mag.chimie,univ.mouloud mammreri,tizi-ouzou,73 p.
- 38.DUPONT F. et GUIGNARD J.L ., 2012-** *Abrégés de pharmacie . Botanique – Famille des plantes*. Ed. Academic Press Inc,New York, Lundon,223 p.
- 39.DUVAL J., 1991 -** Les nématodes de la tomate. *Rev. Agro. Biol.*,Vol.1, n° 320, 7 p.
- 40.FAO STAT, 2015-** Organisation de la nation unie pour l'alimentation et l'agriculture: <http://www.faostat.fao.org/>
- 41.FEDLI E., 1997-** *Technologie de production et de conservation de l'huile*. Encyclopédie mondiale de l'olivier, pp.253-283.
- 42.FOURY C., 1995 -** Lutte contre les parasites et ennemis d'origine tellurique vers une stratégie plus intégrante ? *Rev. Horti.*, n° 356, pp. 21-29.

- 43.FRAVEL D.R., 2005-** Commercialization and implementation of biocontrol. *Annu. Rev. Phytopathol.* 43 : 337-359.
- 44.FRITSCH J., 2001** - La désinfection des sols par les fumigants. *Rev.Phyto.*, n°542, pp.24-27.
- 45.GALLAIS A. et BANNEROT H., 1992-** *Amélioration des espèces végétales cultivées objectif et critères de sélection.* INRA, Paris. 765p.
- 46.GAZEAU G., 2012-** Le lombricompost, Chambre Régionale d'Agriculture Languedoc-Roussillon, 2012 : *Les produits organiques utilisables en Agriculture Biologique en Languedoc-Roussillon.*
- 47.HASSAN H. S. A., SARRWY S. M. A., et MOSTAFA E. A. M., 2010** - Effect of foliar spraying with liquid organic fertilizer, some micronutrients, and gibberellins on leaf mineral content, fruit set, yield, and fruit quality of "Hollywood" plum trees. *AGRICULTURE AND BIOLOGY JOURNAL OF NORTH AMERICA.* (ISSN Print: 2151-7517, ISSN Online: 2151-7525.) Dokki, Giza, Egypt.
- 48.HEMSAS S., 2008-** *contribution à l'étude de la décoloration des eaux sur grignons d'olives valorisés.* Thèse Mag. Génie alimentaire, univ. M'hamed Bougara-Boumerdes, 74p.
- 49.JANVIER C., VILLENEUVE F., ALABOUVETTE C., EDEL-HERMANN V., MATEILLE T. et STEINBERG C., 2007-** Soil health through soil disease suppression: which strategy from descriptors to indicators? *Soil Biology & Biochemistry*, 39: 1-23.
- 50.JATALA, P., 1985-** *Biological control of nematodes.* An advanced treatise on *Meloidogyne.*, Biology and control. Raleigh, Department of Plant Pathology, North Carolina State University & USAID, 302p.
- 51.KHORSI B., 1993-** *Influence de quelques facteurs pédologiques et des équilibres ioniques sur la production et la composition de la tomate.* Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Tizi- Ouzou. 158p.
- 52.KINET B., 1985-** Contrôle du développement de l'inflorescence de la tomate par les facteurs de l'environnement et les régulateurs de croissance. *Rev, Hort*, n°200. P30-36.
- 53.KOLEV N., 1976-** *Les cultures maraichères en Algérie .Tome I .Légumes fruits .Ed.* Ministre de l'Agriculture et des Reformes Agricoles. 52p.
- 54.KROLL,** Les cultures maraichères, Bruxelles, de Boek Université, 2001.
- 54.LAMBERTI F., GRECO N. et VOVLAS N., 1977-** Patogenicita di due specie di Meloidogyne nei confronti di quattro varietà di Palma da dattero. *Nematol. Medit.*, 5, pp. 159-172.

- 55.LAUMONNIER R., 1979-** *Cultures légumières et maraichère*. Tome III. Ed. Bailliere, Paris. 279p.
- 56.IGHILLI H., 1986-** **Inventaire des nématodes phytophages sur cultures maraichères et sur palmier dattier dans la région de Ouargla.**Thèse Ing. Agro., I.N.A. El Harrach ,52p.
- 57.LORRAIN R., 1998 -** Sur la biologie des Nématodes. *Rev. Horti.*, n° 392, pp. 14 -15.
- 58.LOUVEAUX J.,1984-** *Les traitements phytosanitaires et les insectes pollinisateurs*. pp. 565-575 in P. Pesson & J. Lou veaux : *Pollinisation et productions végétales*. INRA-Paris, 663 pp.
- 59.LUNG G., FRIED A. et SCHMIDT U., 1997 -** Biological control of nematodes with the enemy plant *Tagetes sp.* *Rev. Nematol.*, Vol.66, n° 3, p. 200.
- 60.MATILE-FERRERO, D. - 1977.** Une cochenille nouvelle nuisible au manioc en Afrique Equatoriale, *Plienacoccus inanihoti*, n. sp. [*Hoinoptera, Coccoidea, Pseudococcidae*]. - *Anti. Soc. Etitoriol. Fr. (N.S.)*, 13, 145-152.
- 61.MATTHIESSEN J.N. et KIRKEGAARD J.A.,2006-**Biofumigation and enhanced biodegradation: Opportunity and challenge in soilborne pest and disease management. *CRITICAL REVIEWS IN PLANT SCIENCES* 25:235-265.
- 62.MATTHIESSEN J., WARTON B. et SHACKLETON M. A., 2004-**The importance of plant maceration and water addition in achieving high *Brassicaderived* isothiocyanate levels in soil. *Agroindustria* 3, 277-280.
- 63.Mokabli A., 1988-** Principaux facteurs qui déterminent l'importance et l'agressivité des *Meloidogyne* sous abris serre en Algérie. Thèse Magister. Inst. Nat. Agro., El-Harrach, 69 p.
- 64.MCSORLEY R. et FREDERICK J.J., 1999-**Nematode population fluctuations during decomposition of specific organic amendments, *J. Nematol.* 3,1, pp. 37- 44.
- 65.MESSIAEN C.M., 1993.** Les maladies des plantes maraichères 3ème Ed. INRA, p 365.
- 66.MERGEAI G., 2005-** Biopesticides d'origine végétale. *Tropicultura*, 24 :12-128
- 67.MEZIANE S., 2013-** Modélisation de la cinétique du séchage convectif du grignon d'olive. *Revue des Energies Renouvelables*, Vol. 16 n°2, pp.379 – 387.
- 68.NAHAR M. S., GREWAL P. S., MILLER S. A., STINNER D., STINNER B. R., KLEINHENZ M. D., WSZELAKI A., et DOOHAN D., 2006-** Differential effects of raw and composted manure on nematode community, and its indicative value for microbial, physical and chemical properties. *Applied Soil Ecology* 34: 140-151.

- 69.NADJI A., 1988-** *Inventaire de la nématofaune sur culture maraîchères et contribution à l'étude de quelques aspects biologiques des Meloidogyne*. Thèse Ing. Agro., I.N.A. ELHarrach, 52p.
- 70.NAIKA S., DE JEUD J.V.L., DE JEFFAU M., HILMI M. et VANDAM B., 2005-** *La culture de tomate, production, transformation et commercialisation*. Ed. Wageningen, PaysBas. 105p.
- 71.NDEGWA P.M. et THOMPSON S.A., 2001-**Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids, *Biores. Technol.* 76, pp.107–112.
- 72.NEBIH HADJ-SADOK., 2000-** *Etude de la biologie des Meloidogyne spp.(Nematoda Meloidogynidae) dans quelques régions du littoral algérien*.Thèse Magister.Inst.Nat . Agro., ElHarrach, 176p.
- 73.NEVEU C., CASTAGONE P.et ABAD P., 2001 -** Recherche de gènes impliqués dans la virulence du nématode parthénogénétique *Meloidogyne incognita*. I.N.R.A., Antibes, 1p.
- 74.NOBLE R., et COVENTRY E., 2005-** Suppression of soil-borne plant diseases with composts: a review. *Biocontrol Science and Technology* 15: 3-20.
- 75.OKA Y., 2010 -** Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments A review, *Applied Soil Ecology*, Vol.44, Issue 2, *Nematology* ,Unit, Gilat Research Center, M.P. Negev 85280, Israel, pp 101-115.
- 76.PAULITZ T. et LINDERMAN R.G., 1989-**Interactions between fluorescent pseudomonads and VA mycorrhizal fungi. *New Phytologist* 113: 37-45.
- 77.PERRON J-Y.,** Productions légumières, éditions Synthèse Agricole, 575 pages, 1999.
- 78.CLERC H., LANAVE J-L.,** Nouaison : quelles solutions ? Réussir Fruits & Légumes, n°184, avril 2000, pages 42-43.
- 79.PITRAT M. et FOURY C., 2004-** *Histoires de légumes : des origines à l'orée du XXIe siècle*. Ed. Quae. INRA. 267-272.
- 80.PITT, J.I., HOCKING, A.D., BHUDHASAMAI, K., MISCAMBLE, B.F., WHEELER, K.A. et TANBOON, E.K.P.1994 -** The normal mycoflora of commodities from Thailand. 2: Beans, rice, small grains and other commodities. *International Journal of Food Microbiology* 23: 35– 53.
- 81.POLESE J.M., 2007-** *La culture de la tomate*. Ed Artémis .95p.

- 82.PROT J.C., 1975-** Recherches concernant le déplacement des juvéniles de *Meloidogyne* spp. vers les racines. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol.* **10**: 251-262.
- 83.REDDY P., 1983** - *Plant Nematology*. Ed. Agri. Publ. Acad., India, 287 p.
- 84.REY Y. et COSTES C., 1965-**La physiologie de la tomate, étude bibliographique .INRA.111p.
- 85.RICK C. M. et STEVENS, M. A., 1986-** Genetics and breeding. Pp. 35–109 in J. G. Atherton & J. Rudich (editors), *The Tomato Crop: A Scientific Basis for Improvement*. Chapman and Hall, London.
- 86.ROLLIN P. et PALMIERI S., 2004** -Sulfur-containing metabolites in Brassicales. *Agroindustria* 3, 241-244.
- 87.SANSOUCY R., 1991-** *problème généraux de l'utilisation des sous-produits agro industriels en alimentation animale dans la région méditerranéenne*. Série séminaire n°16, pp.75-79.
- 88.SCHEUERELL M. D. et SCHINDLER D. E. 2002** -Habitat coupling in lake ecosystems. *Oikos*. 98: 177-189.
- 89.SELLAMI S., LOUNICI M., EDDOUD A et BENSEGHIR H., 1999-**Distribution et plantes hôtes associées au *Meloidogyne* sous abris plastique en Algérie. *nematol. medit*,27, pp.295-301.
- 90.SELLAMI S., LOUNICI M., EDDOUD A. et BENSEGHIR H., 1999** – Distribution et plantes hôtes associées aux *Meloidogyne* sous abris plastiques en Algérie. *Nematol. Medit.*, 27, pp. 295-301.
- 91.SHANKARA J., 2005-** RECOMBINANT GLUTATHIONE –S- transterase a major allergen form alternaria clinical use allergy patients. *Molecular Immonology* .43 (12): 1927-1932.
- 92.SIDDIQUI Z.A. et MOHAMED I., 1996** - Biological control of plant parasitic nematodes by fungi. *Rev. Nemat. Abst.*, Vol. 66, n° 3, pp. 165.
- 93.SNOUSSI S A., 2010-** Étude de base sur la Tomate en Algérie.Rapport de mission FAO. Rome. 53p.
- 94.SPICHIGER R .E., VINCENT V., FIGEAT S.M. et JEANMONOD D., 2004-** *Botanique systématique des plantes à fleurs : une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales*. 3eme Ed. Lausanne : Presses polytechnique et universitaires romandes, Français, 413p.
- 95.TENUTA M. et LAZAROVITS G., 2004-** Soil properties associated with the variable effectiveness of meat and bone meal to kill microsclerotia of verticilium dahliae. *Appl. Soil Ecol.* 25: 219-236.

- 96.THIMAN .K.V.C., NONARD P., 1956-** Les facteurs de la croissance cellulaire végétale :
les auxines, in Les facteurs de croissance cellulaire. *Exp. Brasilia*, Vol.22, n.2, p243-248.
- 97.TOUATI L., 2012-***Valorisation des grignons d'olive étude de cas : essai de valorisation en biocarburant.* Thèse Mag. Génie alimentaire, univ. M'hamed Bougara-Boumerdes, 68p.
- 98.TRIGUI A., 2008-** *Etude en vue de l'élaboration d'un plan d'action pour l'utilisation énergétique des sous produits de l'olivieraie tunisienne.* Projet 00058135, 33p
- 99.VALLAD G.E., COOPERBAND L. et GOODMAN R.M., 2003-** Plant foliar disease suppression mediated by composted forms of paper mill residuals exhibits molecular features of induced resistance. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 63 : 65-77.
- 100.VEROLET J.F.,** -Fiche technique réalisée par (A.D.A.B.) en collaboration avec **Roger RAFFIN** (Chambre d'Agriculture du Rhône), **Ludovic JAGU** (Chambre d'Agriculture de l'Isère), Dominique BERRY (SERAIL) et les adhérents maraîchers de l'ADAB.
- 101.VILLENAVE C., FERNADEZ P., BADIANE A., SENE M., GANRY F. et OLIVER R., 1998 -** *Influence du travail du sol et l'apport de compost sur les peuplements de nématodes phytophages.*CD –rom, Poster, Symposium n°:32, XVIè Congrès Mondial de l'Association Internationale de science du sol.
- 102.VILLENAVE C., EKSCHMITT K., NAZARET S. et BONGERS T., 2004 -** Interactions between nematodes and microbial communities in a tropical soil following manipulation of the soil food web. *Soil Biol Biochem*, pp. 2033-2043.
- 103.WANG K.H., SIPES B.S., SCHMITT D.P., 2001-** Suppression of *Rotylenchulus reniformis* by *Crotalaria juncea*, *Brassica napus*, and *Tagetes erecta*. *Nematropica* 31: 235-249.
- 104.ZIRI S., 2011-** Contribution à la lutte intégrée contre tuta absoluta sur tomate en plein champ. Thèse Mag. en science agronomique, Ecole nationale supérieure agronomique El-harrach. 92 p.

Chapitre I : Synthèse bibliographique sur le nématode *Meloidogyne* sp

I.1. Généralités sur les nématodes phytoparasites

Les nématodes phytoparasites : ou nématodes phytophages, sont de petits vers microscopiques qui vivent aux dépens des plantes, en ectoparasites ou en endoparasites, causant d'importants dégâts aux cultures. Ils peuvent directement affecter la croissance et la vigueur des plantes. Les plus dommageables pour les cultures sont les endoparasites sédentaires dont plusieurs stades vivent à l'intérieur des racines des plantes. Le principal genre de ce groupe est le nématode à galles *Meloidogyne*, c'est le nématode le plus redoutable sous serre des dégâts causés sont entre 12 à 60 % selon les cultures (LORRAIN, 1998).

I.2. Description morphologique du genre *Meloidogyne*

Meloidogyne sp les nématodes des racines noueuses *Meloidogyne* = du grec « femelle à aspect de pomme » sont présents partout dans le monde. Ils constituent un groupe de ravageurs importants sur le plan économique. Ils doivent leur nom aux boursouflures typiques (galles) qu'ils induisent aux racines ou aux tubercules des plantes. Ils s'attaquent à la plupart des légumes avec une certaine prédilection pour les cucurbitacées (melons, concombres...), les solanacées (tomates, aubergines, poivrons et les composées (laitues, chicorées).

Les *Meloidogyne* sont morphologiquement très simples. Ils sont filiformes et mesurent respectivement~ 0.4 mm pour les femelles et 1mm pour les mâles. Les nématodes phytophages se caractérisent par un stylet piqueur qui permet de perforer Les cellules des vaisseaux conducteurs de sève (PROT, 1975).

I.3. Position systématique du genre *Meloidogyne*

La systématique des *Meloidogyne* que nous avons adoptés est celle décrite par REDDY (1983).

| | |
|---------------|--------------------|
| Embranchement | Nematoda |
| Classe | Secernentea |
| Ordre | Tylenchida |
| Super-Famille | Heteroderoidae |
| Famille | Meloidogynidae |
| Sous-Famille | Meloidogyninae |
| Genre | <i>Meloidogyne</i> |

Parmi les nombreuses espèces connues, quatre sont particulièrement dangereuses, *Meloidogyne halpa*, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* et *M. arenaria*. Elles sont très répandues en Afrique du Nord, notamment au Maroc et en Tunisie, et peuvent être rencontrées en Europe du Sud.

I.4. Distribution géographique

Dans le monde les cinq espèces de *Meloidogyne* originellement décrites par CHITWOOD en 1949, quatre ont une répartition très étendue dans le monde. Ces quatre espèces, *M. hapla*, *M. arenaria*, *M. incognita* et *M. javanica*, sont très polyphages et la plupart des dommages causés par les nématodes du genre leur sont attribuable.

En Algérie :

Selon SELAMI et *al.* (1999) donnent un aperçu sur la distribution géographique des quatre espèces prédominantes de *Meloidogyne* dans les zones de productions maraichère sous abri, trois sont situées au sud du pays (Adrar, Biskra, Ouargla) et cinq dans les zones littorales (Alger, Boumerdes, Tipaza, Bejaia et Jijel).

I.5. Biologie et cycle de vie

M. incognita, *M. arenaria* et *M. javanica* ont comme particularité de se reproduire sans sexe, par parthénogénèse mitotique. Ce sont des endoparasites obligatoires. Ces nématodes à galles réalisent un cycle complet de développement en trois à six semaines. Cette durée dépend de l'espèce considérée et des conditions environnementales. Au cours de ce cycle, les nématodes à galles vont subir plusieurs mues et passer par plusieurs stades successifs : quatre stades juvéniles et un stade

adulte. Le cycle de développement est découpé en deux phases. La première se déroule dans le sol (phase exophyte), la seconde ayant lieu dans la plante (phase endophyte). La phase exophyte correspond à l'éclosion des œufs et la libération dans le sol de larves pré-parasitaires J2, seul stade libre et infestant des nématodes à galles.

Ces larves vont pénétrer dans les racines au niveau de leur zone d'élongation, puis remonter dans le cylindre central où elles vont se sédentariser et établir un site nourricier, constitué par cinq à sept cellules géantes plurinucléées. Après trois mues successives, elles vont devenir des adultes, c'est-à-dire se transformer en femelles pyriformes ou, plus rarement, en mâle. Les femelles vont produire une gangue mucilagineuse à l'extérieur de la racine qui peut contenir de 300 à 3000 œufs. Après maturation, ces œufs vont éclore et permettre l'initiation d'un nouveau cycle. (Fig.n°1)

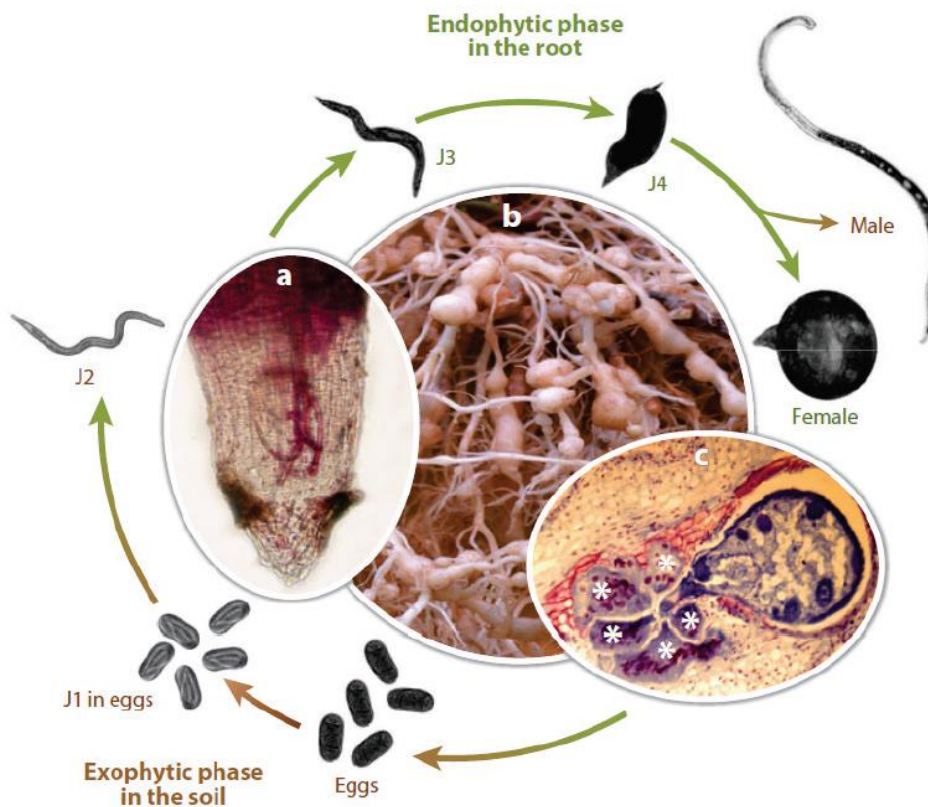


Figure n°1 : Cycle de développement de *Meloidogyne* spp. (ABAD et al., 2008).

Juveniles de deuxième stade (L2). Cellules nourricières hypertrophiées et multi-nucléées (*).

Nématode (N). Le nématode devient sédentaire et passe par trois stades de développement (L3, L4, adulte).

I.6. Symptômes

Les symptômes d'une attaque de *Meloïdogyne* sont caractéristiques et aisés à remarquer : le système racinaire est envahi de galles (jusqu'à 1 cm de diamètre) qui perturbent l'assimilation des nutriments. Ainsi, la première alerte est donnée par l'observation des symptômes classiques d'un dysfonctionnement racinaire.

Le plus souvent, ces symptômes apparaissent par foyers ou en lignes (zones de dépérissement) dans la culture. (Dans le sol les *Meloïdogyne* vivent d'une façon agrégative et hétérogènes). Ces altérations racinaires perturbent l'absorption de l'eau et des éléments minéraux, et donc le développement des plantes qui présentent une croissance plus ou moins réduite. Le feuillage peut être chlorotique, et des flétrissements surviennent parfois aux heures les plus chaudes de la journée. La taille des fruits et les rendements sont réduits (Fig.n°2).



Figure n°2 : Dégâts de *Meloïdogyne* sur racines

I.7. Méthodes de lutte contre les *Meloïdogyne* sp

D'après FOURY (1995), les moyens de lutte ont pour objectif soit d'agir directement sur les parasites et les ennemis présents dans le sol, soit de ralentir la réinfestation, ou d'intervenir sur la plante hôte. Les méthodes proposées doivent :

- Détruire les ennemis au moins sur une profondeur de sol allant au-delà de la plus forte densité racinaire (profondeur variable avec l'espèce cultivée et le sol).
- Retarder la réinfestation.
- Ne pas nuire aux organismes utiles.

-Ne pas présenter d'effets résiduels nocifs à la culture.

-Etre fiable d'application facile et de coût modéré.

I.7.1. Méthodes physiques

a) Désinfection par la vapeur

La désinfection de la terre se fait par le traitement à la vapeur à 120°C. (BONNEMAISON, 1961). Mais cette méthode présente des limites et des inconvénients :

-Destruction d'antagonistes permettant une ré-infestation rapide.

-Effets secondaires néfastes dus à la remontée du pH et de la salinité.

-Divers déséquilibres de la microflore.

-Mise en œuvre pas toujours facile.

-Coût élevé.

-Efficacité insuffisante voire échec dus à des causes variables ; la profondeur de désinfection est insuffisante (FOURY 1995).

b) Solarisation

La solarisation est une méthode douce pour le biotope, plus au moins discriminante selon le temps d'action, facile à mettre en œuvre et peu coûteuse, mais parfois insuffisamment efficace, car elle nécessite un climat très ensoleillé. (FOURY, 1995).

I.7.2. Méthodes culturales

a) Mesures sanitaires

On doit éviter le transport du sol avec les outils, les bottes, etc. afin de ne pas répandre les nématodes. (DUVAL, 1991).

b) La rotation

DUVAL (1991), la rotation a souvent été conseillée comme moyen de réduire les populations de nématodes. Pour les cultures de tomate en champs, une rotation avec les céréales ou autres graminées, et les cultures en serre, une rotation avec des fèves serait appropriée contre les nématodes. L'utilisation des plantes nématicides en rotation avec des cultures donne de bons résultats. LUNG et *al.* (1997) ont utilisé le tagette comme plante nématicide, ils ont remarqué que le tagette réduisait la densité de population des nématodes de 95% après une période de culture de deux (02) mois.

I.7.3. Lutte chimique

Elle est essentiellement assurée par traitements du sol avec des fumigants (ou des précurseurs de fumigants), des produits organophosphorés et des carbamates très proches des insecticides.

Les premiers (dibromoéthane, dichloropropène, dazomet, métam sodium, etc..) tuent les nématodes en se volatilisant dans le sol. Très coûteux, d'un emploi avant culture difficile.

Les seconds (alidicarbe, carbofuran, oxamyl, etc.) moins coûteux et plus faciles d'emploi, inhibent la pénétration des nématodes dans les plantes hôtes. Ces produits sont surtout efficaces sur les nématodes en présence de leur plantes hôtes. En France, leur utilisation comme nématicides reste très limitée parce qu'ils sont toxiques (alidicarbe) ou trop coûteux. Ils servent surtout à protéger les pépinières, les cultures florales et ornementales. La plupart sont utilisés en tant qu'insecticides à des doses trop faibles pour que l'effet nématicides soit réel (DALMASSO et MISSONNIER, 1986).

Les nématicides ne détruisent jamais tous les nématodes présents dans le sol. Les survivants envahissent les plantes et s'y développent dans d'excellentes conditions, sans toutefois provoquer de dommages étant donné leur faible nombre et l'époque tardive de leurs pullulations. L'emploi des produits chimiques se traduit donc :

- a) Par une forte augmentation de la récolte, par rapport à celle que l'on aurait obtenue sans traitement ;
- b) Par une ré-contamination du sol après culture souvent plus importante que celle qui aurait été observée en l'absence de traitement.

Aussi est-il nécessaire de traiter à nouveau quand on refait la même culture ; cela est coûteux et non sans risques pour la santé et l'environnement. Ainsi les possibilités d'utilisation des nématicides, déjà limitées, risquent de l'être encore plus (DALMASSO

et MISSONNIER, 1986). BERNARD (2002) explique que « malgré une désinfection totale des sols tous les 4ans au bromure de méthyle, nous n'avons pas réussi à nous en débarrasser. Les nématodes survivent en profondeur puis remontent ».

I.7.4. Les plantes résistantes

Longtemps basée sur l'utilisation de nématicides, la lutte contre *Meloidogyne* s'oriente aujourd'hui vers la mise en cultures de variétés résistantes qui réduisent les populations sous leur seuil de nuisibilité (CASTAGNOGNE, 2002). A l'heure actuelle de lutte de la plus satisfaisante contre les nématodes du genre *Meloidogyne*, que ce soit en termes d'efficacité économique ou du respect de l'environnement (CASTAGNONE, 1999, NEVEU et *al.*, 2001). Les variétés de tomate résistantes aux nématodes à galles actuellement disponibles au plan commercial sont toutes porteuse du gène dénommé « Mi » qui contrôle les trois espèces majeurs *M. arenaria* ; *M. incognita* ; *M.javanica*. (CASTAGNONE, 1999, BERKALOFF, 2003).

I.7.5. Méthodes biologiques

Même si les nématodes phytoparasites, y compris leurs œufs, sont extrêmement bien protégés grâce à leur épaisse cuticule, ils sont dans des conditions naturelles, attaqués par beaucoup d'organismes ou de microorganismes du sol (JATALA, 1985). Certains de ces derniers sont prédateurs, d'autres sont parasites des nématodes. Ce sont ces organismes, principalement des champignons et des bactéries, qui peuvent être utilisés en lutte biologique contre les nématodes (BROWN et *al.*, 1985). D'après CAPORALINI et MATTEI (1998), la lutte biologique contre les nématodes emploie des microorganismes en se basant sur un principe simple : « aider la nature ». Un large nombre de champignons piègent les nématodes constamment associés dans la rhizosphère, mais les plus importants sont inclus dans le genre : *Paecilomyces*, *Verticillium*, *Hersutella*, *Nematophthora*, *Arthrobotrys*, *Drechmeria*, *Fusarium* et *Monacrosporium* (SIDDIQUI et MAHMOOD, 1996).

I.7.6. La lutte intégrée

Encourage le respect de l'utilisateur, de la santé et de l'environnement tout en assurant une saine rentabilité. Son principe fondamental est que les pesticides doivent être utilisés quand et là où c'est justifiable et nécessaire. C'est pourquoi elle allie diverses techniques (mécaniques, physiques, culturales, biologiques, etc.) en complément ou en remplacement des pesticides.

La lutte intégrée suppose une approche en six étapes :

1. Identifier et connaître les alliés et les ennemis des cultures.
2. Apprécier le contexte : régulièrement dépister (c'est-à-dire chercher systématiquement la présence d'ennemis des cultures) et évaluer la situation globale (conditions environnementales, abondance des organismes nuisibles et utiles, état de santé des plantes et stade de leur développement)
3. Utiliser des seuils d'intervention (c'est-à-dire maintenir les dégâts causés par les organismes nuisibles en dessous d'un niveau de nuisance économiquement acceptable, tout en favorisant leurs adversaires naturels).
4. Adapter l'écosystème en le rendant à la fois favorable aux organismes utiles mais non attrayant pour les organismes nuisibles.
5. Combiner les méthodes de lutte (préventives ou curatives) dans un système intégré de défense des cultures.
6. Évaluer les actions mises en œuvre quant à leur adaptation, à leurs conséquences et à leur efficacité. (FRITSCH, 2001).

Chapitre II : Description des plantes hôtes (tomate et aubergine)

II .1.Généralité sur la tomate

II.1.1. Origine et historique

La tomate *Lycopersicon esculentum* originaire d'Amérique du sud fut domestiquée au Mexique en 1544, elle est Introduite en Espagne en Italie puis dans les autres pays européens. Elle s'est ensuite propagée en Asie du sud et de l'est, en Afrique et en Moyen Orient (SHANKARA et *al.*, 2005).

En Algérie, ce sont les cultivateurs du sud de l'Espagne (tomateros), qui l'ont introduite étant donné les conditions qui lui sont propices sa consommation a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral algérois (LATIGUI, 1984). Aujourd'hui, la tomate est le deuxième légume, après la pomme de terre, le plus consommé au monde (PITRAT et FOURY, 2003).

II.1.2. Classification botanique

La classification de la tomate se base essentiellement sur le type de croissance, la nature génétique, la forme et la grosseur des fruits, le nombre moyen de loges par fruits, la résistance aux maladies et la qualité commerciale et industrielle de la variété (KOLEV, 1976). C'est une espèce de plante herbacée de la famille des Solanacées. Selon SPICHTER et *al.* (2004) et DUPONT GUIGNARD (2012) la tomate appartient à la classification suivante :

| | |
|-------------|-----------------------------------|
| Règne | Plantae |
| Division | Magnoliophyta |
| Classe | Magnoliopsida |
| Sous-Classe | Asteridae |
| Ordre | Solanales |
| Famille | Solanaceae |
| Genre | <i>Lycopersicum</i> |
| Espèce | <i>L. esculentum</i> Miller, 1753 |

II.1.3. Description botanique

La tomate est une plante herbacée annuelle à port rampant, aux tiges ramifiées. Le plant de tomates est une plante herbacée sensible au froid, vivace en climat chaud. (KROLL, 2001).

II.1.3.1. Le système racinaire

Chez la tomate, le système racinaire est très puissant et ramifié sur les trente premiers centimètres ; les racines sont très nombreuses et ramifiées. On dit que ce système racinaire est pivotant (NAIKA et *al.*, 2005).

II.1.3.2. La tige

Elle est poilue, épaisse aux entre-nœuds. On trouve deux sortes de poils sur la tige et les feuilles : des poils simples et des poils glanduleux qui contiennent une huile essentielle, qui donne l'odeur de la tomate et la coloration verte (KOLEV, 1976).

II.1.3.3. Les feuilles

Indispensables pour la photosynthèse. Elles sont persistantes. Les vieilles feuilles perdent leur pouvoir photosynthétique et deviennent même nuisibles pour la plante, responsables du retard de croissance des fruits. Les feuilles sont composées, de 5 à 7 folioles et sont alternes sur la tige (NAIKA et *al.*, 2005).

II.1.3.4. La graine

La graine est petite (250 à 350 graines par gramme) et poilue ; sa germination est épigée. Après le stade cotylédonaire, la plante produit 7 à 14 feuilles composées avant de fleurir (CHAUX et FOURY, 1994).

II.1.3.5. La fleur

La fleur est hermaphrodite. Le pistil est entouré d'un cône de 5 à 7 étamines à déhiscence introrse et longitudinale. Les fleurs, à corolles soudées en forme d'étoile à cinq pointes sont jaune vives. Elles sont réunies en cymes et s'épanouissent de fin mai à septembre.

- Chez les variétés à port indéterminé, chaque bouquet floral est séparé par 3 feuilles et la plante peut croître ainsi indéfiniment.

- Chez les variétés à port déterminé, les inflorescences sont séparées par deux feuilles, puis une feuille, avant de se retrouver en position terminale sur la tige.

D'un point de vue anatomique, la fleur de la tomate comprend 5 sépales, 5 pétales, 5 étamines et 2 carpelles (RICK et *al.*, 1990).

II.1.3.6. Le fruit

Les fruits charnus sont des baies à 2 ou 3 loges, à graines très nombreuses, de taille, de forme et de couleur très variées :

- La taille va de quelques grammes (tomate groseille) à près de 2 kg ;
- La forme est généralement sphérique, plus ou moins aplatie, plus ou moins côtelée, mais il en existe en forme de cœur ou de poire ;
- La couleur, d'abord verte, vire généralement au rouge à maturité, mais il en existe des blanches, des jaunes, des noires, des roses, des vertes, des violettes, des oranges et des bicolores (RICK, 1986).

II.1.4. Le cycle biologique de la tomate

D'après GALLAIS et BANNEROT (1992), le cycle végétatif complet de la graine à la graine de la tomate varie selon les variétés, l'époque et les conditions de culture ; mais il s'étend généralement en moyenne de 3,5 à 4 mois du semis, jusqu'à la dernière récolte (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit). Le cycle comprend les six étapes suivantes :

II.1.4.1. La germination

La germination et le stade de levée qui mène la graine jusqu'à la jeune plante capable de croître normalement (CORBINEAU et CORE, 2006). Chez la tomate la germination est épigée, nécessite une température ambiante d'environ 20°C et une humidité relative de 70 à 80% (CHAUX et FOURY, 1994).

II.1.4.2. La croissance

C'est un changement quantitatif de la plante au cours du temps, qui s'effectue par une augmentation irréversible de ces dimensions (THIMAN, 1956). Selon LAUMONNIER (1979), cette étape se déroule en deux phases et en deux milieux différents.

- En pépinière : De la levée jusqu'au stade 6 feuilles, on remarque l'apparition des racines et des prés feuilles ;
- En plein champ : Après l'apparition des feuilles à photosynthèse intense et des racines, les plantes continuent leur croissance. La tige s'épaissit et augmente son nombre de feuille.

II.1.4.3. La floraison

Lorsque le méristème passe de l'état végétatif à l'état reproducteur, les ébauches florales apparaissent et se développent, ce processus correspond à la floraison. Sous l'influence de plusieurs facteurs, naturellement la pollinisation se fait. Elle se traduit par l'apparition des fruits verts. La durée entre la pollinisation et la fécondation est de 2 à 3 jours (RAY et COSTES, 1965).

Selon BENTON (1999), la première inflorescence apparaît deux mois et demi environ après le semis. La floraison chez la tomate commence du bas vers le haut. Ces fleurs étaient auparavant des boutons floraux. La floraison dépend de la photopériode, de la température et des besoins en éléments nutritifs de la plante.

II.1.4.4. La pollinisation

Les conditions climatiques ont un effet sur la libération et la fixation du pollen, par exemple si la température nocturne est inférieure à 13°C, la plupart des grains de pollen seraient vides, et une faible humidité dessèche les stigmates qui causent une difficulté du dépôt de pollen (LOUVEAUX, 1984). L'intervention des agents extérieurs est nécessaire pour cette étape, le vent ou certains insectes comme le bourdon (CHAUX et FAURY, 1994). Lorsque des périodes de froid ou de chaleur perdurent pendant la floraison, la production de pollen sera réduite (SHANKARA, 2005).

II.1.4.5. La fructification et la maturité des fruits

La fructification débute par la nouaison des fleurs de l'inflorescence du bas vers le haut. Les fruits mûrissent quand ils atteignent leurs tailles définitives et ils se colorent en jaune puis en rouge (BENTON, 1999). Il existe une relation proportionnelle entre la production d'auxine, le développement des fruits et la quantité des graines (FAO, 1987). La lumière intense permet la synthèse active qui affecte la mise et la couleur des fruits,

pour cela une température de 18 °C la nuit et 27°C le jour est favorable (RAY et COSTES, 1965 ; SHANKARA, 2005).

II.1.5. Caractéristiques physiologiques de la tomate

II.1.5.1. Les exigences climatiques

Relativement frais et sec est le climat que la tomate exige pour fournir une récolte de quantité et de qualité.

II.1.5.1.1. La température

La plante de la tomate est adaptée à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide exige une température optimale comprise entre 18 et 26°C (1999). Et pour une bonne croissance et nouaison de la tomate, un équilibre entre la température diurne et nocturne de 10°C est nécessaire, cependant si les périodes de froid ou de chaleur intentent durant tout au long de la floraison, la production est altérée à cause de la diminution du pollen, ces périodes de température défavorable perturbent la photosynthèse et affectent la germination des graines, la croissance des semis, la floraison, la mise à fruits et ainsi que la qualité des fruits (MESSIAEN *et al.*, 1993 ; NAIKA *et al.*, 2005 ; SHANKARA, 2005). Donc toute variation brutale de la température pendant le cycle de croissance provoque une réaction chez la tomate.

II.1.5.1.2. La lumière

La croissance et le niveau de production des plantes de la tomate dépendent grandement de la quantité de soleil, est fortement influencé par la quantité totale d'énergie que la plante reçoit quotidiennement (SHANKARA, 2005 et KINET, 1985). BENTON (1999) a constaté qu'il y avait un rapport positif significatif entre l'exposition radiante quotidienne en moyenne de 400 à 700nm et le nombre de fleurs atteignant l'anthere dans la première inflorescence. Un faible rayonnement lumineux, et un éclairage insuffisant provoque un étiolement des plantes, une perte de précocité, réduction de nombre de fleurs par bouquet et affecte la fécondation ce qui cause une baisse de rendement (CIRAD et GRET 2002 et RAY et COSTES, 1965). En outre, la photopériode ne doit pas dépasser les 18 heures par jour (CHTIWI, 2000 in MERDADI et ATIA, 2006), par ce que l'intensité de la lumière affecte la couleur des feuilles, la couleur et la mise à fruits (SHANKARA *et al.*, 2005). La longueur de l'obscurité est

essentielle pour le contrôle de la croissance et le développement de la plante (CIRAD ET GRET, 2002).

II.1.5.1.3. L'eau et l'humidité

La sensibilité de la plante à l'hygrométrie est très élevée, elle ne tolère ni les sols engorgés ni fortement humide, pour le processus de fécondation une meilleure hygrométrie relativement ambiante est de 60% à 65%. Si l'humidité est très élevée (plus de 80%), les pollens sont difficilement libérés. Par ailleurs, le développement des maladies cryptogamiques est lié à de fortes humidités accompagné de la chaleur (LAUMONIER, 1979).

II.1.5.2. Les exigences édaphiques

II.1.5.2.1. Le sol

La tomate pousse bien sur la plupart des sols, avec une bonne aération et capacité de rétention d'eau, les plus préférés sont les sols limoneux profonds bien drainés, légère, meuble, riche en humus, s'échauffant rapidement et facilement (LAUMONIER, 1979). La perméabilité de la couche superficielle avec une profondeur de 15 à 20 cm est favorable à une bonne croissance d'une culture saine (SHANKARA *et al.*, 2005). KHORSI (1993) a montré que la production de tomate peut être augmentée de près de 50% en passant des sols sableux légers, à des sols limoneux plus lourds.

II.1.5.2.2. La température du sol

Le pourcentage de levée et la vitesse de germination dépendent fondamentalement à la température du sol (tourbe utile). Cette dernière augmente avec la température jusqu'à une valeur optimale de 25°C, et entre 15°C et 20°C on aura un meilleur pourcentage de levée (REY et COSTES, 1965). KOLEV (1976) rappelle qu'à des basses températures (au-dessous de 12°C) la végétation est très faible et les inflorescences sont anormales et portent peu de fleurs.

II.1.5.2.3. Le pH du sol

La tomate supporte modérément un large intervalle de valeurs du potentiel d'hydrogène, mais pousse mieux dans les sols où la valeur du pH varie entre 5,5 et 6,8 (SHANKARA, 2005).

II.1.5.2.4. La salinité du sol

La tomate est moyennement sensible à la salinité du sol, elle peut supporter des teneurs en sels, allant de 2 à 4g/l. pendant la germination et au début du développement la plante est plus sensible à la salinité (BENTVELSEN ,1980). C'est pour cette raison que la concentration saline de la solution nutritive est utile pour maîtriser le développement des jeunes plants (BRUN et MONTARONE, 1987).

II.1.6. Importance économique de la tomate

II.1.6.1. Importance dans le monde

La tomate a une valeur économique élevée (SHANKARA, 2005), elle est presque cultivée dans tous les pays du monde, plus de 140 million de tonnes sont produites chaque année. La production est répartie dans toutes les zones climatiques, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri. À l'échelle mondiale, la tomate est classée 2eme culture légumière après la pomme de terre de par son volume de production. En effet, près de cinq millions d'hectares (4,98 million ha) sont réservés annuellement à cette culture avec une production de plus de 34 millions de tonne (FAO Stat, 2015). La tomate fraîche est présente presque toute l'année dans le commerce, grâce aux systèmes de culture protégés (POLESE, 2007).

Tableau 01 : Les dix Principaux pays producteurs de la tomate dans le monde. (FAO Stat, 2014).

| Pays | Production (qx) |
|----------------|------------------------|
| Chine | 33 911 935 |
| Inde | 13 718 573 |
| USA | 10 965 452 |
| Espagne | 10 313 529 |
| Egypte | 9 204 602 |
| Turquie | 5 976 732 |
| Iran | 4 826 851 |
| Italie | 3 922 179 |
| Brasil | 3 867 630 |
| Mexique | 2 936 347 |

Selon (FAO Stat, 2014), les deux premiers pays producteurs mondiaux sont la Chine avec 33,9 millions de tonnes suivie de l'Inde avec 13,7 millions de tonnes. Les États Unis occupent le troisième rang mondial avec plus de 10,9 millions de tonnes de tomate produite chaque année. De nombreux pays, tels que l'Espagne, l'Égypte, la Turquie, l'Iran, le Brésil, l'Italie et le Mexique produisent également chaque année plus de 30 million de tonnes de tomates.

II.1.6.2. Superficies et production de la tomate en Algérie

La culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne et près de 33 000 ha sont consacrés annuellement à sa culture, donnant une production moyenne de 01 millions de quintaux et des rendements moyens d'environ 311qx/ha (ANONYME, 2009). Après la pomme de terre, la tomate est le second produit maraîcher de par la place qu'elle occupe dans les habitudes alimentaires en Algérie (BACI, 1995 in GUELAMALLAH, 2006).

II.1.7. Principales maladies et ravageurs de la tomate

Les tableaux 2, 3, 4 et 5 montrent les principales maladies et ravageurs pouvant affecter la tomat

Tableau 02 : les maladies bactériennes de la tomate (SNOUSSSI, 2010).

| Maladie | Nom scientifique | Symptômes et dégâts |
|---|---|---|
| Chancre bactérien | <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp <i>Michiganensis</i> . | Flétrissement unilatéral sur feuille, suivi d'un dessèchement total des coupes longitudinales sur tige et pétioles. Sur fruits, se forment des taches blanchâtres |
| Moucheture de la tomate | <i>Pseudomonas syringae</i> pv .tomato. | Sur feuillage : Apparition des taches noires de contour irrégulier entourées d'un halo jaune .les folioles se dessèchent et tombent. |
| Gale bactérienne | <i>Xanthomonas compestris</i> pv.vesicatoria | De nombreuses taches entraînent le dessèchement de folioles et la chute des feuilles, Sur fruit, de petits chancres pustuleux appariassent et prennent un aspect liégeux. |
| Flétrissement bactérienne des solanacées. | <i>Pseudomonas solanacearum</i> . | Flétrissement de type verticillium ou fusarium mais suivi de la mort très rapide de la plante. |

Tableau 03 : les maladies virales de la tomate (SNOUSSSI, 2010).

| Maladie virale | Symptômes et dégâts |
|---|---|
| Virus de la mosaïque du tabac (TMV) | Transmis par la semence et par voie mécanique donnant des plages vert clair et vert foncé sur feuilles jeunes. |
| Virus de la mosaïque du tabac (PEPMV) | Donne des décolorations de feuilles et une stérilisation des inflorescences, également transmis par les semences et par voie mécanique. |
| Virus Y de la pomme de terre (PYN) | Donne des nécroses sur feuilles avec dessèchement. |
| <i>Tomato chlorosis crinivirus</i> et <i>Tomato infectious chlorosis crinivirus</i> (TICV), <i>Tomato spotted, wilt virus</i> ou maladie bronzée. <i>Tomato yellow leaf – cruf</i> (TYLCV). | Virus provoquant la crispation et le jaunissement sur feuilles. |
| Stolbur | Maladie à mycoplasmes, reprise ici dans les maladies a virus car elle a des caractéristiques similaires symptômes de chloroses, prolifération des rameaux, réduction du feuillage, et transmission par les insectes (cicadelles). |

Tableau 04 : les ravageurs de la tomate (ZIRIS, 2011)

| Insectes et ravageurs | Nom scientifique | Symptômes et dégâts |
|--|--|--|
| Nématodes à galles | <i>Meloidogyne incognita</i> chitwood et <i>M. arenaria</i> Neal. | Des galles sur les racines de plantes attaquées .la tige rabougrit, les feuilles jaunissent, puis la plante dépérit. |
| Acariens | <i>Tetranychus</i> et <i>T. cinnabarinus</i> | La face inférieure des folioles devient brune à bronzée .sur fruit, la peau présente des craquelures. |
| Noctuelles terricoles Noctuelles des fruites | <i>Agrostis segetum</i> et <i>Chloridea armigera</i> | Les jeunes chenilles dévorent le collet et entraînent la mort de la plante. |
| Aleurodes | <i>Trialeurodes vaporariorum</i> et <i>Bemisia tabaci</i> | Rabougrissement apicale. développement de fumagine |
| Cicadelles | <i>Hialesther obsoletus</i> | Transmission du stolbur ,mycoplasmosse . |
| Mineuses | <i>Liriomyza trifolii</i> et <i>Tuta absoluta</i> . | Galleries dans le limbe des feuilles âgées par les larves. |
| Pucerons | <i>Macrosyphone eneuphorbiae</i> <i>Myzu spersicae</i> | Enroulement des feuilles, développement de la fumagine et transmission de virus. |

Tableau 05 : Les principales maladies fongiques de la tomate (NAIKA et al., 2005)

| Maladie | Causées par | Symptômes |
|-------------------------------------|--|---|
| Anthraxose | <i>Colletotrichum</i> | Tâches plus ou moins circulaires de 1 cm avec un centre noirâtre sur les fruits mûrs. |
| Mildiou | <i>Phytophthora infestans</i> | Légères tâches foncées avec un point jaune en leur centre, visibles sur les feuilles ayant parfois un développement centrifuge et centripède. Sur la face inferieure des feuilles les tâches sont blanches. Les fruits se couvrent de taches brunes et les feuilles flétrissent |
| Verticilliose | <i>Verticillium albo-atrum</i> | Jaunissement en forme de V des feuilles de bas en haut suivi d'un flétrissement avec un léger brunissement des vaisseaux après une coupe |
| Alternariose | <i>Alternaria solani</i> | Tâches rondes et brunes avec des cercles concentriques apparaissant sur les feuilles avec un diamètre de 1,5 cm des grosseurs peuvent apparaitre sur les tiges et les feuilles. Les fleurs et les jeunes fruits tombent. |
| Flétrissure fusarienne | <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp <i>lycopersici</i> | Jaunissement des feuilles de bas en haut, apparition de racines avortées au bas de la tige, Tissus ligneux brun rougeâtre |
| Pourriture des Racine set du collet | <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp <i>radicislycopersic</i> | Brunissement des racines, de leur cylindre central et des vaisseaux situés au niveau du pivot et du collet. |

II.2. : Généralité sur l'aubergine

II.2.1. Origine et historique

Le nom provient du catalan *albergínia*, lui-même issu de l'arabe *al-bâdinjân*, emprunté au persan *bâdengân* (بادنجان). L'aubergine (*Solanum melongena*, L.) est une plante vivace originaire de l'Inde dans l'Asie méridionale. Elle était déjà cultivée en Chine plus de siècles avant notre ère. Les navigateurs arabes l'ont introduite dans le bassin méditerranéen au XI^{ème} siècle, puis elle s'est répandue en Espagne au moyen âge, et dans le reste de l'Europe vers le XV^{ème} siècle. Elle n'apparaîtra en Amérique du Nord que cent cinquante (150) ans plus tard (DAUZAT et Al, 1971).

II.2.2. Classification botanique

L'aubergine, *Solanum melongena*, est une plante vivace appartenant à la famille des Solanacées, au même titre que les tomates, poivrons et pomme de terre. Aujourd'hui, plus de 250 variétés sont répertoriées, se différenciant sur la couleur ou la forme du fruit. *Solanum melongena* est vivace, mais est généralement cultivée en annuelle. Selon CRONQUIST (1981) L'aubergine appartient à la classification suivant :

| | |
|--------------|-----------------------------------|
| Règne | Plantae |
| Division | <i>Magnoliophyta</i> |
| Classe | <i>Magnoliopsida</i> |
| Ordre | Solanales |
| Famille | Solanaceæ |
| Sous-famille | Solanoideae |
| Genre | <i>Solanum</i> |
| Espèce | <i>Solanum melongena</i> L., 1753 |

II.2.3. Description

Plante herbacée annuelle ou bien arbuste vivace atteignant 150(–200) cm de haut, souvent fortement ramifié, à longue racine pivotante ; tiges et feuilles avec ou sans épines et densément couvertes de poils étoilés à 8–10 bras.

- Feuilles alternes, simples ; stipules absentes ; pétiole de 6–10 cm de long ; limbe ovale à ovale-oblong, de 3–25 cm x 2–15 cm, base arrondie ou cordée, souvent inégale, apex aigu ou obtus, bord sinueusement lobé, densément poilu. Inflorescence : cyme de 1–5 fleurs (fleurs souvent solitaires).
- Fleurs bisexuées ou fonctionnellement mâles, régulières, 5–8(–10)-mères ; pédicelle de 1–3 cm de long, atteignant 8 cm chez le fruit ; calice campanulé, lobes d'environ 1,5 cm de long, fortement élargi et se fendant chez le fruit ; corolle campanulée à lobes largement triangulaires, de 3–4 cm de diamètre, bleu-violet pâle, rarement blanche ; étamines insérées près de la base du tube de la corolle et alternes avec les lobes de celle-ci, filets courts et épais, anthères conniventes, jaunes, s'ouvrant par des pores terminaux ; ovaire supère, 2- à pluri-loculaire, style aussi long ou plus long que les étamines, stigmate vert, capité, lobé.
- Fruit : baie déprimée globuleuse à ellipsoïde, ovoïde, obovoïde ou même en forme de serpent, de 2–35 cm de long (parfois plus longue), de 2–20 cm de large, aspect plus ou moins lisse et luisant, couleur (au stade commercial) blanche, verte ou à nuances de violet pâle à foncé et à noir, parfois réticulée ou zébrée, jaune à brune à maturité, contenant de nombreuses graines.
- Graines lenticulaires à réniformes, aplaties, de 3 mm x 4 mm, brun pâle.
- Plantule à germination épigée ; cotylédons atteignant 2,5 cm x 1 cm (PERRON, 1999).

II.2.4. Les conditions pédoclimatiques de l'aubergine

II.2.4.1. Les exigences climatiques

II.2.4.1.1. Le climat

L'aubergine, plante thermophile, s'implante et pousse d'autant mieux qu'il fait chaud. La température : les minima thermiques optimums sont de 22 – 26 °C de jour et de 16 – 20 °C la nuit. Les températures de sol sont également importantes : 18 à 20 °C sont requis pour une bonne implantation. Le développement végétatif est médiocre à

des températures inférieures à 15 °C pour se bloquer aux alentours de 10 – 12°C. Au-delà de 35 °C, la croissance végétative et la floraison sont retardées. L'optimum se situe entre 25 et 30 °C. La température de germination se situe entre 25 et 30°C.

Les exigences de l'aubergine se situent entre la tomate et le poivron (ANONYME, 2001).

II.2.4.1.2. Température

L'aubergine peut croître depuis le niveau de la mer jusqu'à 750 mètres d'altitude. Cependant les variations de température agissent directement sur la durée du cycle végétatif de cette plante. Elle se développe normalement à des températures optimales entre 24 à 32°C durant le jour et 15 à 20°C la nuit. Toutefois, à des températures inférieures à 16°C, il y a une diminution de la croissance et de la floraison, et à celle supérieure à 35°C on observe un désordre dans leur cycle végétatif (ANONYME, 2001).

II.2.4.1.3. Pluviométrie

Cette plante exige pour sa culture entre 600 à 900 mm de pluies durant sa phase végétative et jusqu'à 1200mm si la reproduction est échelonnée sur une période relativement longue. Malgré que cette culture légumière résiste mieux aux déficiences hydriques. Elle est particulièrement sensible au déficit hydrique pendant et immédiatement après son repiquage, et au moment de la floraison et la formation du fruit (ANONYME, 2001).

II.2.4.1.4. L'humidité

L'humidité relative : L'HR optimale est de 50 à 65 % soit plus que la tomate mais une hygrométrie trop élevée entraîne le développement de champignons, des problèmes de nouaison (ANONYME, 2001).

II.2.4.1.5. Lumière

Elle est une plante de pleine lumière et de jours longs (13 - 14 heures) qui nécessite une exposition nette au soleil et une intensité lumineuse assez élevée. Cette exposition est d'autant bénéfique pour elle, quand elle ne subit aucun déficit hydrique et que l'ETP du milieu ambiant est faible (ANONYME, 2001).

II.2.4.2. Les exigences édaphiques

L'aubergine est la moins exigeante des solanacées en ce qui concerne la nature du sol, elle requiert pour son bon développement un sol bien drainé de type sablo-limoneux, a bonne fertilité et riche en matière organique. Les sols trop humides ne conviennent pas. De même les sols à salinité élevée sont défavorables pour cette culture. Enfin, il vaut mieux des pH proches de la neutralité. En sol acide, la végétation est moins vigoureuse (CLERC et LANAVE, 2000).

II.2.4.3. Principales maladies et ravageurs de l'aubergine

Les principaux ravageurs et maladies rencontrés en culture d'aubergine en plein champs sont la Verticilliose, doryphores, les pucerons et les aleurodes. Les attaques de punaises et de noctuelles sont de plus en plus fréquentes. Les déformations, tâches, décoloration des fruits sont liées à des accidents climatiques, mauvaises nouaisons et techniques culturales (irrigation...) (ANONYME, 2001).

Tableau n°06 : Maladies et ravageurs de l'aubergine (ANONYME, 2001).

| Maladies et ravageurs de l'aubergine | Symptômes et dégâts |
|---|--|
| Flétrissement bactérien | C'est une maladie bactérienne qui est provoquée par <i>Pseudomonas solanacearum</i> |
| Fonte de semis (Damping off) | L'agent causal de cette maladie, <i>Sclerotium rolfsii</i> , est un champignon du sol qui provoque la mort des plantules. |
| L'antracnose des fruits | Cette maladie est provoquée par <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> |
| Pourriture grise | Cette maladie est due à un champignon, <i>Botrytis cinerea</i> |
| Les acariens | Animaux polyphages de très petite taille. Ils sucent la sève de la plante et occasionnent une teinte grise, poussiéreuse et sablonneuse des feuilles. A la face supérieure de celles-ci apparaissent d'abord des petits points blanchâtres puis des éclaircissements et finalement un jaunissement |
| La mouche blanche, <i>Bemissia tabaci</i> | Provoque des dégâts importants sur de nombreuses cultures. Les nymphes et les adultes sucent la sève des feuilles causant le jaunissement de la rugosité et la défoliation de la plante. |
| Le tigre de l'aubergine (<i>Corythaica planaris</i>). | Les dégâts causés par celui-ci apparaissent au troisième mois de la plantation sous forme de grosses taches jaunâtres entre la nervure |

| | |
|--|---|
| | médiane et le bord du limbe des feuilles adultes. Les feuilles infestées tombent, provoquant ainsi la défoliation de la plante. |
| Les pucerons <i>Myzus persicae</i> | Sont des ravageurs universels qui nuisent aux plantes par leur activité de succion. L'espèce agit sur la face inférieure des feuilles. A ce moment les feuilles sont crispées et enroulées vers le bas. Cette distorsion est suivie d'un jaunissement, puis de la chute des feuilles attaquées |
| Les punaises <i>Nezara viridula</i> | Sont pourvues d'un rostre qui leur permet de perforer les tissus et d'absorber par succion les liquides de la plante. Elles se trouvent ordinairement à l'aisselle des feuilles, et sur les fruits en cours de croissance. Les piques sur les feuilles provoquent des taches chlorotiques et les feuilles attaquées se déforment, deviennent rabougries et tombent. |
| Les cochenilles <i>Chionopsis citri</i> | Après succion de la sève, il exsude dans leur sécrétion un miellat sur lequel se développe la fumagine. Ce liquide sucré attire les fourmis qui, en construisant leur nid à la base de la plante, nuisent celle-ci et leur donne une apparence chétive. Ces plantes produisent peu et dépérissent rapidement. |
| Vers blanc <i>Phyllophaga</i> spp | Les larves de coléoptères appelées « mawoka » sont des vers blancs, généralement en forme de C 2 à 3 cm de long, retrouvés dans le sol. Elles sectionnent entièrement les racines de la plante provoquant successivement le flétrissement, le jaunissement et le dessèchement complet de la plante qui se laisse facilement arracher. |
| La chenille noirâtre <i>Agrostis</i> sp La Coccinelle grise (<i>Solanaphila pavonia</i>) Les Mineuses (<i>Liriomyza trifolii</i> ; <i>L. huidobrensis</i>) | Creusent des galeries sinueuses et grisâtres au niveau des feuilles, occasionnent toutes des dégâts plus ou moins importants selon le niveau d'infestation. Elles diminuent la capacité photosynthétique et la vigueur de la plante. |
| <i>Diabrotica Diabrotica</i> spp | Perfore les feuilles en y pratiquant des petits trous ronds ou encore consomme le bord des feuilles. Les prises de nourriture sur des plantes âgées créent rarement des dégâts. |

Annex

Annexe

Questionnaire :

Région :

Domaine :

E.A.C. ou E.A.I. :

Privé :

Nombre de serre :

Nature du sol :

Précédent cultural :

La culture en place :

La variété :

Méthodes culturales utilisées :

Principe de la désinfection des sols :

- Produits utilisés :
- Sur combien d'années :
- Période d'utilisation du produit :
- Matériel utilisé :
 - Pal. injecteur
 - Pal. Inj. tracté
 - Seau

Ancienneté de la serre :

Irrigation utilisée :

La fertilisation :

Tableau: Produits chimiques utilisés

| Tomate | Aubergine |
|-----------------|------------------|
| Vidat | Corval 50 wp |
| Afinte | Metry |
| Propinal partie | Nazate |

Les caractéristiques des sols

Les analyses physico-chimiques du sol

Les analyses pédologiques et physiques du sol sont effectuées au niveau du laboratoire de pédologie à l'université du Blida 1. Les analyses effectuées sont :

- le pH.
- la conductivité électrique (C.E).
- l'humidité.
- le calcaire total.
- matière organique.
- azote.
- densité apparente.
- densité réelle.

1- analyse du pH-eau

La mesure du pH d'une suspension d'un échantillon de sol dans l'eau (pH-eau) rend compte de la concentration en ions H_3O^+ à l'état dissocié dans le liquide surnageant. Ces ions sont en équilibre avec ceux présent à l'état non dissocié, fixés sur certains composants solides du sol tels que les minéraux argileux, les matières organiques et certains composés dans lesquels l'aluminium est associé à des molécules d'eau et à des OH^- . Ces composés solides, par leur aptitude à fixer des ions H^+ ou OH^- , tempèrent les variations de pH du sol. La résistance que celui-ci offre au changement s'appelle le pouvoir tampon. Celui-ci sera d'autant plus fort que le sol possède une CEC importante, donc qu'il contiendra davantage d'argile et de matières organiques. Ce pouvoir tampon aura une importance pour (par exemple) faire passer le pH d'un sol cultivé de 6 à 7 par rapports de calcaire.

Mode opératoire :

Matériels utilisés :

- La balance
- Les échantillons du sol
- Flacons d'agitation de 250 ml.
- L'eau distillée.
- Agitateur magnétique
- Fioles.
- Entonnoirs.
- Papier filtre.
- Béchers de 50 ml.
- pH mètre

Méthode du travail :

- Peser 20g de sol et les introduire dans les flacons.
- Ajouter 50ml d'eau distillée.
- Mettre les flacons à l'agitateur.
- Agiter pendant 30 mn.
- Filtrer la solution à l'aide du papier filtre.
- Verser la solution filtrée dans les béchers.
- Mesurer le pH du sol en plongeant son électrode dans la solution.
- Lire la valeur lorsque la lecture se stabilise

2-la conductivité électrique :

La Conductivité électrique de la pâte saturée (CE) est une méthode qui a servi de standard pour mesurer la charge en sels solubles dans le sol. Elle est mesurée selon la méthode préconisée par le laboratoire de Riverside (Richards, 1954). La conductivité électrique d'un matériau terreux dépend de sa composition, de sa structure et de sa teneur en eau .

Mode opératoire

Matériels utilisés :

- La balance
 - Les échantillons du sol
 - Flacons d'agitation de 250 ml.
 - L'eau distillée.
 - Agitateur magnétique.
 - Fioles.
 - Entonnoirs.
 - Papier filtre
- Béchers de 50 ml.-
- conductimètre cataluné par HCl (1/10).

Méthode du travail :

- Peser 20g de sol et les introduire dans les flacons.
- Ajouter 50ml d'eau distillée.
- Mettre les flacons à l'agitateur.
- Agiter pendant 30 mn.
- Filtrer la solution à l'aide du papier filtre.
- Mesurer la conductivité électronique avec le conductimètre.

3- L'humidité

L'humidité du sol (ou eau contenue dans le sol) détermine de façon essentielle la variation des caractéristiques de différents matériaux ou sols. Le taux d'humidité d'un sol en particulier va déterminer les caractéristiques de diffusion ou de stockage de l'eau dans ce sol.

Mode opératoire :

Matériels utilisés :

- Balance.
- Sol.
- Boîtes de pétri
- Etuve.

Méthode de

- Peser la boîte de pétri vide.
- Peser 10g de sol.
- Incubation du sol dans l'étuve à 105°C pendant 24 h pour se sécher.
- Après 24h, on pèse le sol sec.
- Calculer l'humidité du sol en faisant la différence entre le poids initiale et le poids finale.

4-Le calcaire total:

Le calcaire total est une des composantes héritée du sol.

La présence de calcaire confère au sol des caractéristiques spécifiques en termes de comportement physique et chimique et influe sur son activité biologique.

Mode opératoire :

Matériels utilisés :

- Balance.
- Sol.
- Hcl 6N (6 fois dilué).
- Calcaire.
- Béchers.
- Erlenmeyer.
- Calcimètre

Méthode du travail :

- Peser 1g de sol.
- Le mettre dans l'erenmeyer.
- Verser 50 ml de Hcl.
- Agiter pour mélanger.
- Insérer l'erenmeyer au calcimètre.
- Lire le volume de CO₂ dégagé.
- Faire le calcul de pourcentage du calcaire contenu dans le sol.

5-Mode opératoire et matériels utilisés pour la densité apparente :

- Les échantillons du sol.
- Cylindre.
- Coupelles.
- Etuve.
- Balance.

Méthode de travail :

- Enfoncer le cylindre dans le sol.
- Récupérer le sol du cylindre.
- Le mettre à l'étuve pour évaporation de l'eau pendant 24h à 105C°.
- Après 24h on pèse le sol sec.
- Calculer la densité apparente du sol : le poids du sol sec sur le volume du cylindre.



Photo n° : Balance



Photo n° : pH mètre



Photo n° : Conducumètre



Photo n° : Distilateur d'azote=N



Photo n° :Photometre à flame = k



Photo n° : Pipette de robinson



Photo n° : Etuve

Figure n° : different materials utilisés pour les analyses pédologiques.

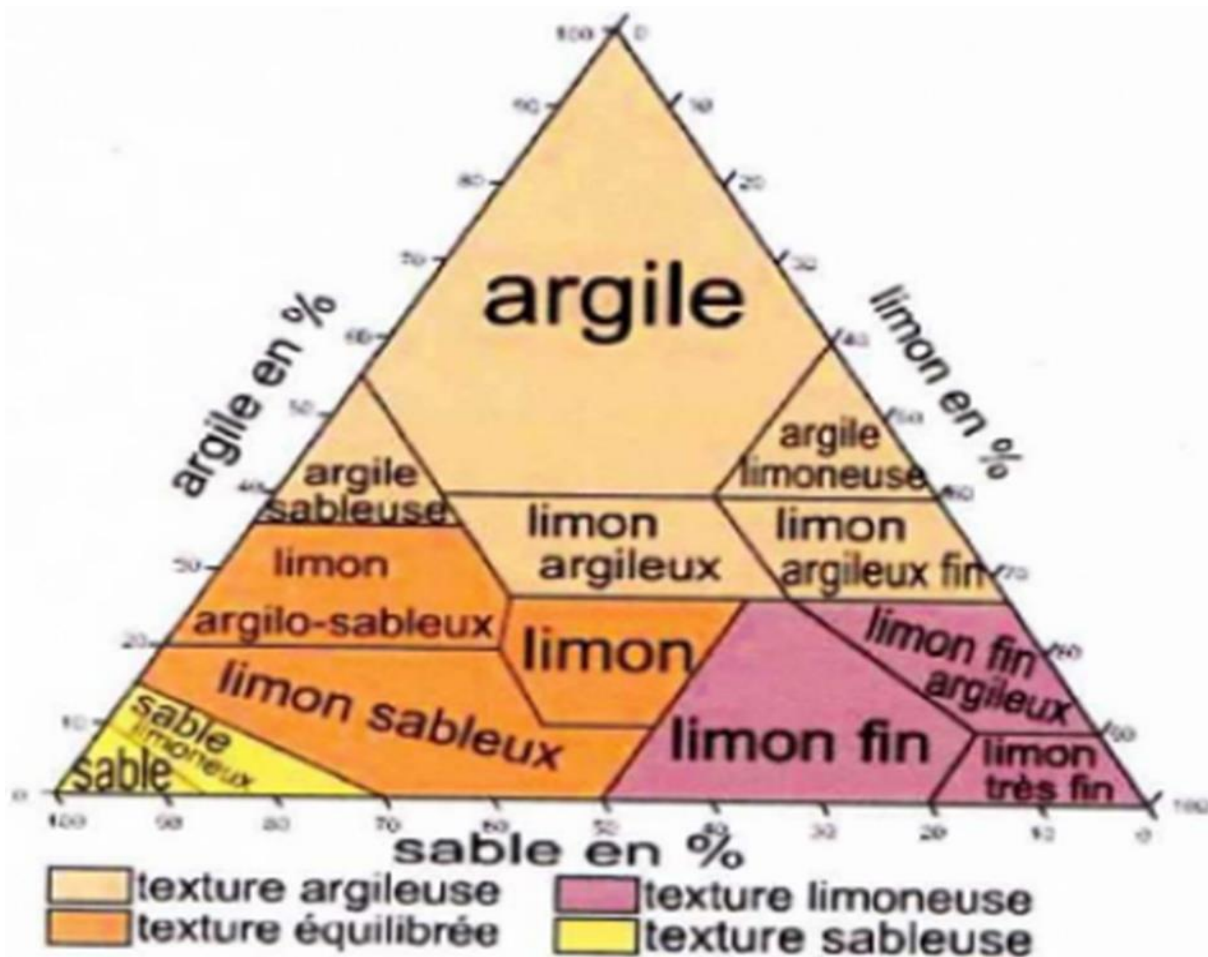


Figure: Triangle de texture du sol

| Région | Khemisti | d'Ahmer-el-Aïn |
|------------------|------------------|-----------------|
| La classe du sol | Argile limoneuse | Limons Argileux |

| Ph% | |
|-------|------|
| KTS10 | 7,14 |
| KTS20 | 7,2 |
| HAP10 | 7,47 |
| HAP20 | 7,53 |

| C.E | |
|-------|-------|
| KTS10 | 0,76 |
| KTS20 | 0,68 |
| HAP10 | 0,914 |
| HAP20 | 0,94 |

| Calcaire | |
|----------|------|
| KTS10 | 0,9 |
| KTS20 | 2,05 |
| HAP10 | 3,86 |
| HAP20 | 7,8 |

| Ca++ | |
|-------|------|
| KTS10 | 5,63 |
| KTS20 | 6,14 |
| HAP10 | 6,8 |
| HAP20 | 7,87 |

| H% | |
|-------|-------|
| KTS10 | 15,91 |
| KTS20 | 16,17 |
| HAP10 | 18,21 |
| HAP20 | 16,17 |

| Source | Type III SS | df | Mean Squares | F-ratio | p-value | |
|-----------|-------------|----|--------------|---------|---------|-------------|
| CHAMP\$ | 25 419,807 | 5 | 5 083,961 | 4,856 | 0,001 | significant |
| CULTURE\$ | 506,664 | 1 | 506,664 | 0,370 | 0,545 | non signi |
| PROF\$ | 2 833,193 | 1 | 2 833,193 | 2,706 | 0,105 | non signi |
| REGION\$ | 1 598,218 | 1 | 1 598,218 | 1,527 | 0,221 | non signi |
| Error | 62 812,185 | 60 | 1 046,870 | | | |