

**Institut National Agronomique El-Harrach**  
En vue de l'obtention du diplôme de Magister en sciences agronomiques  
Option : Zoologie Appliquée à la Protection des Végétaux

***Infestation de quelques régions du littoral  
centre par les nématodes à galles.***

Présentée par :

**TEBIB Mustapha**

Directeur de thèse : Mr Hammache M. Chargé de cours à l'INA

Soutenue le 16 /09 /2006

Membres de jury Président : Mme Doumandji- Mitiche B. Professeur à l'INA Examineurs : Mr Khelifi  
L. Maître e conférences à l'INA Mr Mokabli A. Maître e conférences à l'INA Mr Smaha Dj. Magister à  
l'INPV



# Table des matières

Remerciements . .	1
Résumé .	3
Abstract . .	5
Introduction . .	7
Données bibliographique .	9
<b>Chapitre I : Généralités sur la culture de la tomate . .</b>	<b>9</b>
1. Origine et historique de la tomate .	9
2. Position taxonomique de la tomate .	10
3. Importance économique de la tomate . .	10
4. Valeur nutritive de la tomate . .	12
5. Exigences de la tomate . .	12
5.2. Température de l'air .	13
5.3. Lumière .	13
5.4. Besoins en eaux .	13
5.5. Exigences en éléments fertilisants . .	14
<b>Chapitre II : Généralités sur la culture de la pomme de terre . .</b>	<b>14</b>
1. Origine et historique de la pomme de terre .	14
2. Position taxonomique de la pomme de terre (Bauhin, 1920 cité par Rousselle et al., 1996). .	15
3. Importance économique de la pomme de terre .	15
4. Valeur nutritive de la pomme de terre .	15
5. Exigences de la culture de pomme de terre .	16
<b>Chapitre III : Ennemis de la tomate et de la pomme de terre .</b>	<b>18</b>
1. Maladies cryptogamiques . .	19
2. Maladies bactériennes .	20
3. Maladies virales . .	21

4. Nématodes à kyste .	22
...5. Ravageurs de la tomate et de la pomme de terre .	23
Chapitre IV : Les nématodes à galles .	25
1. Origine et historique des <i>Meloidogyne</i> .	25
2. Position taxonomique . .	26
3. Symptômes .	26
4. Complexe de la maladie .	28
5. Morphologie et cycle biologique .	29
6. Conditions de développement des nématodes à galles .	31
7. Dégâts dus aux <i>Meloidogyne</i> . .	32
Chapitre V : Méthodes de lutte contre les nématodes à galles .	33
1. Lutte culturale .	33
2. Lutte chimique . .	34
3. Lutte biologique . .	34
4. Lutte physique . .	35
5. Lutte par utilisation des variétés résistantes .	35
6. Lutte intégrée . .	36
Matériels et méthodes .	37
Chapitre I : Répartition des <i>Meloidogyne</i> dans le littoral algérois . .	37
1. Présentation de la région prospectée .	37
2. Prospection .	39
3. Notations effectuées .	42
Chapitre II : Comportement de la pomme de terre vis-à-vis des <i>Meloidogyne</i> . .	45
1. Protocole expérimental . .	45
Résultats et discussions .	51
Chapitre I : Répartition des <i>Meloidogyne</i> dans le littoral algérois . .	51
1. Résultats de la prospection .	51
2. Analyses statistiques .	62
Chapitre II : Comportement de 7 variétés de pomme de terre vis-à-vis des	65

<b><i>Meloidogyne</i></b> .	
<b>1. Caractéristiques agronomiques des variétés testées</b> . .	66
<b>2. Evaluation de la sensibilité vis-à-vis des <i>Meloidogyne</i></b> .	66
<b>Conclusion</b> .	79
<b>Références bibliographiques</b> .	81
<b>Annexes</b> . .	93
Annexe 1 . .	93
Annexe 2 . .	94
Annexe 3 . .	109
Annexe 4 . .	110
Annexe 5 . .	111



## Remerciements

La présentation de ce modeste travail m'offre l'occasion d'exprimer ma profonde gratitude et sincère reconnaissance à mon directeur de thèse Mr Hammache M., chargé de cours au département de Zoologie Agricole et Forestière (INA) pour la bienveillante attention qu'il m'a réservée, son dévouement et la confiance qu'il m'a témoignée durant le déroulement de ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements pour l'honneur que m'a fait Mme Doumandji-Mitiche B., Professeur en Zoologie agricole au département de Zoologie Agricole et Forestière (INA), d'avoir bien voulu accepter de présider le jury de cette thèse.

Mes vifs remerciements et mes sincères reconnaissances s'adressent à Mr Mokabli A., Maître de conférence à l'INA pour ses précieux conseils et d'avoir accepté de juger ce travail et d'ajouter ses appréciations.

Ma reconnaissance va également à Mr Khelifi L., Maître de conférence à l'INA, d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail et d'apporter ses appréciations. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude..

Il m'est agréable de remercier aussi Mr Smaha D. Magister de l'INPV, d'avoir accepté de juger cette thèse..

Mes vifs remerciements à Mr Doumandji S., Professeur au département de Zoologie Agricole et Forestière, pour tous ses précieux conseils.

Une exception est faite pour Mr Chekkour Abdelouahab, technicien de laboratoire pour exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements d'avoir fait de son mieux pour que je puisse réaliser ce travail dans les meilleures conditions.

Je ne serais comment remercier : Sendjak Eddine A., Mr Aïred S., Guessoum Med Mme Abrous F., Mlle Boubchir Ferroudja, Bensalem L., Mr Bedouhène C., Mr Mimoun K., Mme Smail N., Mr Metna B., Mr Aït Saïd S., Mlle Semsar S. et Mr Madiou H, pour leurs aides.

Je ne pourrais oublier d'exprimer ma grande reconnaissance et mes vifs remerciements à mon père, Mr Tebib Mohamed, pour ses encouragements et son aide pour la réalisation de cette thèse...

**Infestation de quelques régions du littoral centre par les nématodes à galle.**

---

## Résumé

Notre étude a permis, à travers une prospection sur la culture de tomate, de mettre en évidence la répartition de l'infestation par les *Meloidogyne*, sur le transect Boumerdes, Alger et Tipaza en prenant en considération les conditions agronomiques entourant cette culture dans les régions prospectées.

La prospection, nous a permis de révéler la dominance du type d'irrigation en rigole dans 90 % des exploitations de Boumerdes. Les agriculteurs cultivent des plants d'une provenance hors de l'exploitation dans 35 % de parcelles examinés.

Nous avons trouvé lors de cette étude une dominance du précédent cultural représenté par des Solanacées dans 76,66 % des parcelles.

L'enquête montre l'absence des traitements nématicides dans toutes les régions examinées de Boumerdes, alors qu'ils sont présents dans 55 % à Alger et 70 % à Tipaza.

L'infestation a été recensée sur 30 % de l'ensemble des exploitations prospectées. Nous constatons que les régions indemnes notamment celles de l'est d'Alger, sont fragilisées par le mode d'irrigation par rigole, l'utilisation de plants produits hors de l'exploitation, la succession du précédent cultural de la même famille botanique et en fin l'absence ou la mauvaise application de nématicides, ce qui favorisent la prolifération et l'expansion des *Meloidogyne*.

Le test de sensibilité relatif à sept variétés de pomme de terre vis-à-vis des nématodes à galles, effectué au laboratoire de nématologie de l'INA (Alger) ; nous a fourni des informations sur la durée du cycle biologique ainsi que le degré de sensibilité de chaque variété.

Les observations au niveau des racines nous ont montré la sensibilité de chaque variété : par le nombre de galles ainsi que par le nombre de femelles qui ont terminé leur cycle biologique en formant des masses d'œufs. Suite à cela, nous pouvons classer nos variétés selon leur degré de sensibilité suivant cet ordre : Désirée, Safrane, Spunta, Atlas, Margarita, Timate et Arinda.

Mots clés : Tomate, *Meloidogyne*, prospection, Infestation, irrigation, précédent cultural, nématodes à galles, nématicides, pomme de terre, cycle biologique, masses d'œufs.

**Infestation de quelques régions du littoral centre par les nématodes à galles.**

---

## Abstract

Our survey permitted, through a prospecting on the culture of tomato to put in evidence the distribution of the infestation by the *Meloidogyne*, on the Boumerdes, Algiers and Tipaza transect while taking in consideration the agronomic conditions surrounding this in the prospected regions.

The prospecting, permitted us to reveal the dominance of the irrigation type in gully in 90% of exploitations of Boumerdes. Agriculturists cultivate plantations of a source out of the exploitation in 35% of parcels examined.

We found at the time of this survey a dominance of the previous cultural represented by the Solanacées in 76,66% of parcels.

The investigation shows the absence of treatments nématicideses in all regions examined of Boumerdes, whereas they are present in 55% to Algiers and 70% to Tipaza.

The infestation has been counted on 30% of the set of the prospected exploitations. We note that the unscathed regions notably those of the east of Algiers, they are weakned by by the fashion of irrigation by gully, the use of plantations products out of the exploitation, the succession of the previous cultural of the same botanical family and the absence or the bad application of nématicides, what support the proliferation and the expansion of the *Meloidogyne*.

The relative sensitivity test to seven varieties of potato opposite to root knot nematode, done to the laboratory of nematology of the INA (Algiers) ; provided us of information on the length of the biologic cycle as well as the degree of sensitivity of every variety.

Observations at the level roots showed us the sensitivity of every variety: by the number of galls as well as by the number of females that finished their biologic cycle while forming masses of œufs. Following it we can sequence our varieties according to their degree of sensitivity according to this order: Désirée, Safrane, Spunta, Atlas, Margarita, Timate and Arinda.

Key words: Tomato, *Meloidogyne*, prospecting, infestation, irrigation, previous cultural, root-knot nematode, nématicides, potato, biologic cycle, eggs mass.

**Infestation de quelques régions du littoral centre par les nématodes à galles.**

---

# Introduction

La culture de tomate, *Lycopersicon esculentum*, et la pomme de terre *Solanum tuberosum* sont des espèces maraîchères d'une grande importance économique. Elles sont d'une haute valeur nutritive. Le tubercule contient surtout de l'eau (75 à 80 %) et de l'amidon. Il renferme également des sucres solubles, des matières azotées, des minéraux et des vitamines. La tomate est un légume fruit qui joue un rôle équilibrant dans l'alimentation ; peu énergétique, mais elle fait partie des légumes de densité nutritionnelle élevée grâce à sa richesse en vitamine C (15 à 100 mg/100g), en minéraux et en oligo-éléments.

Actuellement la tomate est de loin le légume le plus important, représentant 15 % de la production légumière mondiale. Elle occupe un rang important vu sa large consommation à l'état frais et ses diverses utilisations dans l'industrie.

La culture de pomme de terre est cultivée dans 170 pays qui regroupent plus de trois quarts de la population mondiale. Elle occupe la quatrième place dans le monde après le blé, le maïs et le riz. Elle est largement répandue en Algérie où elle représente un aliment de base après les céréales. Elle occupe la première place dans la production maraîchère suivie par la tomate.

Dans la région centre d'Algérie, notamment le littoral algérois, ces deux cultures occupent une superficie importante car la pomme de terre a été cultivée, durant la dernière décennie, sur une superficie moyenne de 3927,5 ha évaluée à 49,95 % de la superficie totale avec une production de 505342,33 qx /an, soit 58,43 % de la production nationale. Alors que la tomate a occupé une superficie annuelle moyenne de 475,85 ha soit 16,38 % de la superficie nationale et une production moyenne de 317702,21 qx/an,

soit 31,60% de la production nationale totale.

Les nématodes dorés de la pomme de terre (*Globodera pallida* et *G. rostochiensis*), nématodes de quarantaine, sont des principaux phytoparasites ayant un impact direct sur le développement de cette culture.

D'autres espèces du genre *Meloidogyne* sont également dites de quarantaine; il s'agit de *M. fallax* et *M. chitwoodi* non identifiées jusqu'à l'heure actuelle sur notre territoire (nématodes à galles très dangereux pour cette culture).

Vu leurs considérables dommages dans l'agriculture, notamment sur les cultures maraîchères, les nématodes à galles sont des parasites très redoutables.

Parmi ces derniers : *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* et *M. arenaria* sont extrêmement polyphages (plus de 2000 plantes hôtes) et largement répandues à l'échelle mondiale (Berge et Dalmasso, 1984). Des pertes de rendement de l'ordre de 15 % dues à *M. incognita* sont enregistrées aux Etats Unis sur maïs (Rivoal et Cook, 1993). Au Mexique, les pertes de rendement causées par *M. javanica* sur la tomate, la pomme de terre, le caféier, le haricot et le blé sont estimées entre 30 à 100 % selon la culture et la population initiale du parasite (Sosa-Moss, 1985).

Mokabli (1988) signale que dans certaines régions du pays 65 % des serres de Solanacées et de Cucurbitacées sont infestées. Hachemi (1991) enregistre une perte de rendement de l'ordre de 50 % sur la culture de tomate.

L'étude d'un problème phytosanitaire commence toujours par l'identification des organismes en cause. La connaissance de leur biologie et de leur écologie permet de mettre au point des méthodes de lutte adaptées aux conditions locales (Arkoub-Abrous, 1997).

Compte tenu de l'importance agronomique des nématodes à galles, nous avons jugé utile d'entreprendre une étude sur ces parasites. Signalons qu'aucun travail sur la résistance des variétés de pomme de terre vis-à-vis des *Meloidogyne* n'est réalisé à ce sujet en Algérie.

La première partie de notre étude a pour objet de répertorier, par le biais d'une prospection, les zones infestées par les nématodes à galles sur la culture de la tomate dans trois wilayas du littoral centre (Boumerdes, Alger et Tipaza). Aussi, par une étude épidémiologique, nous avons essayé d'établir la relation entre les facteurs agronomiques entourant la culture de la tomate et l'état d'infestation.

La partie suivante est consacrée à l'étude du comportement de 7 variétés de pomme de terre à l'égard des *Meloidogyne* et évaluer leur degré de sensibilité.

# Données bibliographique

## Chapitre I : Généralités sur la culture de la tomate

### 1. Origine et historique de la tomate

---

La tomate est originaire des Andes d'Amérique du Sud où l'on trouve encore aujourd'hui des formes sauvages. On croit que l'ancêtre de l'espèce cultivée pourrait être la tomate cerise, *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*. Elle a été introduite en Amérique centrale et au Mexique, il y a plus de 2 000 ans, par le vent, les cours d'eau, les oiseaux ou les indiens migrant vers le nord. Elle a trouvé là un terrain fertile à son établissement. Tandis qu'elle ne semble pas avoir été consommée par les autochtones de son aire d'origine. Elle a été adoptée dans l'alimentation des Mexicains qui, par sélection, ont obtenu de nombreuses variétés. En effet, lors de la conquête, les Espagnols découvrirent au marché de la ville de Tenochtitlan, la capitale aztèque, plusieurs types de tomates de couleurs, de saveurs et de formes diverses.

Comme toutes les plantes d'origine américaine découvertes à cette époque, la tomate fut d'abord introduite en Espagne au XVI<sup>e</sup> siècle. Les Espagnols et les Italiens étaient les premiers à l'adopter comme aliment, mais il faudra attendre tout de même

deux siècles avant de la voir figurer dans un livre de cuisine. On la cultivait donc d'abord comme objet de curiosité, dans les jardins botaniques ou privés. Par contre, au XVIII<sup>e</sup> siècle, on la cultivait de façon intensive en Italie et, à un moindre degré, dans les autres pays d'Europe.

L'américain moyen continuait de croire, jusqu'au tournant du XX<sup>e</sup> siècle, qu'elle est vénéneuse. Feraient exception à cette règle, les Louisianais qui, sous l'influence des Français, l'intégreraient à leur cuisine vers 1810-1820. La même chose s'est produite en Chine où on ne l'adopterait qu'au XX<sup>e</sup> siècle, bien qu'elle y ait été introduite trois siècles auparavant.

Toutefois, depuis une dizaine d'années, des jardiniers collectionneurs et des gourmets s'attachent à retrouver et à reproduire les variétés anciennes et à offrir ces semences, plants ou fruits à un public d'amateurs (Chagnon et al., 2000 ; Eleanor et al., 2002 ; Desaulniers et Dubost, 2003).

## 2. Position taxonomique de la tomate

---

Chaux et Foury (1994) proposent la taxonomie suivante :

Classement taxonomique	Le nom latin
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Gamopétales
Famille	Solanaceae
Genre	<i>Lycopersicum</i>
Espèce	<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.

## 3. Importance économique de la tomate

---

### 3.1. Dans le monde

La production de la tomate est largement répandue. Au 19<sup>e</sup> siècle, plus de 65 millions de tonnes de tomate sont produites sur environ 9,5 millions d'hectares (Chaux et Foury, 1994). Actuellement la tomate est de loin le légume le plus important, représentant 15 % de la production légumière mondiale. Elle occupe un rang important vu sa large consommation à l'état frais et ses diverses utilisations dans l'industrie. Cette culture est très développée aux USA, en France, en Espagne et en Italie, (Tab. 2) ce qui explique les rendements élevés obtenus dans ces pays. En Algérie, nous remarquons que les rendements de la tomate sont faibles malgré les larges superficies réservées à cette culture par rapport aux pays voisins (CIHEAM, 1998).

Tableau 1 : Production de la tomate maraîchère et industrielle dans le monde (CIHEAM, 1998).

---

Pays	Superficie (ha)	Production (T)	Rendement (T/ha)
U.S.A Italie Espagne Maroc	165 000 15 000 58	14665200 5 539 00 3	88,88 48,16
Algérie Tunisie	000 25 000 9 000 43 00 23 00	201 000 10 762 000 1 040 000 700 000 663 000	55,18 65,22 41,60 16,27 28,82

### 3.2. En Algérie

En Algérie, la culture de tomate se classe en deuxième position après la culture de pomme terre. La culture de la tomate industrielle occupe des superficies importantes qui ont atteint 23 070 ha en 2001.

Au niveau national, la zone Est représente 80 % des superficies consacrées à cette culture (M.A.D.R, 2002). Allaya et al. (2005) signalent que la quantité de tomate importée par l'Algérie durant la période de 1986 à 2003 est estimée à 700 milles tonnes, soit l'équivalent de 5 millions dollars ; cependant durant la même périodes les exportations de l'Algérie de la même matière agricole est évaluée à 200 milles tonnes soit 1 million dollars.

Années	Superficie (ha)		Production (qx)		Rendement (qx/ha)	
	Culture maraichère	Culture industrielle	Culture maraichère	Culture industrielle	Culture maraichère	Culture industrielle
1991	18020	18110	3153370	2190700	175	120,96
1992	17030	21400	2813490	3151930	165,20	147,28
1993	15490	32720	3028610	522860	196,16	160,60
1994	13380	28170	2462390	4485160	184,00	159,38
1995	15690	31000	3043800	5542570	193,59	178,79
1996	15720	37300	2818680	4371320	179,20	160,12
1997	15290	28040	3254064	3551219	215,23	128,07
1998	/	30160	/	4355240	/	144,40
1999	19250	35950	3612310	5935730	187,70	165,10
2000	16710	27200	3414470	4753920	214,50	174,80
2001	16760	23070	3735340	4569970	222,50	198,10

Tableau 2 : Evolution des superficies de la production et des rendements de la tomate maraichère et industrielle en Algérie (M.A.D.R., 2002)

Le tableau 2 montre que les rendements obtenus en Algérie sont faibles par rapport aux rendements obtenus dans d'autres pays. Cela est dû à de nombreuses contraintes que rencontre la culture de la tomate telles que le manque de vulgarisation agricole, le non respect des pratiques culturales, le manque d'eau d'irrigation pendant les années sèches, etc.

## 4. Valeur nutritive de la tomate

---

La tomate est un légume - fruit qui joue un rôle équilibrant dans l'alimentation. Peu énergétique (15 kcal soit 63 kJoules aux 100 g). Elle fait partie des légumes de qualité nutritionnelle élevée grâce à sa richesse en vitamine C (15 mg aux 100 g) et en minéraux et oligo-éléments (Tab. 3).

Elle participe de ce fait à un type d'alimentation que l'on souhaite aujourd'hui léger et peu calorique mais suffisamment riche en éléments nutritifs qui agissent en synergie sur de nombreux fonctionnements biologiques. La tomate est appréciée pour ses vertus apéritives ; sa saveur acidulée stimule les sécrétions digestives et prépare à une bonne assimilation du repas. Enfin, ce légume coloré renferme de la provitamine et d'autres carotènes dont l'intérêt, dans la prévention des cancers, est désormais reconnu (INRAP, 2004).

Tableau 3 : Teneur en éléments nutritifs de la tomate (INRAP, 2004)

L'élément	La teneur /100g
Eau	94 g
Energie	15 kcal
Fer	0,5 mg
Calcium	9 mg
Magnésium	11 mg
Potassium	226 mg
Sodium	5 mg
Glucides	2,8 g
Lipides	0,1 g
Protides	0,8 g
Fibres	1,2 g
Vitamine C	18 mg
Carotène	0,6 mg

## 5. Exigences de la tomate

---

### 5.1. Exigences édaphiques

#### 5.1.1. Type de sol

La tomate se cultive sur divers types de sols ; cependant les sols légers perméables et riches en humus lui conviennent particulièrement bien (Laumonier, 1979).

Il convient d'éviter les sols trop battants et mal structurés en profondeur du fait des risques d'asphyxie racinaire (Chaux et Foury, 1994).

#### 5.1.2. Température du sol

La température du sol est un facteur très important pour la germination. Aux basses températures (au-dessous de 12 °C), la végétation est très faible. Les plantes forment ainsi des inflorescences d'une structure anormale qui portent peu de fleurs. Aux températures élevées (au-dessus de 35 °C), la végétation s'arrête.

---

D'après Hanneman (1995), l'effet de la température du sol sur la germination se traduit par des variations de la vitesse de germination et du pourcentage de levée des graines. Cette vitesse de germination augmente avec la température jusqu'à une valeur optimale de 25 °C.

## 5.2. Température de l'air

La tomate est très exigeante en chaleur, les températures optimales sont de 15 à 25 °C le jour et de 15 à 16 °C la nuit. Durant la croissance, la température nocturne a une grande importance puisque la majeure partie de la croissance quotidienne de la tige (70 à 90 %) se produit pratiquement à l'obscurité (Baci, 1993).

## 5.3. Lumière

La tomate est très exigeante en lumière. Durant la période de végétation une luminosité insuffisante a une influence défavorable sur le développement des plants, la précocité des fruits et du rendement (Kolev, 1976).

Chaux et Foury (1994) ont constaté qu'une forte intensité lumineuse lors de la floraison entraîne la croissance du style et favorise la pollinisation et plus particulièrement lorsque la température du substrat est élevée. Selon Chaux (1972 cité par Laumonier, 1979), les exigences climatiques de la tomate changent en fonction de différents stades de développement (Tab. 4).

	Température de l'air (°C)		Température du sol (°C)	Humidité de l'air (%)	Lumière (Lux)
	Jours	Nuit			
<b>Germination</b>	20	20	20	70	Nul
<b>Croissance</b>	20 – 26	13 – 17	15 – 17	75	1200
<b>Floralson</b>	20 – 25	13 – 17	15 – 20	65 - 70	Maximale
<b>Fructification</b>	22 – 23	14 – 16	18 – 20	60 - 70	3000

Tableau 4 : Exigences climatiques de la culture de tomate en fonction des différents stades de développement (Chaux et Foury, 1972 cité par Laumonier, 1979).

## 5.4. Besoins en eau

L'eau est un facteur déterminant des rendements des cultures. Son irrégularité chez la culture de tomate entraîne des déséquilibres de l'appareil végétatif et de l'appareil reproducteur.

L'excès en eau provoque l'asphyxie racinaire et des carences en éléments minéraux tels que Mg, P et N ; cela compromet la croissance et entraîne même la mort des plants ; par ailleurs cet excès en eau entraîne l'azote en profondeur (Locasio, 1990 ; Chaux et Foury, 1994).

## 5.5. Exigences en éléments fertilisants

---

### 5.5.1. Fumure organique

La matière organique améliore les propriétés physiques du sol et enrichit ce dernier en flore microbienne ; cependant son emploi exclusif même très décomposé ne donnera pas à lui seul des résultats satisfaisants. C'est la raison pour laquelle la fertilisation minérale en particulier phosphatée et potassique s'impose. L'influence des éléments minéraux est considérable sur la précocité, les rendements et la résistance des plantes aux maladies (Morard, 1974 ; Dodson et al., 2002).

Pour assurer des rendements conséquents l'apport, au moment opportun, équilibré reste indispensable à raison de 30 à 40 tonnes par hectare au labour d'été (ITCMI, 1994).

### 5.5.2. Fumure minérale

La tomate se classe parmi les espèces les plus exigeantes en éléments fertilisants. La quantité d'engrais minéraux à apporter doit tenir compte de la richesse du sol en chaque élément, de la fumure organique et des besoins de la plante (ITCMI, 1994).

Parmi les principaux éléments nutritifs, nous citons :

- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 200 kg/ha ;
- K<sub>2</sub>O : 150 kg/ha ;
- N : 100 kg/ha (ITCMI, 1994).

## Chapitre II : Généralités sur la culture de la pomme de terre

### 1. Origine et historique de la pomme de terre

---

La pomme de terre est originaire d'Amérique du Sud. Elle a été introduite en Europe il y a plus de quatre siècles. Depuis, elle s'est répandue dans le monde entier. C'est au long de la Cordillère des Andes qu'elle a été cultivée en premier, plus particulièrement dans la zone appartenant aujourd'hui au Pérou, à la Bolivie et au nord du Chili (Rousselle et al., 1996).

Seuls les habitants des Andes connaissaient la pomme de terre, appelée *papa* en quechua. La première description connue date de 1533, on la doit à Pedro de Cieza de León dans sa *Chronique du Pérou*. Elle a été introduite en Espagne en 1534. Elle fut introduite en France vers 1540. Pendant plus de deux siècles, la pomme de terre ne fut

cependant utilisée que pour nourrir le bétail, du moins en France. Les Anglais avaient de leur côté découvert le tubercule en 1586. Propagée aussi bien par les Anglais que par les Espagnols, la pomme de terre gagne le reste de l'Europe (Robuchon, 1994 ; Rousselle et al, 1996).

## 2. Position taxonomique de la pomme de terre (Bauhin, 1920 cité par Rousselle et al., 1996).

Classement taxonomique	Le nom latin
Famille	Solanaceae
Genre	<i>Solanum</i>
Section	<i>Petota</i>
Subdivision	<i>Potatoe</i>
Série	<i>Tuberosa</i>
Espèce	<i>Solanum tuberosum</i>

## 3. Importance économique de la pomme de terre

### 3.1. Dans le monde

La pomme de terre est d'une valeur énergétique considérable. Elle constitue l'une des plus grandes cultures vivrières dans le monde. Elle est essentiellement connue par ses utilisations diverses dans l'alimentation de l'homme, de l'animal et dans les industries de transformation.

Elle est cultivée dans 170 pays qui regroupent plus de trois quarts de la population mondiale. Elle occupe la quatrième place dans le monde après le blé, le maïs et le riz. La production mondiale en avoisine les 300 millions de tonnes par an avec un rendement moyen de 10 tonnes par hectare (Rousselles et al., 1996). Sa consommation est variable d'un pays à l'autre. Elle est en moyenne de 75 kg par habitant et par an (Rousselles et al., 1996).

### 3.2. En Algérie

La culture de la pomme de terre est largement répandue en Algérie où elle représente un aliment de base après les céréales.

La superficie réservée pour la culture de la pomme de terre est estimée à environ 85 000 hectares, avec une production atteignant 1 800 000 tonnes en 2004. La quantité de pomme de terre de semences importée a été évaluée entre 160 000 tonnes par an durant la période 1986-1990 et 90 000 tonnes pour l'année 2003 (Allaya et al., 2005).

## 4. Valeur nutritive de la pomme de terre

Le tubercule de pomme de terre contient surtout de l'eau (75 à 80 %), de l'amidon, mais il renferme également des sucres solubles (Tab. 5), des matières azotées, des minéraux et des vitamines (Baumgartner, 2000).

La pomme de terre est utilisée dans de nombreux pays comme aliment complémentaire. Elle est même parvenue à remplacer des céréales traditionnelles, comme le blé. Son énorme potentiel énergétique est dû à son haut contenu en féculé, c'est-à-dire en hydrate de carbone sous forme d'amidon (Tab. 5). Dans certains lieux, on obtient des alcools forts de la distillation des pommes de terre (Baumgartner, 2000).

Substances nutritives (par 100 g )	Mode de préparation			
	cuites (dans la peau)	rissolées	Frites	chips
Energie (kcal)	70	121	290	539
Eau(g)	77,8	65,7	43,6	*
Glucides (g)	14,8	23,0	35,6	40,5
Protéines (g)	2,0	3,1	4,2	5,5
Matières grasses (g)	0,1	1,0	14,5	35,4
Fibres alimentaires (g)	1,7	2,0	4,0	*
Vitamine B1 (mg)	0,1	0,1	0,14	0,22
Vitamine B6 (mg)	0,2	"	"	"
Vitamine C (mg)	14	25	30	8
Fer (mg)	0,8	1,6	1,9	2,3
Phosphore (mg)	50	78	113	147
Calcium (mg)	10	24	20	52
Potassium (mg)	433	734	926	1000

\* Valeurs manquantes

Tableau 5 : Valeur nutritive de la pomme de terre (Baumgartner, 2000).

## 5. Exigences de la culture de pomme de terre

### 5.1. Climat

Les formes sauvages de la pomme de terre existent dans les régions montagneuses du Pérou, Chili et Bolivie et même à des altitudes de 4000 m (Burton, 1989). Elle est cultivée avec succès à une altitude de 1000 m dans les zones montagneuses européennes. On peut dire que son aire d'adaptation va des régions tropicales aux régions plus froides, et elle réussit le mieux sous les climats tempérés humides et brumeux (Laumonier, 1979 ; OECD, 1997).

#### 5.1.1. Température

La température représente un facteur climatique très important pour le développement et la croissance de la pomme de terre. La croissance est ralentie à moins de 10 ° C, ses

---

parties foliacées gèlent à moins de 1 °C. La température optimale pour la végétation semble se situer entre 15,5 °C et 21 °C (Laumonier, 1979 ; OECD, 1997).

### 5.1.2. Lumière

Une bonne luminosité est nécessaire à la pomme de terre. Au cas contraire, la plante n'utilise pas à plein ses possibilités d'assimilation chlorophyllienne, ceci au détriment du grossissement des tubercules (Laumonier, 1979). Bodlaender (1963) a constaté qu'en faible éclairage, l'intensité photosynthétique diminue avec formation de petites quantités de sucres qui sont utilisés préférentiellement par le feuillage au détriment des racines dont la croissance est fortement diminuée.

### 5.1.3. Photopériode

Les nuits de longue durée favorisent une induction précoce de la tubérisation. Cette réaction de jour court sur la tubérisation doit être réalisée en fonction des génotypes. En effet il existe pour chacun d'eux une longueur critique du jour ou de photopériode critique. Au dessous de cette période critique, la tubérisation du génotype s'effectue normalement alors qu'au dessus elle est freinée ou totalement inhibée. La plupart des cultivars utilisés dans les régions à climat tempéré ont des photopériodes critiques entre 13 heures et 16 heures (Bodlaender, 1963 ; Ellissèche et al., 1992 ; Rousselle et al., 1996).

### 5.1.4. Besoins en eau

Selon Crosnier (1987), entre la plantation et la levée de la pomme de terre, le sol autour du plant doit être humide sans être gorgé d'eau. Entre la levée et le démarrage de la tubérisation, la quantité d'eau apportée par l'irrigation ne doit pas passer 15 à 20 mm. Une abondance d'eau peut donner des racines « paresseuses » (système racinaire superficiel).

Entre le démarrage de la tubérisation et le grossissement des tubercules, (50<sup>ème</sup> et le 90<sup>ème</sup> jour de la végétation), les besoins en eau de la pomme de terre sont très importants (Laumonier, 1979 ; OECD, 1997).

## 5.2. Exigences édaphiques

D'après les travaux de Clark (1921 cité par Laumonier, 1979), l'état physique du sol présente une réelle importance au moment de la formation des boutons floraux, car c'est à ce stade que se forment également les tubercules.

Un sol trop léger n'est pas capable de retenir suffisamment l'humidité pour les besoins de la plante, alors qu'un sol trop lourd, souvent trop humide, favorise le développement du mildiou, l'asphyxie de la plante et devient difficile à travailler.

Laumonier (1979) souligne que les terrains assez profonds, frais, meubles et ne présentant pas d'excès d'humidité conviennent bien à la pomme de terre.

D'après Henri-Zuang (1922 cité par Laumonier, 1979), la qualité des tubercules de la pomme de terre est meilleure quand ils sont produits sur les sols légers même très

légèrement calcaires.

### **5.3. Fertilisation**

#### **5.3.1. Fumure organique**

La plante est un être vivant fixé au sol. Elle doit donc trouver sur place la nourriture qui lui est nécessaire pour vivre, se développer et produire. Or, le milieu naturel est le plus souvent incapable de satisfaire tous les besoins alimentaires des plantes cultivées, dont on attend des rendements de plus en plus élevés.

Par la fertilisation, l'homme a le moyen de remédier à ces insuffisances en utilisant des fumures organiques et minérales. La fumure organique améliore la structure du sol, accroît la capacité de rétention de l'eau, régularise la nutrition des plantes et aide à l'absorption des éléments fertilisants (O.E.C.D, 1997).

D'après l'ITCMI., (1994), le fumier des bovins et des ovins constitue la fumure organique la plus couramment utilisée en Algérie. La dose préconisée est de 30 à 40 tonnes par hectare.

#### **5.3.2. Fumure minérale**

D'après Bedin et Malet (1989), l'azote favorise le développement foliaire, la formation et le grossissement des tubercules. La potasse est responsable de la formation des tubercules de gros calibres.

L'acide phosphorique favorise la formation de petits calibres de pomme de terre et c'est un facteur de précocité. Il facilite le développement racinaire et hâte la végétation en augmentant le nombre total des tubercules et leur teneur en matière sèche. La fumure phosphorique est généralement apportée en une seule fois avant l'hiver pour les formes peu solubles, avant la plantation pour les engrais directement assimilables.

La fumure azotée peut être fractionnée; une partie avant la plantation et l'autre en cours de végétation. La forme par laquelle l'élément potassium (K) est apporté n'est pas indifférente. Il apparaît que le sulfate de potasse est préférable pour la pomme de terre de consommation (Chagnon et al., 2000 ;Eleanor et al., 2002 ; Desaulniers et Dubost, 2003).

D'une façon générale la fumure recommandée est de type 11-15-15 à raison de 12 qx/ha. Comme apport complémentaire, il est conseillé d'ajouter 200 à 250 kg d'ammonitrate (engrais azotée) en début de végétation, ou bien deux épandages dont le premier épandage s'effectue (150 kg) en début de végétation et le deuxième (150 kg) en phase de croissance active (ITCMI, 1994).

## **Chapitre III : Ennemis de la tomate et de la pomme de terre**

---

---

## 1. Maladies cryptogamiques

---

### 1.1. Pourriture grise

Cette maladie est causée par un champignon du genre *Botrytis*, elle s'extériorise par les symptômes suivants :

- pétales fanés très brunis ;
- taches grisâtres sur les vieilles feuilles ;
- taches spectrales sur les fruits verts (cas de la tomate) surtout;
- chancre brun clair sur les tiges qui peuvent se couvrir de spores grises (ACTA, 1999 ; Lambert, 2004).

La moisissure grise dépend entièrement de l'humidité relative élevée et de l'eau libre. Donc, toute pratique qui réduira l'eau libre sur les plantes, dans le terreau ou l'humidité de l'air, va automatiquement réduire les risques d'infection.

Comme lutte biologique, certaines espèces d'acariens prédateurs sont utilisées afin de diminuer l'inoculum (Villeneuve, 1999 ; Lambert, 2004).

A côté des méthodes de lutte culturale, génétique ou biologique, les traitements chimiques sont largement utilisés pour combattre les maladies fongiques telle que la pourriture grise. En raison de la protection de l'environnement, l'utilisation de biofongicides est souhaitable (Villeneuve, 1999 ; Hopkins et al., 2003; Lambert, 2004).

### 1.2. Fusariose

La fusariose, maladie d'origine cryptogamique, est responsable du dépérissement des plants. Il existe différentes races Fusariennes (selon les régions du monde). Les organismes responsables persistent dans le sol et à grande profondeur de 80 cm. On reconnaît la maladie à ces symptômes : décoloration de la tige commençant par un léger jaunissement longitudinal sur une portion de celle-ci et évoluant en une bande jaune plus marquée puis en une nécrose beige à marron clair. Les vaisseaux à l'intérieur de la tige brunissent avec jaunissement du rachis, d'une foliole et éventuellement de la feuille entière (Rowe, 1982).

Les mesures préventives contre le dépérissement fusarien consistent à éviter les conditions qui favorisent la maladie, soit un sol acide, un manque d'azote et de calcium, des températures élevées et un manque de lumière en intensité et en temps. L'optimum thermique pour le développement de la maladie est de 28 °C.

Barna et al. (1983) soulignent l'importance de maintenir une fertilisation azotée élevée surtout sous forme de nitrates (fumier) afin de produire beaucoup de jeunes pousses. La méthode de prévention la plus courante est de chauler afin de maintenir le pH entre 6,4 et 7,0 (Scott, 1923 ; Jarvis et Thorpe, 1981).

Des chercheurs de Taiwan (Sun et Huang, 1985) ont mis au point un amendement

organique et minéral qui, à raison de 1 % par poids de sol permet de contrôler efficacement diverses espèces de *Fusarium*. Leur mélange S-H contient: 4,4% de bagasse (résidus de canne à sucre); 8,4 % de son de riz ; 4,25 % de coquilles d'huîtres; 8,25 % d'urée; 1,04 % de nitrate de potassium; 13,16 % de superphosphate de calcium; 60,5 % de cendres minérales constituées de 31% de dioxyde de silice, 4,4% d'oxyde de calcium, 1,7 % d'oxyde de magnésium, 18 % d'oxyde d'aluminium et 1% d'oxyde ferreux.

Anchisi et al. (1985) ont développé un traitement à l'eau chaude pour protéger les plants dans un sol où la maladie est présente. La méthode consiste à traiter les racines avec de l'eau à 48-49°C pendant 30 secondes avant la transplantation des plants.

### 1.3. Mildiou

*Phytophthora infestans*, est l'agent du mildiou de la tomate et de la pomme de terre. Les taches foliaires sont semblables chez les deux espèces : nécrotiques, irrégulières, d'extension rapide, entourées d'une marge livide où l'on peut voir à la face inférieure les fructifications du champignon(duvet blanc fugace). Sur les tiges on voit de grandes taches brunes irrégulières, pouvant les ceinturer complètement (Hijmans et al., 1998). Sur les fruits, les symptômes apparaissent sous forme de plages marbrées de brun bosselées.

Les dégâts dus au mildiou sur tomate et pomme de terre sont : la défoliation, le pourrissement des fruits, le dessèchement et la mort du plant.

Les conditions favorables pour le développement du mildiou sont : une température entre 18 et 22 °C le jour et entre 12 et 15 °C la nuit ; un taux d'humidité relative au-dessus de 90 % et une pluie et rosée abondantes (SYNGENTA, 2004).

A fin de minimiser les risques, il nécessaire de :

- choisir des variétés résistantes;
- utiliser des semences ou des jeunes plants sains ;
- faire la rotation des cultures ;
- maintenir le sol meuble et bien aéré ;
- éviter d'asperger les plants lors des arrosages ;
- éliminer les débris végétaux (Messiaen et al., 1991 ; Foury, 1995) ;
- d'appliquer du sulfate de cuivre et la Bouille bordelaise ou autre produit anti-mildiou toutes les semaines dès le début du mois de juillet (Devis, 2002).

Les maladies apparentées au mildiou sont l'alternariose (early blight) : caractérisée par destaches foliaires brunes à anneaux concentriques, rondes ou irrégulières et délimitées par les nervures, jaunissement du feuillage entre les lésions ; la septoriose (septoria leaf spot):Petites taches foliaires au pourtour noir et centre grisâtre moucheté de points noirs, aucun jaunissement progressif entre les lésions (ACTA, 1999 ; Villeneuve, 1999).

## 2. Maladies bactériennes

---

## 2.1. Chancre bactérien

L'agent responsable de cette maladie est une bactérie *Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis*. Mondialement, cette maladie est en voie de devenir la plus importante pour la tomate de serre. Elle cause des pertes irréparables et aucun pesticide ne peut limiter son développement. Les plants meurent lentement parce que tous les vaisseaux deviennent infectés ; c'est une maladie redoutable.

La principale source d'introduction de la bactérie est connue : c'est la semence. Cette maladie se propage ensuite d'un plant à l'autre par contact de feuille à feuille, par les racines, les blessures (taille) et les éclaboussures faites durant le travail et traitement avec des pulvérisateurs à haute pression (ACTA, 1999 ; Lambert, 2004).

Elle colonise d'abord le système vasculaire des nœuds de la tige. Elle finira par envahir tous les vaisseaux conducteurs, bloquant ainsi le transport de la sève.

L'un des premiers symptômes est souvent le flétrissement de folioles dans la tête du plant ; un autre symptôme souvent inaperçu en début d'infection est la déshydratation partielle de quelques feuilles sur le plant. La coupe transversale de quelques nœuds du bas de la tige fait apparaître des vaisseaux conducteurs jaunâtres.

Comme stratégie d'intervention, l'installation des pédiluves avec des solutions désinfectantes à l'entrée de chaque serre ou parcelle ; la désinfection complète du lot de semences et enfin la désinfection du matériel de travail ainsi que les visiteurs de parcelles ou de serres (Foury, 1995 ; Lambert, 2004).

## 2.2. Flétrissement bactérien

Le flétrissement bactérien est causé par *Ralstonia solanacearum*, une bactérie terricole qui se propage plus rapidement dans les climats chauds et pluvieux. L'infection entrave l'absorption de l'eau. Les jeunes plants flétrissent quand il fait chaud mais récupèrent ; alors que chez les plantes plus âgées, le flétrissement est permanent.

D'autres agents bactériens sont responsables de maladies sur la tomate notant :

- la moucheture bactérienne provoquée par *Pseudomonas syringae pv. tomato* ;
- la tache bactérienne causée par *Xantomonas campestris pv. vesicatoria* ;
- la nervation bactérienne causée *Xantomonas campestris pv. campestris* (Sylvie et Voldeng, 1999 ; Lacroix, 2004).

## 3. Maladies virales

Les virus sont des agents infectieux invisibles au microscope optique, qui envahissent leurs hôtes sensibles de façon généralisée ou systématique.

Les virus provoquant des mosaïques se multiplient abondamment dans les parenchymes, en particulier dans les zones verts-clairs ou jaunes du feuillage mosaïqué.

Dans les premiers stades de l'infection, la propagation rapide du virus dans toute la

plante s'opère cependant par les tubes criblés du phloème (Messiaen et al, 1991).

Sur les feuilles déjà développées, au moment de l'infection peuvent apparaître des symptômes nécrotiques ou chlorotiques : anneaux ou « ring spots », lignes sinueuses ou de façon moins nette, plages jaunes ou anthocyanées et nécroses. On observe dans certains cas chez les plantes atteintes de virus des symptômes nécrotiques. Il s'agit soit d'une faillite d'une résistance par hypersensibilité, soit de l'effet de conditions de croissance équilibrée du couple hôte-virus, soit enfin des infections complexes par deux virus de nature différente (Blancard, 1988).

Les virus qui, au contraire, se multiplient de façon préférentielle ou exclusive dans les tissus de la plante hôte, provoquent soit des jaunissements avec arrêt de la croissance presque totale, soit des enroulements. Les feuilles plus petites que la normale prennent une consistance cassante et se recourbent en cuillère. Ces symptômes traduisent un mauvais fonctionnement de la physiologie de la plante (Nechadi et al., 2002 ).

Le passage des virus d'une plante à l'autre au cours d'une culture, condition de développement d'une épidémie, peut se faire de diverses façons:

- la transmission mécanique qui se réalise par contact de plante à plante ou par les doigts et les outils maraîchers ;
- la transmission par des insectes est le cas le plus fréquent. On connaît des insectes vecteurs de virus : insectes piqueurs (les pucerons, les cicadelles, les thrips et les aleurodes), insectes broyeurs (chrysomélides, coccinelles phytophages et quelques curculionides).
- transmission par le sol

Dans ce cas, il s'agit soit de transmission directe aux racines ou aux feuilles inférieures à partir de débris végétaux, soit de transmission par vecteurs telluriques appartenant aux nématodes ou aux champignons inférieurs (Barksdale et al., 1972).

Parmi les virus qui s'attaquent à la pomme de terre et à la tomate, on peut citer le Virus X de la pomme de terre, virus de la mosaïque du concombre (CMV), potyvirus, le géminivirus et le virus Y de la pomme de terre, etc. (Watterson, 1985 ; Blancard, 1988).

En Algérie, les travaux de recherche entrepris sur les Solanacées ont révélé la présence de trois virus (Senoussi, 1975). Il s'agit du *Tomato mosaic tobamovirus* (ToMsV), *Cucumber mosaic cucumovirus* (CMV) et *Alfalfa mosaic alfamovirus* (AMV).

Le maintien d'un bon état sanitaire des cultures suppose l'utilisation des semences certifiées et des soins en pépinières (pour la tomate) aboutissant à la production de plants sains, puis éventuellement, des traitements antiparasites, en végétation, adaptés aux conditions climatiques locales et aux modes de culture. Mais, il est important aussi de faire au préalable le choix d'une variété adaptée et pourvue de résistance (Laterrot, 1968 ; Cook, 1977).

## 4. Nématodes à kyste

---

La plante de pomme de terre et la tomate sont sujettes à deux types de nématodes : les nématodes à galles (Ingham et Richard Zink, 2004) et les nématodes à kystes (Langeslag et al., 1982). D'après Reddy (1983) et Robinson al. (1987), les nématodes à kystes appartenant aux genres *Heterodera* et *Globodera* sont analogues à ceux des *Meloidogyne*, mais ils ne déterminent pas la formation de galles. En fin de développement, les femelles émergent des racines et se transforment en kyste, contenant 500 à 600 œufs à maturité échelonnée.

Les plants attaqués ont un développement faible dû à l'obstruction du système vasculaire des racines. Ils prennent un aspect exagérément chevelu, avec atrophie des racines principales. L'optimum thermique pour le développement des nématodes à kystes est inférieur à celui des *Meloidogyne* 15 °C à 29 °C (Messiaen et al., 1991).

Il y a formation de cellules géantes sous l'influence de la sécrétion salivaire des larves qui entravent la circulation de la sève et perturbent aussi la nutrition des plantes. Les racines devenues non fonctionnelles ne peuvent plus absorber l'eau et les éléments nutritifs du sol. Par conséquent, la tubérisation diminue et les tubercules formés sont de petite taille (Faghihi et Ferris, 2004).

## ...5. Ravageurs de la tomate et de la pomme de terre

---

### 5.1. Insectes

#### 5.1. 1. Mineuse de la tomate

Les cultures de la famille des Solanacées comme la tomate, la pomme de terre et l'aubergine sont les plantes hôtes de prédilection de la mineuse de la tomate, *Keiferia lycopersicella* (Walsingham). En revanche, d'autres espèces de la même famille comme le poivron et le tabac ne sont pas favorables au développement de ce ravageur. Certaines mauvaises herbes de la famille des Solanacées, comme la morelle de la Caroline (*Solanum carolinense* L.), peuvent servir d'hôtes secondaires (Elmore et Howland, 1943). La mineuse de la tomate s'attaque également aux feuilles et aux fruits de la tomate. Les galeries que ses larves creusent à l'intérieur des feuilles sont les lésions les plus communes.

Le cycle évolutif de la mineuse de la tomate comporte quatre stades (œuf, larve, puppe, adulte) et se déroule en 26 jours lorsque la température varie de 24 à 26 °C, et en 100 jours lorsqu'il fait de 10 à 13 °C (Elmore et Howland, 1943).

Le meilleur moyen de se prémunir contre la mineuse de la tomate consiste à conjuguer plusieurs stratégies, qui sont les suivantes :

- la surveillance est essentielle pour détecter l'apparition des adultes et éviter la multiplication ;
- l'hygiène par l'enlèvement complet d'une culture de tomate infestée par la mineuse est la condition essentielle pour éviter ou du moins réduire au minimum les risques de

- réinfestation d'une récolte à l'autre ;
- la désinfection des caisses ;
- la lutte biologique, certaines espèces de *Trichogramma* peuvent être de bons auxiliaires de lutte biologique contre la mineuse de la tomate, à condition d'appuyer leur action par d'autres mesures de lutte ; telle que la confusion sexuelle où il est possible de désorienter les mâles de la mineuse de la tomate qui sont à la recherche des femelles en diffusant lentement dans l'atmosphère une phéromone sexuelle (Elmore et Howland, 1943).

### 5.1.2. Pucerons

Les pucerons possèdent un rostre (Hemiptera) et mesurent environ 1-4 mm. Dans nos régions, il y a plusieurs espèces de puceron, chacune avec ses propres caractéristiques, son propre mode de vie et sa propre plante-hôte dans différentes cultures en plein champ ou sous serre. Les pucerons ont un abdomen rond jusqu'à piriforme avec deux cornicules. Ces cornicules non seulement produisent du miellat, mais aussi des 'phéromones d'alarme', qui préviennent les autres pucerons en cas de danger. Les caractéristiques distinctives des pucerons sont les cornicules, la cauda (queue), les antennes et les tubercules frontaux (Hullé et al., 1999).

Les pucerons peuvent causer des dégâts de façon suivante:

- ils sucent des éléments nutritifs de la plante, ce qui perturbe sa croissance ;
- l'excès de sucre est sécrété sous forme de miellat sur lequel des fumagines peuvent se produire ; les fumagines couvrent les feuilles et les fruits ;
- ils peuvent transmettre des virus, exemple le virus Y de la pomme de terre;
- ils peuvent sécréter des toxines dans les plantes (Fauquet et Thouven, 1984).

Comme mesure de prévention contre les pucerons il est nécessaire :

- d'inspecter les serres avant l'installation de la tomate ;
- d'éliminer les mauvaises herbes de la périphérie qui peuvent former un réservoir d'infestation ;
- d'utiliser un matériel végétal sein (Baudry et al., 2000) ;
- d'introduire dans les cultures de tomate et de pomme de terre des insectes " utiles " qui sont les prédateurs naturels d'insectes nuisibles.

Il y a deux sortes d'insectes utiles : les " mange-tout " comme la coccinelle qui dévorent les insectes, et les " spécialistes " qui parasitent à un stade précis de leur vie les insectes nuisibles (INRAP, 2004).

## 5.2. Acariens

### 5.2.1. Tétranychidés

Cette famille renferme plusieurs espèces nuisibles aux cultures. Le corps des adultes ne dépasse pas 0,8 mm dans sa plus grande longueur et la coloration est variable : verdâtre, jaunâtre, orangée, rouge et brun rougeâtre.

Ces Tétranyques secrètent une soie très fine qui forme une toile. Cette toile peut arriver à recouvrir entièrement les feuilles parasitées notamment dans les cultures sous serre. Ils font pénétrer leur rostre dans le tissu lacuneux dont les cellules se dessèchent et meurent et la feuille attaquée prend un aspect plombé ou brunit.

L'espèce la plus importante dans cette famille est *Tetranychus urticae* Koch. Cet acarien est pratiquement invisible à l'œil nu. Il vit à la face inférieure des feuilles jeunes dont il pique l'épiderme. Quand l'infestation est dense, les feuilles prennent une couleur jaunâtre due aux innombrables acariens que l'on ne peut distinguer qu'à la loupe.

Lorsque les symptômes de l'acariose apparaissent deux mois à deux mois et demi après la levée, les dégâts peuvent atteindre 30 à 35 %. Lorsque l'attaque est plus précoce, ils peuvent atteindre jusqu'à 70 %.

Le *Tetranychus urticae* se protège également par un tissu soyeux extrêmement fin. C'est un parasite très abondant dans toute l'île du Cap Vert, du mois de février au mois de juin. Ses dégâts les plus importants ont lieu aux mois de mars, d'avril et de mai quand il fait chaud et sec. Les plantes attaquées peuvent périr en une dizaine de jours. Comme pour la plupart des Tétranyques, dès que l'humidité augmente les acariens diminuent ; lorsque la saison des pluies est normalement déclenchée les acariens disparaissent (Mallamaire,1965).

### 5.2.2. Eriophydés

Il pique les bourgeons, les inflorescences, les feuilles ou les fruits de végétaux variés. Ces piqûres entraînent la formation de poils hypertrophiés, des déformations des feuilles et des bourgeons, la production de galles et la formation de liège se traduisant par un brunissement de l'épiderme qui prend une couleur rouille.

L'acarien est très petit, pratiquement invisible et lorsque l'on constate ses dégâts, il est déjà trop tard. Il s'agit d'*Iceria sheldoni* Ewing qui est un parasite redoutable dès qu'il s'attaque aux bourgeons et provoque des malformations des feuilles, des fleurs et surtout des fruits. L'*Eriophyes destructor* Keiffer provoque l'acariose bronzée de la tomate et qui s'attaque également à la pomme de terre aux Etats-Unis, en Espagne et au Maroc (Mallamaire,1965).

## Chapitre IV : Les nématodes à galles

### 1. Origine et historique des *Meloidogyne*

---

Les nématodes à galles, *Meloidogyne spp.*, sont des endoparasites sédentaires,

---

obligatoires pour plusieurs espèces de plantes. Leur gamme d'hôtes dépasse les 3000 espèces de plantes (Souza-Sobrinho et al., 2002 ; Abad et al., 2003).

Les dégâts causés par les nématodes phytophages aux différentes cultures étaient souvent inaperçus du fait que la taille de ces derniers est très petite. Cependant, le genre *Meloidogyne* est le plus anciennement connu des agriculteurs à cause des déformations qu'il provoque sur les racines.

Ce genre a été signalé par Maupas et Debray en 1879. Il est très répandu dans le monde notamment dans les pays chauds. En Algérie, il a été répertorié pour la première fois par Delassus en 1928 dans les régions maraîchères et sur amandier à Tlemcen (Scotto La Massese, 1961 cité par Dallil, 1999). En Tunisie, toutes les cultures sont infestées notamment les cultures maraîchères sous serres (Ammar, 1986). En Europe occidentale, deux espèces de *Meloidogyne* récemment découvertes sont *M. chitwoodi* et *M. fallax*. Elles sont capables de se développer sur les céréales et représentent un sérieux problème sur la pomme de terre (Karssen, 1996). Elles sont considérées comme des parasites de quarantaine dans l'union européen depuis 1998 (Commission européenne, 2000 cité par Kouassi et al., 2004).

## 2. Position taxonomique

---

Ritter (1971) classe les *Meloidogyne* dans la famille des *Heteroderidae* alors que Wouts (cité par Lamberti, 1971) les classe dans la famille des *Meloidogynidae*. Cette famille renferme trois sous familles dont la sous famille des *Meloidogynae* qui est la plus importante par le nombre d'espèces qu'elle renferme.

Classement taxonomique	Nom latin
Règne	Animal
Embranchement	Nemathelminthes
Classe	<i>Nematoda</i>
Sous classe	<i>Secernenta</i>
Ordre	<i>Tylenchida</i>
Super-famille	<i>Tylenchoidea</i>
Famille	<i>Meloidogynidae</i>
Sous famille	<i>Meloidogynae</i>
Genre	<i>Meloidogyne</i>

Parmi les 50 espèces de *Meloidogyne* identifiées (Baum et al., 1994) , trois espèces (*Meloidogyne arenaria*, *M. javanica*, et *M. incognita*) sont surtout communes dans les pays tropicaux, mais se rencontrent aussi dans les pays tempérés où elles trouvent un microclimat favorable tels que les abris-serres (Southey, 1983).

## 3. Symptômes

---

Les symptômes dus aux nématodes à galles peuvent se répartir en deux catégories :

ceux qui sont caractéristiques et ceux qui ne le sont pas. Ces derniers peuvent se confondre avec des symptômes dus aux attaques d'autres parasites et ravageurs.

### 3.1. Symptômes caractéristiques

Le symptôme le plus spécifique qui a donné le nom de nématode ou anguillules des racines noueuses est la formation de galles sur tout le système racinaire (Appert et Deuse, 1982).

Dans le cas des *Meloidogyne*, il y a apparition de véritables galles qui peuvent devenir volumineuses et atteignent plusieurs centimètres de diamètre (Ritter, 1971). Ces galles se multiplient rapidement en provoquant la formation de chapelets qui constituent des protubérances comparables à des tumeurs renfermant des femelles globuleuses et des masses d'œufs. Ces galles plus ou moins volumineuses entraînent un développement ralenti des plantes (Fig. 2).

Ces nématodes développent des galles (Fig., 1) sur la surface des tubercules de la pomme de terre, en détériorant leur qualité. Au niveau du tissu vasculaire on observe des tâches brunâtres (Ingham et al., 2004).



Figure 1: Galles sur tubercules de pomme de terre (UIE, 1993).



Figure 2 : Galles sur racines de tomate (UIE, 1993).

### 3.2. Symptômes non caractéristiques

Il n'existe pas, sur les parties aériennes, de symptômes spécifiques, traduisant sans doute possible le parasitisme de *Meloidogyne*. Il s'agit plutôt d'une déficience générale, consécutive à l'action du parasite qui modifie le métabolisme de la plante et en détourne une partie à son profit, mais surtout à la réduction du système racinaire qu'entraîne sa présence. Cette réduction a pour première conséquence une diminution de l'alimentation minérale de la plante. La partie aérienne présente alors un aspect chétif : la croissance est retardée, les feuilles sont réduites et peuvent accuser des symptômes de déficience minérale (chlorose, décoloration, etc.). La floraison et la fructification peuvent être fortement diminuées (De Guiran et Netscher, 1970 ; Ritter, 1971). L'absence de chevelu racinaire entraîne en outre une perturbation dans l'alimentation en eau : la plante attaquée souffrira plus vite de la sécheresse en montrant des symptômes de flétrissement qui apparaissent sur l'ensemble du feuillage aux heures chaudes de la journée et disparaissent le soir. Si la sécheresse se prolonge, on peut assister à un dessèchement marginal des feuilles et à leur chute prématurée (De Guiran, 1983 ; Lamberti, 1984).

## 4. Complexe de la maladie

---

Les nématodes peuvent favoriser l'installation d'autres parasites, prédisposant ainsi les plantes à d'autres maladies fongiques, bactériennes et virales.

Les lésions produites par les *Meloidogyne* sont une porte d'entrée pour les autres parasites (Dalmasso et al., 1985).

### 4. 1. Interaction des *Meloidogyne* avec les champignons phytoparasites

L'infection des plants par les *Meloidogyne* rend plus sévère et plus rapide l'invasion des champignons, augmentant ainsi les dégâts des maladies cryptogamiques. En effet, Minton (1963 cité par Reddy, 1983), en disséquant les racines d'un plant de coton imprégnées de *Fusarium oxysporum*, *F. vasinfectum* et *M. incognita acrita* a trouvé que le champignon se développe bien en se détachant de l'épiderme des cellules.

L'interaction entre *Meloidogyne*, *Fusarium*, *Verticillium* et *Phytophthora* constituent parfois des facteurs limitant d'une culture donnée (Dalmasso et al., 1985).

### 4. 2. Interaction des *Meloidogyne* avec les bactéries phytoparasites

La pénétration des bactéries telle que *Pseudomonas solanaceum* et *P. caryophili* sur œillet est favorisée par *Meloidogyne acrita* (Steward et Schinidler, 1956 cité par Dallil, 1999). Griffin (1968) a signalé également que *Agrobacterium tumefaciens* ne s'attaque à certaines variétés de framboisier qu'en présence de *Meloidogyne*.

### 4. 3. Interaction des *Meloidogyne* avec les Virus phytoparasites

Ryder et Grittendem (1969) ont signalé qu'il existe un synergisme entre les *Meloidogyne*

---

---

et le virus des tâches annulaires du tabac ; lorsque les plants de soja sont infestés par *Meloidogyne incognita* et ce virus les dommages causés aux plants augmentent.

Toutes ces interactions semblent dues aux changements biochimiques qu'induisent les *Meloidogyne* dans l'hôte par la formation de galles contenant des substances nutritives aux autres pathogènes (Lamberti et Taylor, 1979 ; Bird. et Warner, 1990).

## 5. Morphologie et cycle biologique

---

Le genre *Meloidogyne* renferme les espèces phytoparasites se développant à l'intérieur des racines de la plante hôte, ce sont donc des endoparasites sédentaires. Les *Meloidogyne* tiennent leur nom latin de la forme globuleuse de la femelle qui se présente comme une petite poire blanchâtre et fragile d'environ 1 mm de diamètre et que l'on trouve en disséquant une galle (Ritter, 1973), alors que les larves et les mâles sont de minuscules vers filiformes de 0,5 mm de diamètre et 1 à 2 mm de longueur (Appert et Deuse, 1982 ; Echeverria et Chaves, 1998).

Selon Ritter (1971) ; De Guiran (1979) les *Meloidogyne* déposent leurs œufs dans une masse gélatineuse qui les protègent, et les larves sortent tout de suite, sauf en cas de diapause pour gagner une nouvelle racine ou bien se développer sur place. Les larves libérées sont déjà parvenues au deuxième stade car la première mue s'étant opérée dans l'œuf (Fig. 3).

Les larves qui éclosent sont très actives. Elles se fauillent dans la terre à la recherche de jeunes radicelles et pénètrent immédiatement dans les tissus racinaires où elles achèvent leur développement en passant par quatre mues jusqu'au stade adulte (Strling et Watchel, 1985). Les galles formées sont de différentes tailles et formes (Ingham, 1990 ; Echeverria et Chaves, 1998).

Les mâles quittent alors les racines et retournent dans le sol, tandis que les femelles deviennent globuleuses et restent fixées (Taylor, 1968). Il faut noter que les œufs n'éclosent pas tous immédiatement. Un certain nombre n'éclosent que plusieurs mois après la ponte (De Guiran, 1983).

Les nématodes en particulier les *Meloidogyne* ont plusieurs modes de reproduction, le plus commun est l'amphimixie, mais beaucoup d'espèces phytophages sont parthénogénétiques (Dalmaso et al., 1985).

Les larves infestantes, (L2), sont capables de pénétrer dans la racine de la plante, au niveau de la zone d'élongation, et migrent à travers le système vasculaire de cette dernière (Wyss et al., 1992). La migration est effectuée par la combinaison de force mécanique à l'aide du stylet et la force enzymatique par la sécrétion des enzymes dégradantes de cellules à partir des glandes spécialisées (Smant et al., 1998).

Les femelles adultes de nématodes à galles ont pondu leurs œufs dans des masses gélatineuses, formant une masse d'œufs de 72 à 91 µm de longueur et 34 à 40 µm de diamètre (Zahid et al., 2001). Les femelles de *M. javanica* et *M. chitwoodi* pondent des œufs quand ils ont 18 à 20 jours et pondent presque 2000 œufs sur une période de plusieurs semaines à 26 °C (Ehwaeti et al., 1998). A la même température, la ponte prend

approximativement 11 jours (Trudgill, 1995 ; Ehwaeti et al., 1998)

Ritter et al. (1958 cité par Ritter, 1973) rapportent que la durée de développement d'une génération varie entre 25 et 90 jours dans les racines de tomate. La durée du cycle, le taux de multiplication et le nombre de génération sont la dépendance directe de plusieurs facteurs parmi lesquels nous retenons : la plante hôte l'humidité et la température. Bonnemaïson (1961) pense que le développement complet chez les *Meloidogyne* se fait en 25 à 40 jours, suivant la température. Il peut y avoir trois à dix générations par an.

Une température de 20 °C active fortement la mobilité des larves de *M. javanica* (Bird et Wallace, 1966). La durée du cycle biologique à 28 °C est comprise entre 21 et 25 jours (De Guiran et Ritter, 1979).

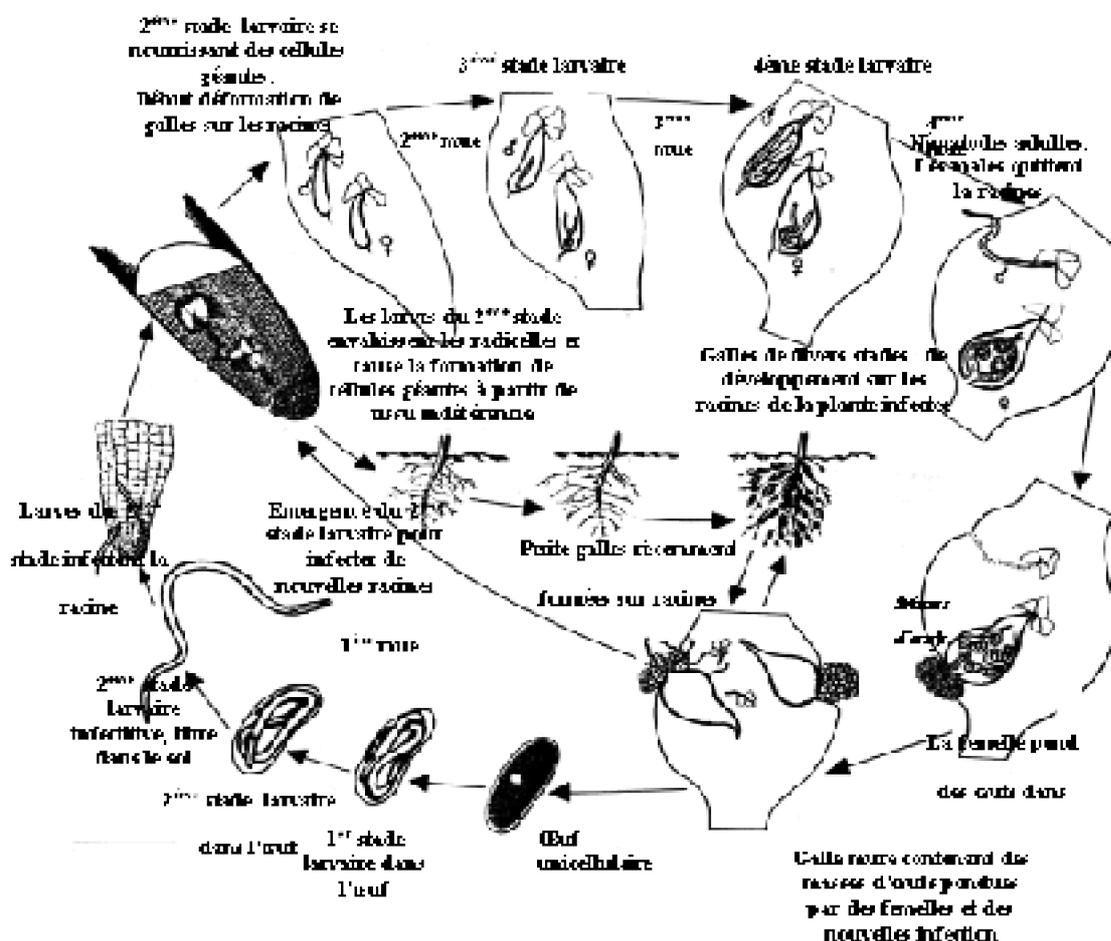


Figure 3: Cycle biologique des nématodes à galles (UIE, 1993).

---

## 6. Conditions de développement des nématodes à galles

---

### 6. 1. Température

La température a un effet considérable sur l'activité des *Meloidogyne*, sur l'éclosion, la reproduction, le mouvement et sur le cycle de développement. Un bon développement est observé à 25 °C, les basses et les hautes températures (5 °C et 40°C) inhibent leur activité (Cayrol, 1971 ; De Guiran, 1983 ; Talavera et al., 1999).

L'optimum du développement de *M. hapla* est 25 °C (Ekanayake , 1984). Ekanayake et Divito (1984) indiquent que les œufs de *Meloidogyne* éclosent facilement à une température de 15 à 25 °C. Ainsi Bird et Wallace (1966) signalent que 30 °C favorisent l'éclosion, 25 °C joue un rôle dans la mobilité et 25 à 30 °C pour la croissance.

### 6. 2. Humidité

Selon Bonnemaïson (1961), les larves de *Meloidogyne* peuvent survivre plusieurs mois dans les sols humides par contre leur vie est de quelques semaines dans les sols secs. Donc l'humidité est un facteur indispensable pour le développement des *Meloidogyne* et leur survie (Scotto La Massese, 1986 ; Goodell et Ferris, 1989).

L'activité des *Meloidogyne* augmente à une humidité variant entre 40 et 60 %, mais un sol saturé d'eau ou desséché limite la longévité des stades libres (De Guiran, 1971).

### 6. 3. pH

Le pH a une action sur la survie, l'éclosion des œufs ainsi que la reproduction des *Meloidogyne*. Selon Wallace (1966), le pH est compris entre 4 et 8. En effet, les larves de *M. incognita* et *M. javanica* présentent une éclosion maximale à un pH de 6,5 (Ritter, 1976 cité par Kellili, 1999).

D'après Jones (1982), l'infestation des *Meloidogyne* est toujours moins sévère en sol acide qu'en sol neutre ou alcalin.

### 6. 4. Eau

Les variations de la teneur en eau d'un sol ont une répercussion considérable sur la nématofaune (Cayrol, 1971), ainsi un excès d'eau peut gêner les mouvements des nématodes. L'eau est l'un des facteurs de propagation des *Meloidogyne* (Prot et Matias, 1995).

### 6. 5. Aération

La teneur d'un sol en gaz carbonique et en oxygène a une influence considérable sur la nématofaune (Cayrol, 1971). Un manque d'oxygène bloque les larves du premier stade et augmente le nombre d'œufs en diapause (De Guiran, 1979a).

## 6. 6.Pression osmotique

La pression osmotique du milieu agit différemment sur les diverses espèces des nématodes du sol. Certaines se trouvent stimulées, alors que le développement des autres est au contraire freiné (Cayrol, 1971).

## 6.7.Sol

Quelque soit leur groupe et leur parasitisme, les nématodes vivent en contact étroit avec le sol (Valloton, 1983). La texture du sol influe directement sur les déplacements et les mouvements des *Meloidogyne* qui fréquentent les couches arables surtout les horizons superficiels (Ritter, 1985). La texture argileuse du sol a un effet inhibiteur sur le développement de *Meloidogyne incognita* (De Guiran, 1979b).

Brown et Swain (1974 cité par Bachelier, 1978) ont montré que la structure, par l'instabilité des agrégats du sol peut devenir un facteur limitant dans la distribution des nématodes en déterminant une forte compacité des sols et un manque d'aération.

## 6. 8.Matière organique

Lors de sa décomposition, la matière organique libère des produits toxiques tels que l'acide butyrique entraînant une diminution de la population de nématodes (De Guiran, 1971).

## 6. 9.Plante-hôte

L'état physiologique de la plante-hôte a un effet sur la durée du cycle de développement des *Meloidogyne* (Bonnemaison, 1961). De nombreuses plantes par l'intermédiaire de leurs exsudats exercent sur les nématodes une attraction très nette ; ainsi l'éclosion des œufs de *Meloidogyne incognita* est inhibée par les exsudats racinaires (Dommergues et al., 1970). Cependant, le jus des racines résistantes (*Cornus florida*) diminue l'infection par *M. incognita* sur tomate (Sayre, 1971).

## 7. Dégâts dus aux *Meloidogyne*

---

Les nématodes puisent leur nourriture de la plante-hôte par le parasitisme. Les dégâts se manifestent par une baisse de rendement et une dépréciation de la production, par conséquent il y aurait une perte économique (Khan et Haider, 1991 ; Speijer, 2001).

Les nématodes à galles représentent une menace considérable pour la production de la pomme de terre en Californie. Les défauts (galles sur tubercules de pomme de terre) sont inacceptables pour le marché même avec un bas niveau d'infection. Si même un petit pourcentage de tubercules est endommagé, la récolte entière peut être dévaluée substantiellement ou peut être refusée (Ingham et al., 2004).

Les plantes attaquées par les *Meloidogyne* meurent parfois sans donner de récoltes quand le degré d'attaque est fortement élevé. Les pertes causées en Italie sous serres

---

sont évaluées à 60 % sur tomate, 60 % sur aubergine et 15 % sur poivron (Lamberti, 1981).

En Tunisie, B'Chir (1981) a révélé que 50 % des serres étaient infestées par *M. javanica*. Cette espèce est la plus redoutable en plein champ (Ighili, 1986).

En Algérie, l'évaluation de l'infestation des cultures maraîchères sous abris a montré que 65,8 % des serres prospectées sont infestées (Mokabli, 1988).

## Chapitre V : Méthodes de lutte contre les nématodes à galles

Bien que les *Meloidogyne* représentent un facteur limitant pour de nombreuses cultures des pays chauds et en particulier pour les cultures maraîchères de la zone intertropicale, aucune méthode de lutte est entièrement efficace (Wrather et Albers, 1992).

Les *Meloidogyne* ont la faculté de se reproduire rapidement, en très grand nombre, et d'attaquer une gamme d'hôtes extrêmement étendue, comprenant la plupart des plantes maraîchères (Wrather et Albers, 1992). Donc, la lutte consiste à maintenir la population à un seuil tolérable pour que la culture ne subisse pas de dommages sérieux (De Guiran, 1983).

### 1. Lutte culturale

---

Les méthodes culturales sont considérées comme les méthodes les plus anciennes. Elles présentent en effet certains avantages, elles sont faciles à réaliser et moins coûteuses (Minaud, 1972).

Les pratiques culturales englobent un ensemble de techniques, nous citons :

- la rotation des cultures avec des plantes non-hôtes, en tenant compte des espèces présentes et de l'état d'infestation du sol (Dalmasso et Missonier, 1986 ; Oka et Yermiyahu, 2002) ;
- l'élimination des mauvaises herbes entourant les parcelles de la tomate, car d'après Davis et Webster (2005), certaines espèces de mauvaises herbes peuvent héberger des *Meloidogyne incognita*, ce qui constitue par suite un risque d'infestation potentiel pour la culture ;
- le changement de la période des plantations (Roberts, 1987) ;
- l'utilisation des amendements organiques (Abubakar, 1999 cité par Abubakar et al., 2004) ;
- l'utilisation des variétés résistantes considérées comme méthode intéressante (Hartman, 1970 ; Jones et Dukes, 1980, Brown et al., 1991 cité par Rousselle et al., 1989).

## 2. Lutte chimique

---

Bien que certaines pratiques culturales puissent permettre l'atténuation de l'impact des nématodes, l'emploi des nématicides demeure le moyen de lutte le plus utilisé, le plus efficace, mais aussi le plus coûteux. Ces produits sont basés essentiellement sur l'utilisation des fumigants. Ceux-ci agissent par contact et protègent la plante des attaques précoces. La lutte chimique contre les nématodes du bassin arachidier au Sénégal par l'injection de Dichloropropane, à la dose de 22,5 Kg/ha (de la matière active) en dilution dans 100 l d'eau a permis une augmentation considérable du rendement (Garabedian et Hague, 1984 ; Baujard et al., 1987).

D'autres nématicides sont également utilisés dans la lutte contre ces nématodes. Ce sont des substances endotherapiques qui agissent généralement en inhibant la pénétration des nématodes dans les plantes hôtes. Ainsi, l'éthoprophos (Mocap), et le phenamiphos (Nemacur) sont très utilisés dans la lutte contre les nématodes (Garabedian et Hague, 1983).

En revanche, afin d'obtenir une production maximale, certains auteurs préconisent de fractionner les apports annuels de nématicides en trois applications ; celles-ci sont fonction des régimes des pluies du pays et des périodes de croissance racinaire du bananier (Garabedian et Hague, 1984).

D'autres auteurs recommandent l'utilisation des bionématicides, ainsi Mahajan et al. (1985) ont prouvé l'efficacité nématicide sur *Meloidogyne incognita* d'un certain nombre de composés phénoliques comprenant des composés mono-, di- et trihydroxylés des quinones et des acides aromatiques tels l'acide transcinnamique.

## 3. Lutte biologique

---

La lutte contre les nématodes phytoparasites est devenue difficile, ce qui est due à la diminution de l'efficacité des nématicides tel que le méthyle bromide (Oka et al., 2001 ; Dufour et al., 2003).

Les *Meloidogyne* ont des antagonistes dans le sol qui empêchent leur développement et limitent leur pullulation. Parmi les ennemis nous citons des plantes telles que la Tagete, *Tagetes sp.* (Gammers et Bakker, 1988 cité par Oka et al., 2001).

La lutte biologique par les champignons repose sur un principe simple : l'existence dans le sol de champignons qui ont la capacité de prendre au piège les nématodes et de s'en nourrir. C'est à la fin du XIXe siècle que les premiers d'entre eux ont été découverts et décrits. Ils diffèrent les uns des autres par leur mécanisme de piégeage : pièges en réseaux, en anneaux, en boutons collants ou en spires. Ces champignons, présents naturellement dans le sol, n'y sont pas en assez grande quantité (Cayrol, 1991).

Les champignons du genre *Arthrobotrys*, commercialisé sous le nom de R350, sont utilisés dans la lutte contre les *Meloidogyne* (Cayrol, 1983). Les champignons nématicides tels que la moisissure *Paecilomyces lilacinus* qui parasite les oeufs de *Meloidogyne incognita* sur la pomme de terre est relativement efficace.

---

Le champignon a réduit le développement de la population du nématode du réniforme (*Rotylenchus reniformis*) sur tomate (Sherf et MacNab, 1986). De nouvelles recherches se font sur les toxines de certains champignons actifs sur les larves ou les œufs, à titre d'exemple, les travaux de Cayrol (1989) qui signale que les filtrats des cultures de *Fusarium oxysporum* et *F. solani* ont une action prépondérante sur les larves de *Meloidogyne*, ainsi que les filtrats d'*Aspergillus niger* et *Paecilomyces lilacinus* qui inhibent l'éclosion des œufs des *Meloidogyne* (Hammache, 1994).

La lutte est aussi possible par l'utilisation de bactéries, telle que *Pasteuria penetrans*, cette dernière présente un cycle biologique parfaitement synchrone de celui de ses hôtes. Après adhésion, dans le sol, de ses spores libres sur la cuticule des nématodes, un tube germinatif mycélien est émis dans la cavité générale de l'hôte où il se ramifie et finit par sporuler au détriment de la reproduction du nématode qui ne produit plus d'œuf et meurt (Sayre et Starr, 1988 ; Giannakou et al., 1997 ; Netscheret et Duponnois, 1998 ; Carneiro et al., 1999).

#### 4. Lutte physique

---

Les agents physiques de lutte contre les *Meloidogyne* sont nombreux (désinfection à la vapeur, inondation des sols infestés, trempage à l'eau chaude du matériel de plantation).

Le procédé le plus courant est la désinfection du sol à la vapeur. Cette méthode a l'avantage de détruire, outre les nématodes, les semences des mauvaises herbes et certains champignons terricoles. De plus, le sol peut être mis en cultures rapidement après le traitement (Harranger, 1971 ; Dunn, 1999).

Aux agents physiques précités, on peut ajouter la solarisation du sol appelé également « Mulching » ou désinfection solaire qui est une méthode physico-biologique qui est utilisée pour lutter contre les maladies telluriques des plantes cultivées telles que champignons, bactéries et nématodes (Stephan, 1983 ; Bourbos et Skoudridakis, 1988 cité par Zemouri, 1995).

#### 5. Lutte par utilisation des variétés résistantes

---

La résistance génétique est la stratégie la plus favorable dans la lutte contre les nématodes à cause de son effet non destructeur de l'environnement (Sasser et Kirby, 1979). Mais un gène de résistance ne concerne jamais un ensemble de nématodes phytoparasites (Bernhard et al., 1985). La résistance du végétal ou son acceptation s'établissent à tous les niveaux de l'interaction, depuis le contact avec la surface des racines jusqu'à l'installation de la larve et son développement (Dalmaso et al., 1985).

Concernant la résistance chez les Solanacées, un seul gène dénommé Mi, composé d'un ensemble de gènes étroitement liés suffit pour rendre la tomate résistante aux *Meloidogyne*, excepté *Meloidogyne hapla* (Berge et al., 1971 ; Harranger et al., 1971).

Williamson (1998) confirme que ce même gène confère la résistance à la pomme de terre contre les aphides et que d'autres gènes différents de Mi, dont les propriétés et la position génétique, sont identifiés dans *Lycopersicon pervianum* et constituent une source

de résistance contre les nématodes à galles chez la tomate, etc. chez d'autres cultures. En effet, M 1 est un gène de résistance contre les *Meloidogyne spp.* chez *Lycopersicon pervianum* est introduit dans la tomate *Lycopersicon esculentum* (Vos et al., 1998).

Des études récentes montrent que le gène Mi est responsable de la résistance contre les nématodes à galles et le gène M1 responsable de la résistance contre les aphides chez la tomate sont les mêmes et confèrent tous deux une résistance vis-à-vis des nématodes et des aphides (Rossi et al., 1998).

La réponse des variétés résistantes notamment celles de la tomate se traduisent par des zones nécrotiques localisées au niveau des racines ce qui empêche la formation des tissus nourriciers (Abad et Mugniery, 1998). Cette réaction d'hypersensibilité est similaire chez la pomme de terre à l'égard de *Globodera rostochiensis*, mais cette résistance peut être perdue progressivement suite à une augmentation de la température en allant de 28 °C à 33 °C à laquelle 87 % des larves ont pu se développer en adultes (Berge et al., 1971).

## 6. Lutte intégrée

---

La protection intégrée des cultures (*Integrated Pest Management- IPM*) est une vision qui s'inscrit délibérément dans une perspective d'agriculture durable.

La lutte intégrée veut combiner de manière rationnelle les différentes stratégies de protection des cultures (lutte chimique, lutte génétique, lutte culturale, lutte physique et lutte biologique) dans le but d'optimiser la relation entre la production (tant en terme quantitatifs que qualitatifs) et les coûts directs et indirects qu'elle entraîne (Oduor-Owino et al., 1996 ; Hopknis et al., 2003). Selon Morand (2002), pour bien maîtriser et intégrer toutes les méthodes de lutte disponible, il est indispensable de maîtriser la biologie et l'épidémiologie de chaque espèce de nématode.

# Matériels et méthodes

## Chapitre I : Répartition des *Meloidogyne* dans le littoral algérois

L'objectif de la première partie de notre étude consiste à effectuer une prospection dans les régions à vocation maraîchère du littoral algérois afin d'établir une cartographie de la répartition des nématodes du genre *Meloidogyne* au niveau de cette zone. Par le biais d'un questionnaire, nous avons essayé d'illustrer les facteurs agronomiques dont la culture de la tomate est pratiquée dans les différentes exploitations visitées ; dans le but de faire la relation entre ces facteurs et l'état de l'infestation.

### 1. Présentation de la région prospectée

---

#### 1.1. Localisation géographique

La région d'étude s'étend sur trois wilayas du littoral algérois (Boumerdes, Alger et Tipaza) ; elle est limitée au nord par la mer méditerranéenne, au sud par les wilayas : Bouira, Médéa et Aïn Defla, à l'est par la wilaya de Tizi-ouzou et à l'ouest par la wilaya de Chlef (Fig. 4).

## 1.2. Importance de la culture de tomate et de la pomme de terre dans la région d'étude

Pendant la dernière décennie, la culture de la tomate a occupé une superficie annuelle moyenne de 475,85 ha soit 16,38 % de la superficie nationale avec une production moyenne de 31 7702,21 qx /an soit 31,60 % de la production nationale totale (Tab. 6).

La pomme de terre occupe une superficie moyenne de 3 927,5 ha évaluée à 49,95 % de la superficie totale (données recueillies entre 1994 à 2004), avec une production de 50 5342,33 soit 58,43 % de la production nationale (Tab. 7).

Culture Wilaya	Tomate			
	Superficie (ha)	%/superficie nationale	Production (qx)	%/ Production nationale
Boumerdes	78,2	2,72	51261	9,29
Alger	46,9	1,63	24 542,80	2,5
Tipaza	350,75	12,20	201 898,41	20,57
<b>Total</b>	<b>475,85</b>	<b>16,38</b>	<b>31 7702,21</b>	<b>31,69</b>

Tableau 6 : Importance de la culture de la tomate dans la région d'étude sur 10 ans (M.A.D.R, 2004).

Culture Wilaya	Pomme de terre			
	Superficie (ha)	%/superficie nationale	Production (qx)	%/ Production nationale
Boumerdes	2062,5	26,23	264 934,16	30,94
Alger	384,35	4,88	58 177	6,75
Tipaza	1 480,75	18,83	182 234,16	21,28
<b>Total</b>	<b>3927,5</b>	<b>49,95</b>	<b>505 342,33</b>	<b>58,43</b>

Tableau 7 : Importance de la culture de la pomme de terre dans la région d'étude sur 10 ans (M.A.D.R, 2004).

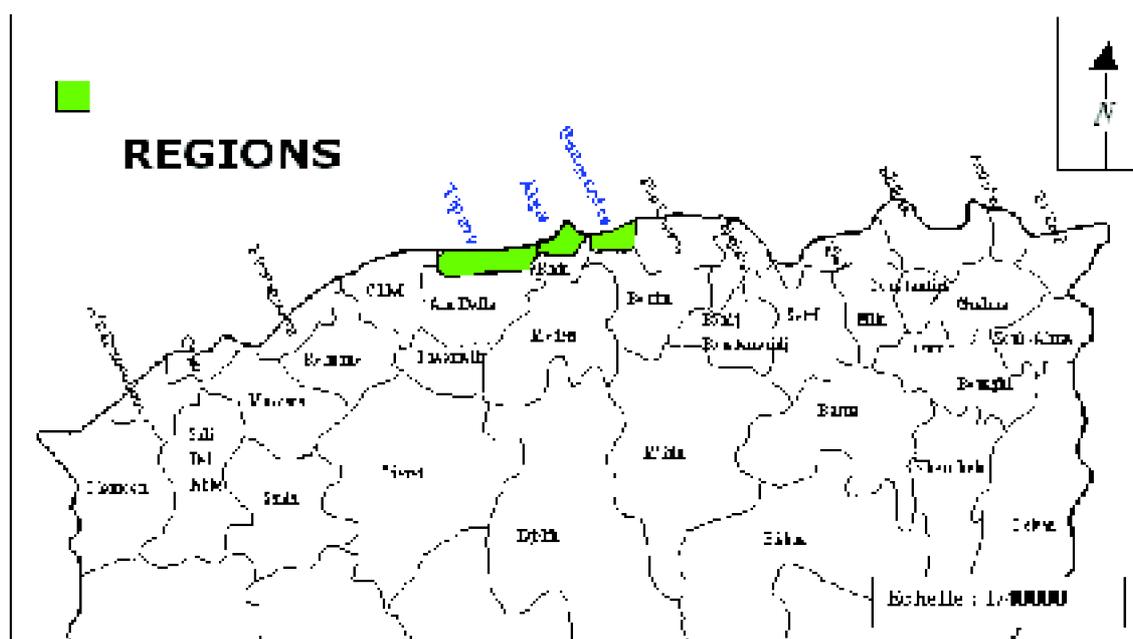


Figure 4 : Carte représentative des régions prospectées au littoral algérois

## 2. Prospection

La prospection a été réalisée sur la culture de tomate durant la campagne agricole 2004 / 2005 sur une période qui s'étale de la fin septembre 2004 à la fin janvier 2005. Elle couvre principalement les zones de la culture de la tomate de trois wilayas du littoral algérois, répartie sur le transect : Boumerdes-Alger-Tipaza. A Boumerdes, la prospection a concerné 9 zones avec 60 exploitations comportant 421 serres et 11 ha de culture de la tomate de plein champ (Tab. 8 ; Fig. 5) ; quant à Alger, 60 exploitations réparties sur 7 régions, comptant 71 serres et 117 ha de plein champ (Tab. 9, Fig. 6) ; enfin à Tipaza, elle a couvert 6 zones avec un total de 60 exploitations dont 319 serres et 36,25 ha de plein champ (Tab. 10, Fig.7).

La prospection est effectuée en fin de culture afin de détecter la présence de symptômes (galles) dus aux *Meloidogyne*.

	Zones	Exploitations (Nombre)	Culture prospectée	
			Plein champ (ha)	Sous serre (Nombre de serre)
<b>Boumerdes</b>	Zemmouri	4	9	25
	Cap Djinet	9	0	103
	Bordj Mzaïel	11	8,5	55
	Isser	4	5,5	13
	Si Mustapha	3	2	23
	Sidi Daoud	2	0,25	27
	Baghia	5	4,5	23
	Legata	9	4,25	66
	Fauurga	7	4,75	27
	<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>11</b>	<b>421</b>

zones de Boumerdes.

Tableau 8 : Culture de tomate prospectée en plein champ et sous serre dans les zones de Boumerdes.

	Zones	Exploitations (Nombre)	Culture prospectée	
			Plein champ (ha)	Sous serre (Nombre de serre)
<b>Alger</b>	Aïn -Taya	7	1,75	24
	Reghaia	10	2	27
	Dar El Beïda	6	30,50	0
	Gue de Constantine	4	2,50	6
	Stanneli	15	26,50	0
	Zéralda	10	19,35	14
	Douera	8	28,50	0
	<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>117</b>	<b>71</b>

Tableau 9 : Culture de tomate prospectée en plein champ et sous serre dans les zones d'Alger.

	Zones	Exploitations (Nombre)	Culture prospectée	
			Plein champ (ha)	Sous serre (Nombre de serre)
Tipaza	Nador	15	14,5	83
	Ain Tagourait	9	2	27
	H'itarba	10	4,5	41
	Meurad	12	3	52
	Kloéa	6	6,5	48
	Cherchell	8	5,5	68
	<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>36,25</b>	<b>319</b>

Tableau 10 : Culture de tomate prospectée en plein champ et sous serre dans les Zones de Tipaza.

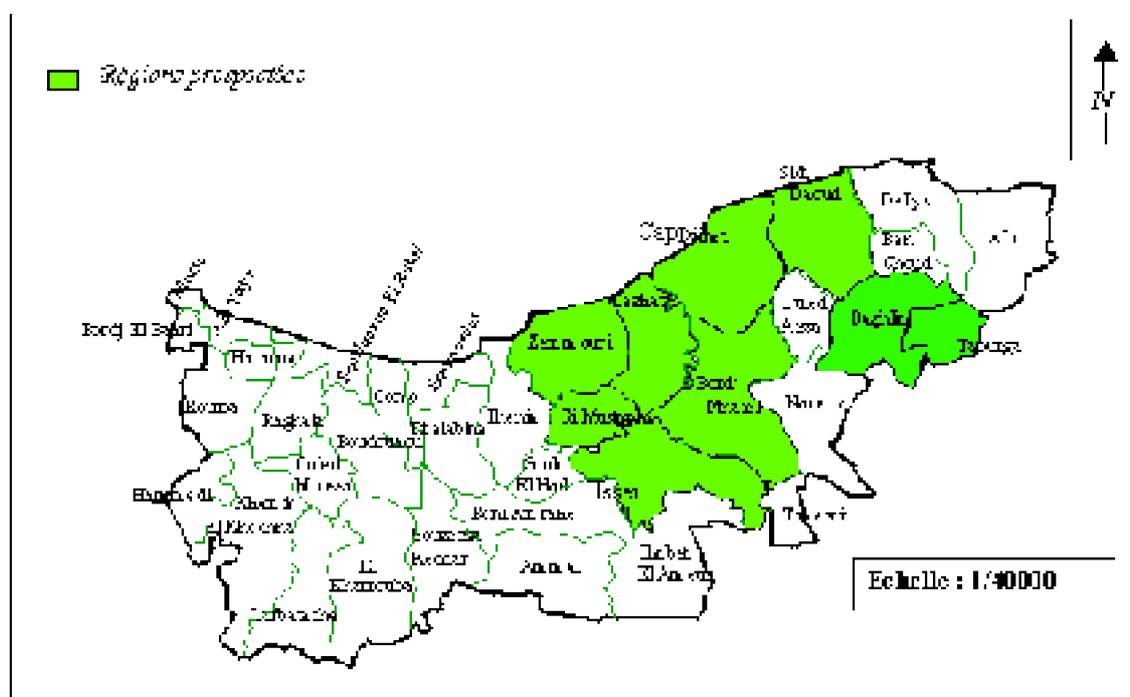


Figure 5 : Carte représentative des régions prospectées au niveau de la wilaya de Boumerdes.



L'objectif de notre enquête est de mettre en évidence l'impact des pratiques culturales sur l'état d'infestation par les *Meloidogyne*.

### **3.1. Mode de conduite de la culture**

La tomate est le principal légume consommé frais. La culture de la tomate est conduite sous serre et en plein champ ce qui permet l'obtention des légumes tout au long de l'année.

Notre travail consiste à évaluer l'importance de chaque mode de conduite dans la région d'étude.

### **3.2. Variétés utilisées**

Les variétés hybrides présentant des résistances sont à privilégier, si elles fournissent un produit qui répond aux exigences commerciales, car elles permettent de limiter les interventions chimiques (Grasselly et al., 2000).

Durant la prospection, nous avons évalué l'importance des variétés hybrides et fixes, cultivées dans le littoral algérois.

### **3.3. Mode d'irrigation**

L'irrigation a pour objectif de satisfaire les besoins immédiats en eau des plantes ; d'assurer un bon équilibre air/eau dans le substrat, de maintenir dans le milieu racinaire une teneur satisfaisante en éléments minéraux (Grasselly et al., 2000). D'après Rapilly (1990), les parasites et les épidémies qu'ils provoquent requièrent au moins une séquence du cycle de base de l'eau liquide ou vapeur. Ce facteur, qui peut être limitant, est donc un élément essentiel à la compréhension des épidémies.

Lors de notre enquête dans le littoral centre, nous avons mentionné les modes d'irrigations appliqués et l'importance de chaque mode sur la culture de la tomate.

### **3.4. Précédent cultural**

Selon les régions et le type d'agriculture, les rotations ont été pratiquées tout d'abord en vue d'utiliser rationnellement le sol et de préserver sa fertilité physique et chimique (Semal, 1989). En phytopathologie, la rotation culturale consiste à introduire la culture des plantes non-hôtes appartenant à d'autres familles botaniques autres que la culture pratiquée. Celle-ci réduit considérablement les populations annuelles de nématodes (Rivoal, 1988).

Cette étude nous a permis d'évaluer l'importance de l'application de la rotation agricole dans les régions prospectées du littoral algérois. Cette évaluation s'est effectuée par l'enregistrement de la culture pratiquée avant la culture de la tomate.

### **3.5. Provenance des plants**

La qualité des plants autant que celle des semences constituent un gage de bon

développement de la culture (Grasselly et al., 2000). D'après Semal (1989), les mesures phytosanitaires visent à prévenir l'introduction d'agents pathogènes ou de leurs vecteurs dans les cultures.

Le transport des plants d'une exploitation à l'autre et d'une région à l'autre, pourrait être un facteur potentiel de la dissémination des *Meloidogyne* ; par notre investigation dans le littoral algérois, nous avons essayé d'estimer le taux de l'introduction des plants dans les exploitations visitées.

### **3.6. Traitements nématicides**

Les nématicides sont les plus employés, les plus efficaces, les plus onéreux également, et ils ne sont utilisables que sur les cultures dont le rendement financier à l'hectare est élevé (De Guiran et Netscher, 1970).

L'évaluation des traitements dans la région d'étude consiste à noter la présence ou l'absence de ces traitements dans chacune des exploitations visitées.

### **3.7. Infestation**

L'infestation est détectée, après échantillonnage, par la présence de galles aux niveaux des racines sous forme de galles de différentes tailles (Fig.8).

L'échantillonnage consiste à prélever la partie racinaire des plants de tomate. Pour la culture conduite sous serre, le nombre de prélèvements est de 20 plants par serre. Ils sont réalisés suivant les deux diagonales de chaque serre. Alors que pour la culture en plein champ, le nombre de plants prélevés est fonction la superficie de la parcelle. Dans les parcelles ayant la superficie de 0,25 à 1 ha, le nombre des prélèvements est de 30 plants par parcelle, et de 60 à 100 plants dans les parcelles de 1,5 ha et plus.



Figure 8 : Galles dues aux *Meloidogyne* observées sur racines de tomate (G : galles).

## Chapitre II : Comportement de la pomme de terre vis-à-vis des *Meloidogyne*

La sélection pour la résistance génétique constitue la méthode de lutte la moins contraignante pour l'agriculteur et la moins polluante pour l'environnement. Pour cette raison, la deuxième partie de notre travail consiste à tester le comportement de 7 variétés de pomme de terre vis-à-vis des *Meloidogyne*.

L'étude du comportement des variétés testées à l'égard de ces parasites est basée sur trois indices :

- la fréquence des plants infestés pour chaque variété ;
- la durée du cycle biologique du parasite ;
- l'importance des galles et des femelles mûres à la fin des observations.

### 1. Protocole expérimental

## **1.1. Préparation de l'inoculum**

### **1.1.1. Récolte des échantillons**

L'inoculum utilisé dans notre étude est originaire de la commune de Zéralda (Alger), les échantillons récoltés sont composés de racines portant des galles de différents diamètres (Fig. 8). Ils sont prélevés d'une manière aléatoire couvrant le maximum de la superficie de l'exploitation.

Les échantillons ainsi prélevés sont misent en sacs en papier, munis d'une étiquette portant les informations suivantes :

- le nom de la zone du prélèvement ;
- la date du prélèvement.

Au laboratoire, les échantillons sont placés au réfrigérateur pour être utilisés comme source d'inoculum.

### **1.1.2. Technique d'extraction des masses d'œufs**

Les racines précédemment conservées sont découpées en fragments et rincées délicatement à l'eau courante, afin d'éliminer les résidus du sol.

Cette opération facilite l'observation des masses d'œufs sous la loupe binoculaire, et par conséquent leur isolement. Les fragments sont mis dans des boîtes de Pétri en verre contenant une petite quantité d'eau pour empêcher le dessèchement des masses d'œufs. Les masses d'œufs sont récoltées à partir des galles à l'aide d'une épingle entomologique, sous loupe binoculaire.

### **1.1.3. Incubation des masses d'œufs**

Les masses d'œufs ainsi récoltées sont mises à éclore dans des éclosiers constitués de tamis de 2 cm de diamètre et de 1 cm de hauteur (Fig. 9) ; ces tamis sont placés dans de petits récipients contenant de l'eau pour humecter les masses d'œufs.

L'incubation des masses d'œufs est effectuée dans une étuve à une température de 25°C. Les larves obtenues sont transférées dans de petites fioles contenant de l'eau et conservées à une température de 25 °C, afin d'être utilisées lors des inoculations des plantules.

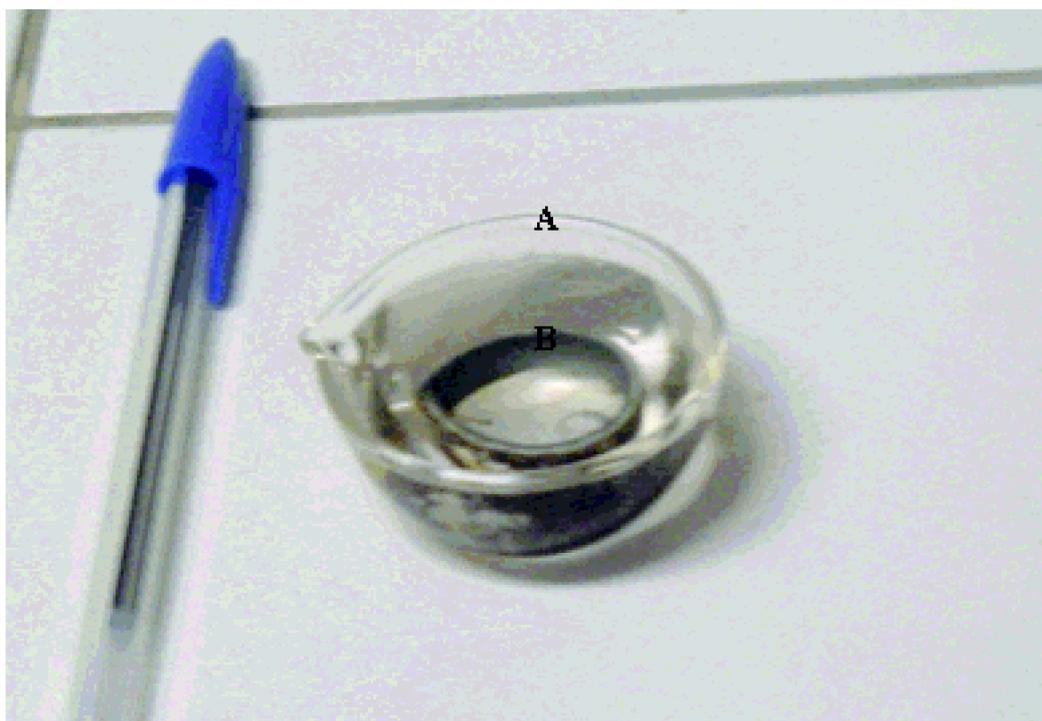


Figure 9 : Eclosoir utilisé pour l'incubation des masses d'œufs des *Meloidogyne* (A : Récipient, B : Tamis).

## 1.2. Préparation du matériel végétal

### 1.2.1. Choix des variétés

La visite de 27 magasins de produits agricoles, nous a permis de choisir 5 variétés à peau blanche (Timate, Atlas, Arinda, Spunta et Safrane) et 2 variétés à peau rouge (Désirée et Margarita).

Le choix de ces variétés est basé sur les critères suivants : la disponibilité sur le marché (Atlas, Timate, Arinda et Spunta suite); La sensibilité connue de la variété Désirée en comparaison avec d'autres variétés vis-à-vis des *Meloidogyne* ;l'introduction récente dans le marché national des variétés Margarita et Safrane.

### 1.2.2. Préparation des plantules

Les plantules sont obtenues à partir du repiquage des bourgeons découpés de tubercules de pomme de terre des différentes variétés. Ces bourgeons sont transférés dans des boîtes transparentes d'environ 5cm de diamètre et 8cm de hauteur, contenant de la tourbe stérilisée ; à raison d'un bourgeon par boîte, et de 10 boîtes par variété. Chacune des boîtes est étiquetée portant les mentions suivantes :

- la date de repiquage;
- le nom de la variété;

- la date de l'inoculation.

La transparence des boîtes facilite l'observation des racines qui tapissent leur surface.

Les boîtes ainsiensemencées par les bourgeons de pomme de terre sont mises en incubation à la température de 25 °C pendant 7 jours, le temps d'émission de racines selon le dispositif expérimental suivant (Fig. 10).

Afin d'éviter d'éventuelles contaminations des plantules, par des champignons, cette opération s'est faite dans des conditions d'asepsie.

### 1.2.3. Inoculation

Les plantules ainsi préparées sont inoculées à l'âge de 7 jours. L'inoculation est effectuée à raison de 300 larves infestantes de *Meloidogyne* par plantule. Le comptage des larves est effectué par le transfert des gouttelettes, de la solution eau - nématode, dans des boites de Pétri quadrillées.

Cet inoculum est déposé à l'aide des pipettes Pasteur au contact du collet des plantules.

### 1.3. Incubation

Les plantules ainsi inoculées par les larves du deuxième stade des *Meloidogyne*, sont incubées à une température de 25 °C, dans un incubateur, pendant toute la durée du test (Fig. 11).



*Figure 11 : Incubation des plants inoculés par les larves L2 des *Meloidogyne* dans une étuve de 25 °C.*

#### **1.4. Observations**

Après inoculation de 300 larves infestantes de *Meloidogyne*, une série d'observations a été réalisée sur l'ensemble des boîtes mises en incubation, il s'agit de :

- la vitesse d'apparition des galles ;
- la vitesse d'apparition des masses d'œufs ;
- la vitesse de maturation des masses d'œufs ;
- le nombre de galles et le nombre de femelles mûres à la fin des observations sur chaque variété.

Ces observations permettent de déterminer la durée du cycle biologique ainsi que le degré de sensibilité de chaque variété testée.

**Infestation de quelques régions du littoral centre par les nématodes à galle.**

---

# Résultats et discussions

## Chapitre I : Répartition des *Meloidogyne* dans le littoral algérois

### 1. Résultats de la prospection

---

#### 1.1. Etat d'infestation des zones prospectées

Nos observations effectuées au niveau des racines de plantes de tomate dans les différentes zones du littoral centre, nous a permis d'établir une cartographie de la répartition géographique des nématodes à galles au niveau de ce dernier. Cette infestation est mise en évidence par le biais d'un échantillonnage aléatoire.

A Boumerdes, l'infestation est constatée dans 1 exploitation parmi les 60 prospectées, soit 1,66 % (Fig. 12). A Alger, nous l'avons inventorié dans 38 sur les 60 parcelles examinées soit 63,33 % (Fig. 13). A Tipaza, l'infestation est localisée dans 15 exploitations (25 %) (Fig. 14).

A l'échelle des trois wilayas, l'infestation a été décelée dans 54 parcelles parmi 180



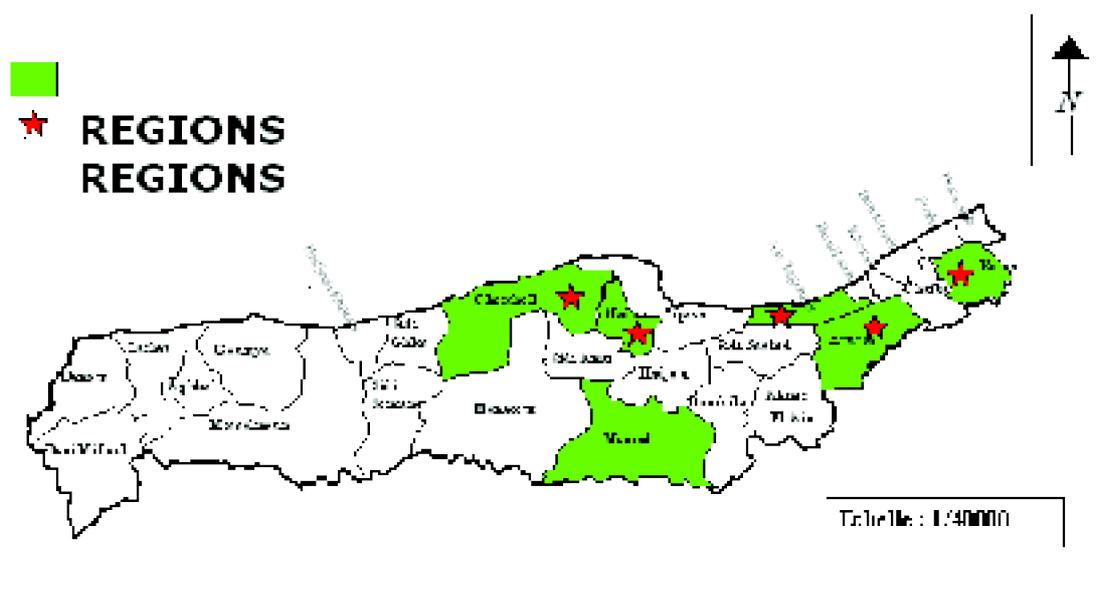


Figure 14 : Carte représentative des régions infestées par les Meloidogyne à Tipaza.

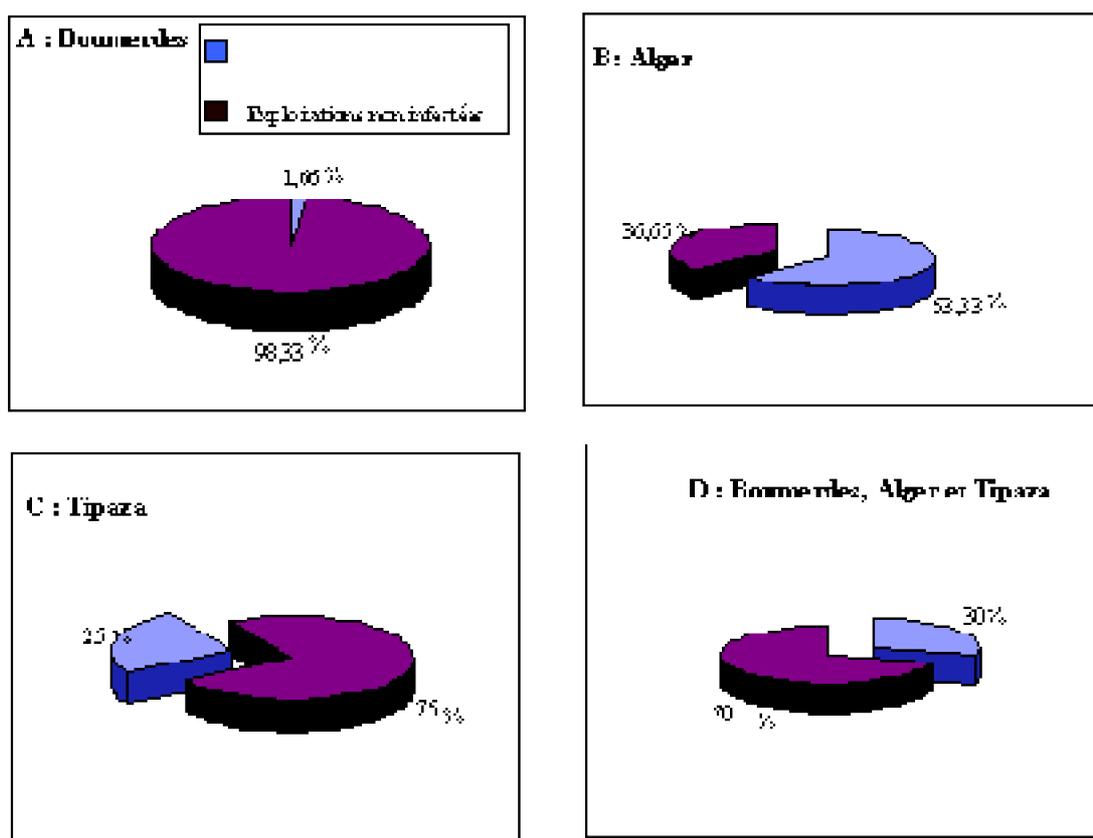


Figure 15 : Importance de l'infestation par les nématodes à galles dans les différentes zones prospectées.

### 1.1. Mode de conduite de la culture

A Boumerdes, la prospection a indiqué que la culture de la tomate est conduite sous serre dans 38 exploitations soit un taux de 61,66 %. Cependant, à Alger et Tipaza c'est la culture de plein champ qui domine avec respectivement 49 parcelles (81,66 %) et 36 parcelles soit 60 %.

Dans l'ensemble des zones qui ont fait l'objet d'une prospection, nous remarquons la dominance du mode de conduite de plein champ avec 108 sur 180 parcelles soit 60 % de toutes les exploitations visitées (Fig. 16).

L'infestation est présente dans les deux modes de conduite. Sur les 108 parcelles conduites en plein champ nous avons enregistré l'infestation dans 45 parcelles, tandis que 9 exploitations sur 72 sont infestées où la tomate est conduite sous serre (Tab. 12).

Wilayas	Nombre d'exploitations	Mode de conduite			
		Plein champ		Sous serre	
		Nbre Exp.	Exp. Infes.	Nbre Exp.	Exp. Infes.
<b>Boumerdes</b>	60	23	0	37	1
<b>Alger</b>	60	49	36	11	2
<b>Tipaza</b>	60	36	9	24	6
<b>Total</b>	<b>180</b>	<b>108</b>	<b>45</b>	<b>72</b>	<b>9</b>

**Nbre :** Nombre

**Exp. :** Exploitation

**Infes. :** Infestation

Tableau 12 : Importance de l'infestation par rapport au mode de conduite

## 1.2. Type de variété cultivée

Le type de la variété de tomate cultivée dans l'ensemble des exploitations sous serre est l'hybride. L'examen de la figure 17 montre que les variétés de tomate cultivée du type fixes sont faiblement représentées. A Boumerdes, elles sont cultivées dans 9 parcelles soit un taux de 15 % des 60 parcelles prospectées. A Alger, nous avons enregistré 3 parcelles uniquement soit 5 % ; alors qu'elles sont absentes à Tipaza. Cela nous donne un ensemble de 12 parcelles au niveau de tout le littoral algérois où nous avons trouvé que la tomate cultivée est du type fixes soit 6,66 %.

Cette enquête nous a permis de constater que les symptômes dus aux nématodes à galles sont présents seulement sur les variétés hybrides, ce qui montre la sensibilité de ces dernières vis-à-vis des nématodes à galles (Tab. 13).

Wilayas	Nombre d'exploitations	Variété cultivée			
		Variétés fixes		Variété hybride	
		Nbre Exp.	Exp. Infes.	Nbre Exp.	Exp. Infes.
Boumerdes	60	8	0	52	1
Alger	60	4	0	56	38
Tipaza	60	0	0	60	15
<b>Total</b>	<b>180</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>168</b>	<b>54</b>

Nbre : Nombre      Exp. : Exploitation      Infes. : Infestation

Tableau 13 : Importance de l'infestation par les *Meloidogyne* des variétés de tomate cultivées en fonction des zones prospectées.

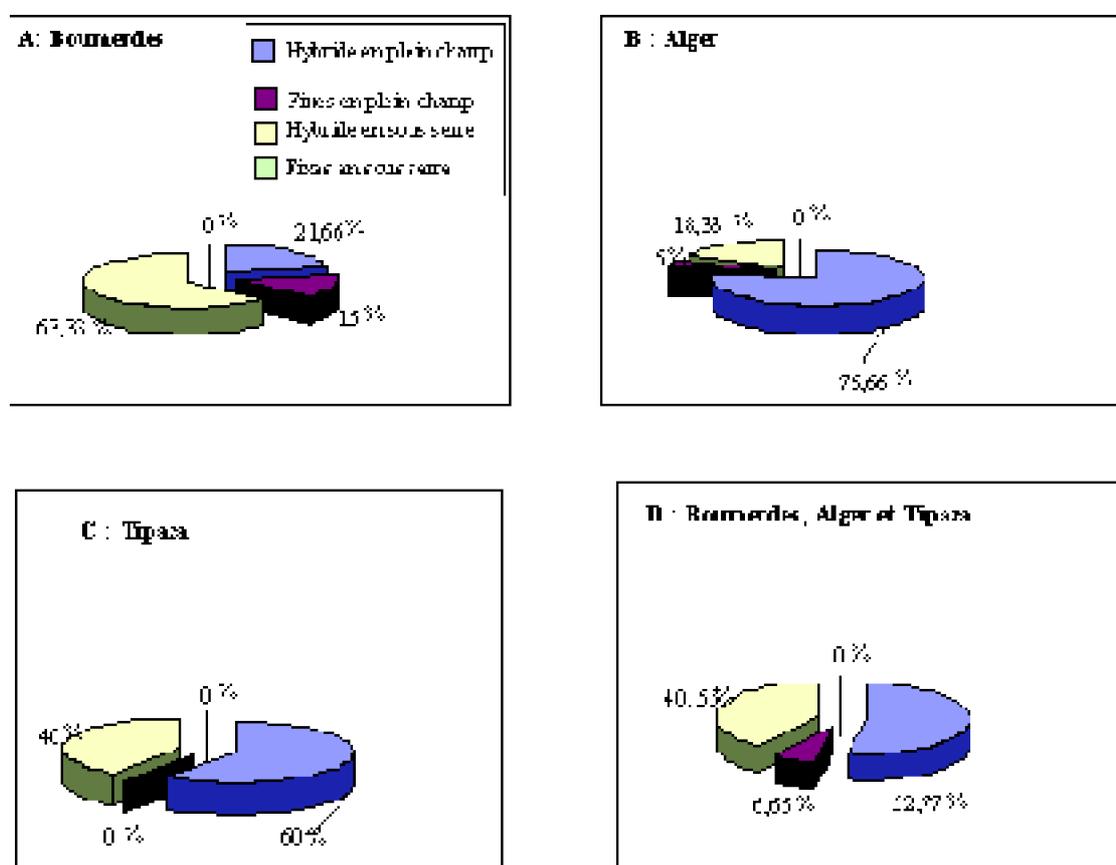


Figure 17: Types de variétés de tomate cultivées dans les différentes zones de la région d'étude.

### 1.3. Mode d'irrigation

Lors de la prospection, nous avons constaté qu'il y a trois modes d'irrigation (goutte à goutte, rigole et aspersion) appliqués sur la culture de la tomate.

Dans les zones prospectées à Boumerdes, le mode d'irrigation par rigole est appliqué dans 54 parcelles soit de 90 %. A Alger et Tipaza, l'irrigation par goutte à goutte est enregistrée dans 80 % et 100 % respectivement des parcelles prospectées (Fig. 18).

Ainsi, cette figure indique que 113 parcelles sur les 180 examinées, sont conduites avec une irrigation localisée soit de 62,77 %. L'irrigation par aspersion est indiquée dans une seule parcelle soit de 1,66 %, de toutes les parcelles prospectées à Boumerdes et 0,55 % de l'ensemble des exploitations visitées au niveau du littoral centre.

L'effet de l'irrigation par aspersion n'a pas été signalé sur l'infestation par les nématodes à galles. Cependant, elle est déconseillée sur les cultures maraîchères notamment la tomate, suite à ses effets qui favorisent le développement de plusieurs maladies d'origine bactérienne et cryptogamique. D'après Corbaz (1990), l'eau libre présente à la surface des plantes et la vapeur d'eau de l'air provenant de l'irrigation en aspersion à une influence sur le développement des maladies du feuillage. Cette influence s'exerce principalement durant les premières étapes de l'infection par les bactéries et les champignons parasites, notamment lors de la germination des spores fongiques et de la pénétration de leur tube germinatif. Ainsi, elle favorise la propagation de ces maladies, car une goutte d'eau de 5 mm de diamètre qui s'écrase sur une suspension de spores de 0,1 mm d'épaisseur s'étale en quelques 5 000 gouttelettes (dont les diamètres varient de 2,4 à 5  $\mu\text{m}$ ) qui rebondiront en emportant des spores sur des distances atteignant jusqu'à 1 m, c'est le cas du mildiou (*Phytophthora infestans*) sur la culture de la tomate et de la pomme de terre.

L'irrigation par écoulement dans la raie (rigole) peut jouer un rôle particulièrement important dans le transport des organismes pathogènes du sol d'une parcelle infestée vers une autre saine, c'est le cas des *Meloidogyne*. Page et al. (1979 cité par Prot et Matias, 1995) ; Cuc et Prot (1992) et Semal (1989) indiquent que le type d'irrigation à la raie, constitue un facteur de propagation des *Meloidogyne*. En effet, sont importants sous ce type sur la culture du riz au Bangladesh et au Vietnam.

Tandis que, l'irrigation en goutte à goutte (irrigation localisée) est très intéressante du point de vue phytosanitaire, car elle limite la propagation des agents pathogènes des cultures (Hopkins et al., 2003).

L'examen du tableau 14 nous a montré que l'infestation est très importante dans les zones où le mode d'irrigation par goutte à goutte est dominant (Alger et Tipaza). Cela peut être expliqué par l'installation des *Meloidogyne*, sous l'effet de différents facteurs, avant l'application de ce type d'irrigation.

Par contre, l'infestation à Boumerdes est absente où le type d'irrigation par rigole ou à la raie est pratiqué ; néanmoins ce mode d'irrigation pourrait participer à une éventuelle expansion des nématodes à galles d'une parcelle infestée vers une autre indemne.

Wilayas	Nombre d'exploitations	Type d'irrigation/Infestation					
		G/G		Rigole		Aspersion	
		Nbre Exp.	Exp. Infes.	Nbre Exp.	Exp. Infes.	Nbre Exp.	Exp. Infes.
Boumerdes	60	3	1	34	1	1	0
Alger	60	48	38	12	7	0	0
Tipaza	60	60	15	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>180</b>	<b>113</b>	<b>54</b>	<b>66</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Nbre : Nombre      Exp. : Exploitation      Infes. : Infestation.

Tableau 14 : Importance de l'infestation par les Meloidogyne par rapport au mode d'irrigation.

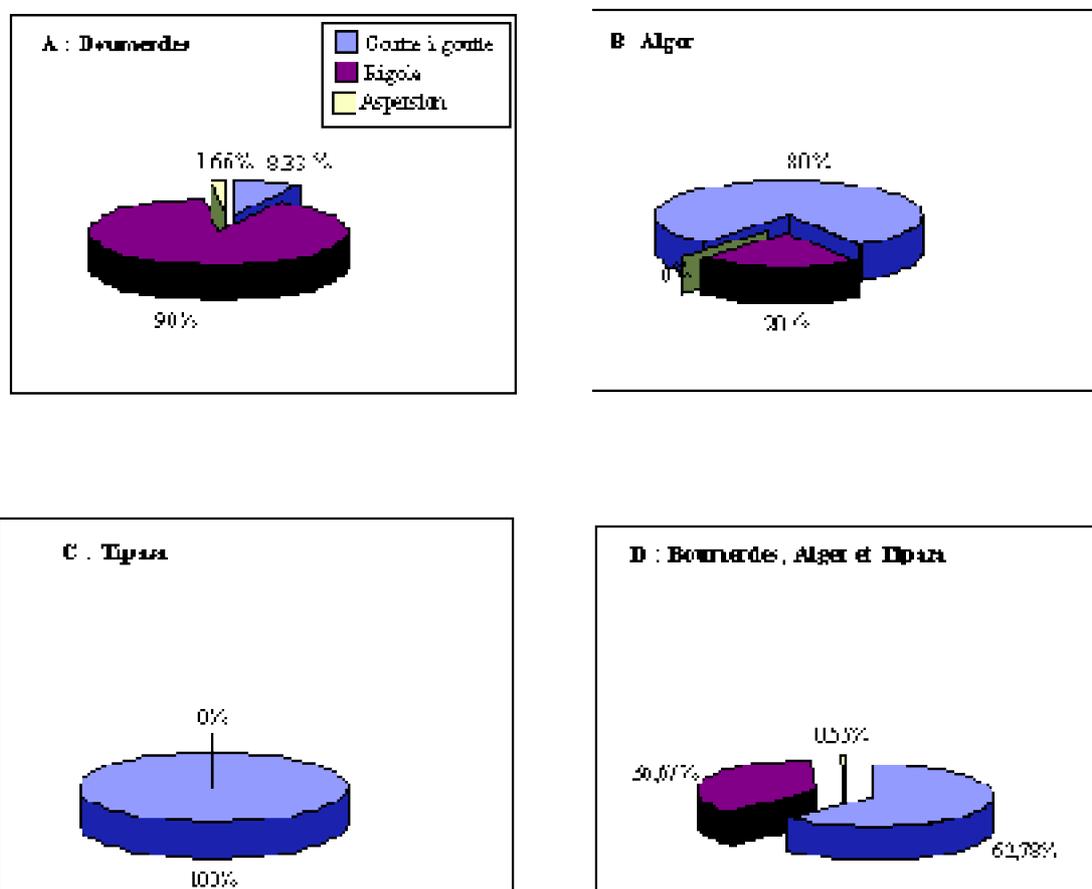


Figure 18 : Modes d'irrigation appliquées sur la culture de la tomate dans les zones prospectées du littoral algérois

#### 1.4. Provenance des plants

A Boumerdes, la production de plants de tomate en pépinière au niveau des exploitations est de 66,67 % ce qui représente 40 parcelles parmi les 60 visitées (Fig. 31). A Alger, ils sont produits dans 48 sur 60 parcelles prospectées soit 80 % (Fig. 32). L'enquête à

Tipaza montre que la production de plants est effectuée au niveau des exploitations au environ de 48,33 % (Fig. 19).

Sur les 180 parcelles visitées, nous avons trouvé que les plants de pépinière ont été produits au niveau des parcelles dans 117 exploitations, ce qui représente 65 % (Fig. 34). L'infestation a été localisée dans 42 parcelles de ces dernières, contre 12 parcelles où les plants, cultivés, sont importés en dehors de l'exploitation (Tab. 15).

L'utilisation du matériel végétal sain, c'est-à-dire débarrassé de toute présence de nématodes du genre *Meloidogyne*, représente un avantage indéniable pour les cultures maraîchères. A cet effet, Scotto La Massese (1971) ; Wittwer et Honma (1979), indiquent que l'utilisation des plants sains diminue les risques d'infestation par toutes les maladies. Sur le terrain, nous avons constaté que les agriculteurs utilisent des plants produits en dehors de leurs parcelles dans 63 exploitations (35 %), ce qui constitue un risque éventuel pour la dissémination des *Meloidogyne* dans les zones indemnes.

Wilayas	Nombre d'exploitations	Provenance des plants/Infestation			
		Au niveau de l'exploitation		Hors de l'exploitation	
		Nbre Exp.	Exp. Infes.	Nbre Exp.	Exp. Infes.
<b>Boumerdes</b>	60	40	0	20	1
<b>Alger</b>	60	48	33	12	5
<b>Tipaza</b>	60	29	9	31	6
<b>Total</b>	<b>180</b>	<b>117</b>	<b>42</b>	<b>63</b>	<b>12</b>

Nbre : Nombre

Exp. : Exploitation

Infes. : Infestation

Tableau 15 : Relation entre l'origine des plants et l'infestation par les *Meloidogyne*.

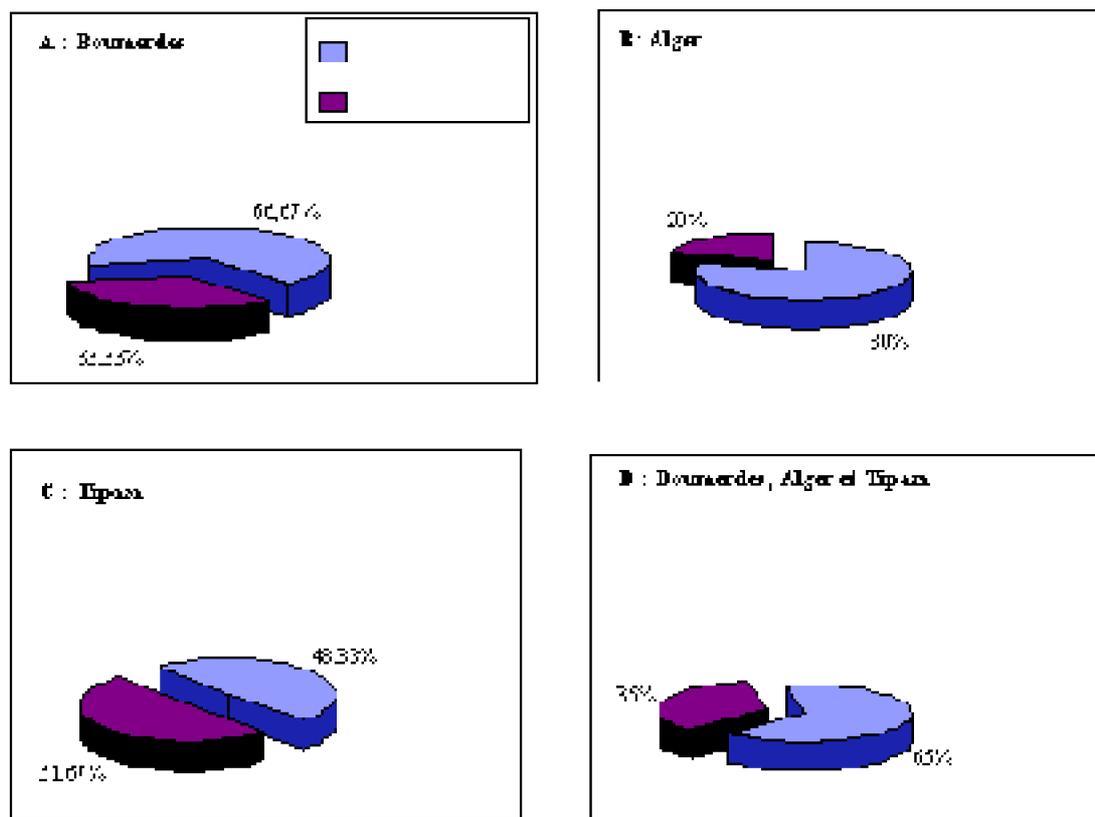


Figure 19 : Provenance des plants de tomate dans les différentes exploitations prospectées à Boumerdes, Alger et Tipaza

### 1.5. Précédent culturel

La figure 20 montre une dominance des précédents culturels de la famille des Solanacées dans toutes les zones visitées.

A Boumerdes, nous avons constaté que les précédents culturels appartenant à la famille des Solanacées sont appliqués dans 43 parcelles soit 71,66 %. A Alger, ils sont signalés dans 51 exploitations ce qui représente 85 % ; enfin à Tipaza, leur présence est signalée dans 46 propriétés (71,66 %) (Fig. 20).

La rotation agricole est un élément dont l'importance a été reconnue depuis longtemps. D'une part, elle diminue les risques de maladies et d'autre part, elle maintient une bonne structure du sol (Corbaz, 1990). Ainsi pour Strling et Watchel (1985) ; Trudgil et al. (1992) ; McSorly (1998), l'application de la rotation peut contribuer dans la diminution des populations de nématodes à galles en brisant leur cycle biologique ; par ailleurs, la prospection effectuée dans différentes zones du littoral algérois montre la prédominance du précédent culturel appartenant à la famille des Solanacées avec 140 exploitations soit de 77,77 %. Cela montre que le système de rotation dans les zones parcourues est peu maîtrisé, ce qui pourrait contribuer à l'augmentation des populations des *Meloidogyne*. L'enquête menée dans 180 parcelles au niveau du littoral centre, nous a révélé la présence des symptômes dus aux nématodes à galles dans 54 parcelles ;

dans ces dernière nous avons constater que le précédent cultural appliqué appartient à la famille botanique des Solanacées dans 48 parcelles (Tab. 16).

Villages	Précédent cultural Cultures (ha)													
	Ombellifères		Solanacées		Crucifères		Cucurbitacées		Légumineuses		Rosacées		Composées	
	Min. Exp.	Eq. Infr.	Min. Exp.	Eq. Infr.	Min. Exp.	Eq. Infr.	Min. Exp.	Eq. Infr.	Min. Exp.	Eq. Infr.	Min. Exp.	Eq. Infr.	Min. Exp.	Eq. Infr.
Boumerdes														
Alger	3	0	51	33	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0
Tipaza	1	1	26	12	1	1	3	3	4	1	11	11	7	1
Total	5	1	103	58	2	2	6	6	13	2	22	22	9	1

Tableau 16 : Importance de l'infestation par les Meloidogyne, par rapport au précédent cultural.

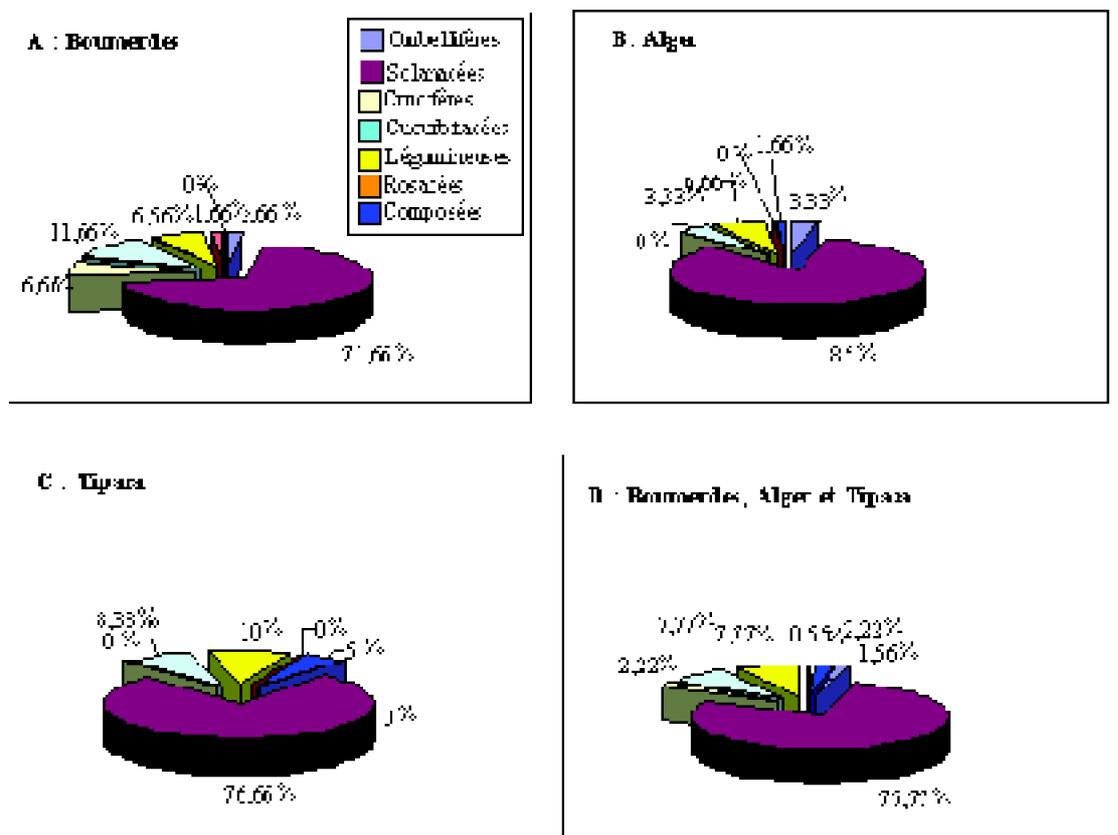


Figure 20 : Précédents culturaux appliqués dans les différentes régions visitées du littoral algérois.

### 1.6. Traitements nématocides

D'après la figure 21, nous remarquons que ces traitements sont absents dans la totalité des zones prospectées à Boumerdes. A Alger, ils sont appliqués dans 33 parcelles soit 55

%. A Tipaza, nous avons constaté qu'ils sont appliqués dans 42 parcelles, ce qui représente 70 % des propriétés de la culture de la tomate visitées.

Au niveau de l'ensemble des zones parcourues, la prospection a révélé que les traitements nématocides sont appliqués dans 75 parcelles, soit un taux de traitement de 41,66 % (Fig. 21).

Le tableau 17 indique la présence de l'infestation par les *Meloidogynes* dans certaines exploitations d'Alger précédemment traitées. Sur les 60 parcelles de tomate prospectées, 13 présentent des symptômes dus aux nématodes à galles malgré l'application de nématocides.

La mauvaise application ou l'efficacité limitée des produits utilisés, engendrent le développement d'une résistance par le parasite vis-à-vis des nématocides appliqués. Cet état d'infestation peut être expliqué par le phénomène de migration des nématodes, se trouvant en profondeur vers la couche exploitée par les racines des plantes cultivées, après la biodégradation des nématocides.

Notre interprétation est basée sur les observations de Johnson et McKeen (1973) qui ont mis en évidence des baisses de rendement dues à une population de *M. incognita* située à plus de 1m de profondeur ; ainsi Gilpatrick et al. (1956 cité par Prot, 1976) montrent que le Nemagon appliqué à une profondeur de 15-20 cm ne contrôle pas efficacement les nématodes situés à 75cm, alors qu'il est assez fréquent de trouver de fortes populations de *Meloidogyne* à des niveaux inférieurs à 1m (Bird, 1969 ; Johnson et McKeen, 1973).

	Région	Traitement nématocide/Infestation		
		Exploitations prospectées	Exploitations traitées et infestées	Pourcentage (%)
Alger	Aïn Taya	7	2	28,57
	Reghaia	10	0	0
	Dar El Beida	6	0	0
	Gué de Constantine	4	1	25
	Staoueli	15	2	13,33
	Zéralda	10	3	0
	Douéra	8	5	62,5
	<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>13</b>	<b>21,66</b>

Tableau 17: Présence de l'infestation par les *Meloidogyne* au niveau des parcelles traitées par les nématocides.

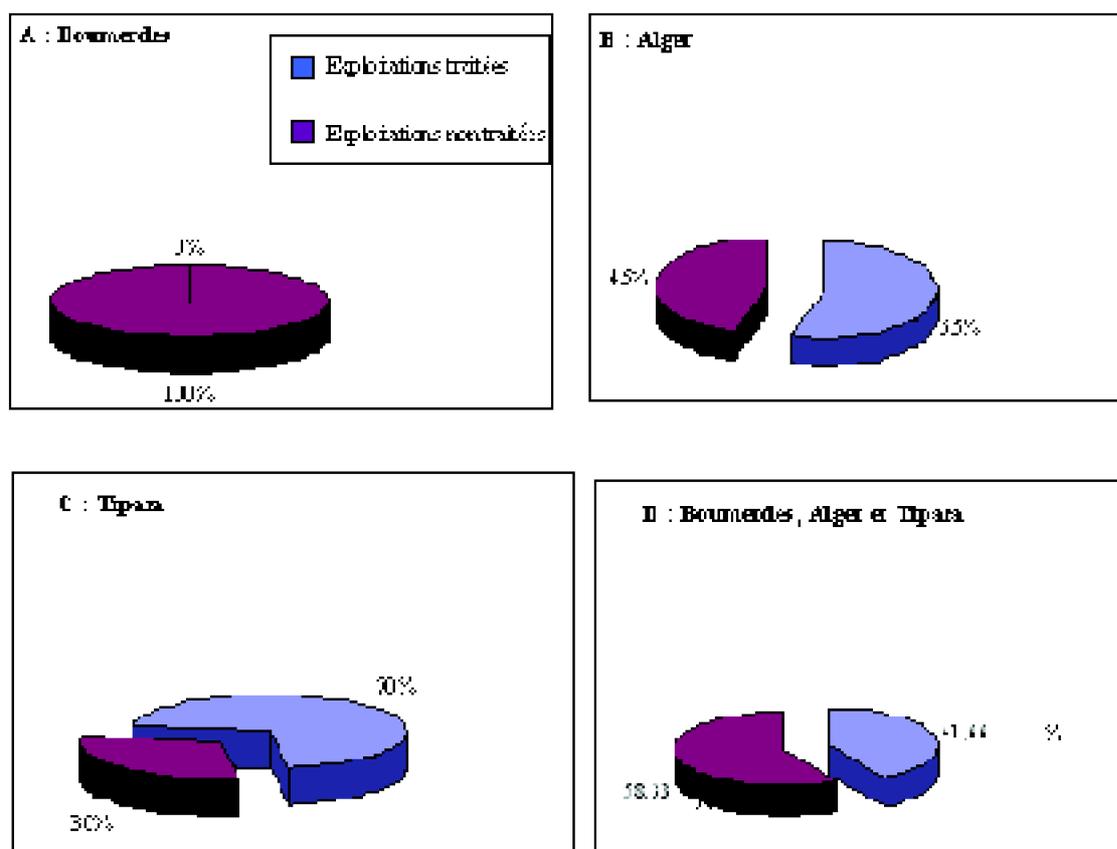


Figure 21: Importance des traitements nématocides dans les différentes régions visitées.

## 2. Analyses statistiques

### 2.1. Test Khi2

Le test Khi 2 permet d'évaluer si les différences de fréquences sont dues au hasard ou non. Lorsque les probabilités sont supérieures à 5 %, les différences de fréquences peuvent être dues au hasard ; si elles sont inférieures à 5 %, les différences de fréquences sont dues aux variations factorielles.

Dans notre étude, le test Khi 2 (Tab. 18) nous a donné des probabilités de 0 % sur les variables : mode de conduite, type de variété, type d'irrigation, traitement nématocide et infestation. Alors que sur les variables : origine des plants et précédent cultural les probabilités sont respectivement de 14 % et 77,10 %

	Khi 2	DDL	Probabilité (%)
Mode de conduite	23,47	2	0
Type de Variété	170,14	6	0
Type d'irrigation	119,5	4	0
Origine des plants	13,33	2	14
Traitement nématocide	67,06	2	0
Infestation	55,40	2	0
Précédent cultural	19,49	12	77,1

## 2.2. Analyse factorielle des correspondances simples (AFC)

En vue d'une étude statistique, les données obtenues sur l'état d'infestation et la situation générale de la culture de la tomate ont fait l'objet d'une AFC (Analyse Factorielle des Correspondances Simples), qui prend en considération des variables qualitatifs.

Pour cela, nos stations ont été codées de 1 à 21 ; de 1 à 9 ce qui correspond aux zones prospectées de la wilaya de Boumerdes ; de 10 à 16 correspondent aux zones visitées de la wilaya d'Alger et les zones codées de 17 à 21 font partie à la wilaya de Tipaza.

Les variables étudiées ont été subdivisées en deux classes pour chacune. L'appartenance d'une variable à une classe est codée 1, la non appartenance est codée 0.

L'analyse factorielle des correspondances simples de cette enquête nous a donné un plan formé par l'axe 1 et l'axe 2 avec 49,70 % des informations.

L'analyse de ce plan montre deux groupements A et B (Fig. 43). Le groupement A est constitué par les zones : Aïn Taya, Reghaia, Gué de Constantine, Staoueli et Zéralda de la wilaya d'Alger et les zones Nador, Ain Tagourait, Cherchell et H'ttatba de la wilaya de Tipaza. Les principales caractéristiques des zones de ce groupement sont la présence de l'infestation par les nématodes à galles, un type d'irrigation en goutte à goutte, une production des plants au niveau des exploitations, la présence des traitements nématocides et en fin un précédent cultural appartenant à la famille des Solanacées.

Le groupement B englobe les zones : Zemmouri, Cap Djinet, Bordj Mnaïel, Isser, Si Mustapha, Baghliia, Legata et Taourga de la wilaya de Boumerdes et la région de Dar El Beida de la wilaya d'Alger. Les zones de ce groupement sont caractérisées par l'absence de l'infestation par les *Meloidogyne* et l'irrigation par rigole.

L'absence des nématodes à galles dans cette dernière situation pourrait s'expliquer par la non prolifération ou fil du temps de ces parasites dans parcelles ; donc il serait utile de les maintenir indemnes de toutes infestation.

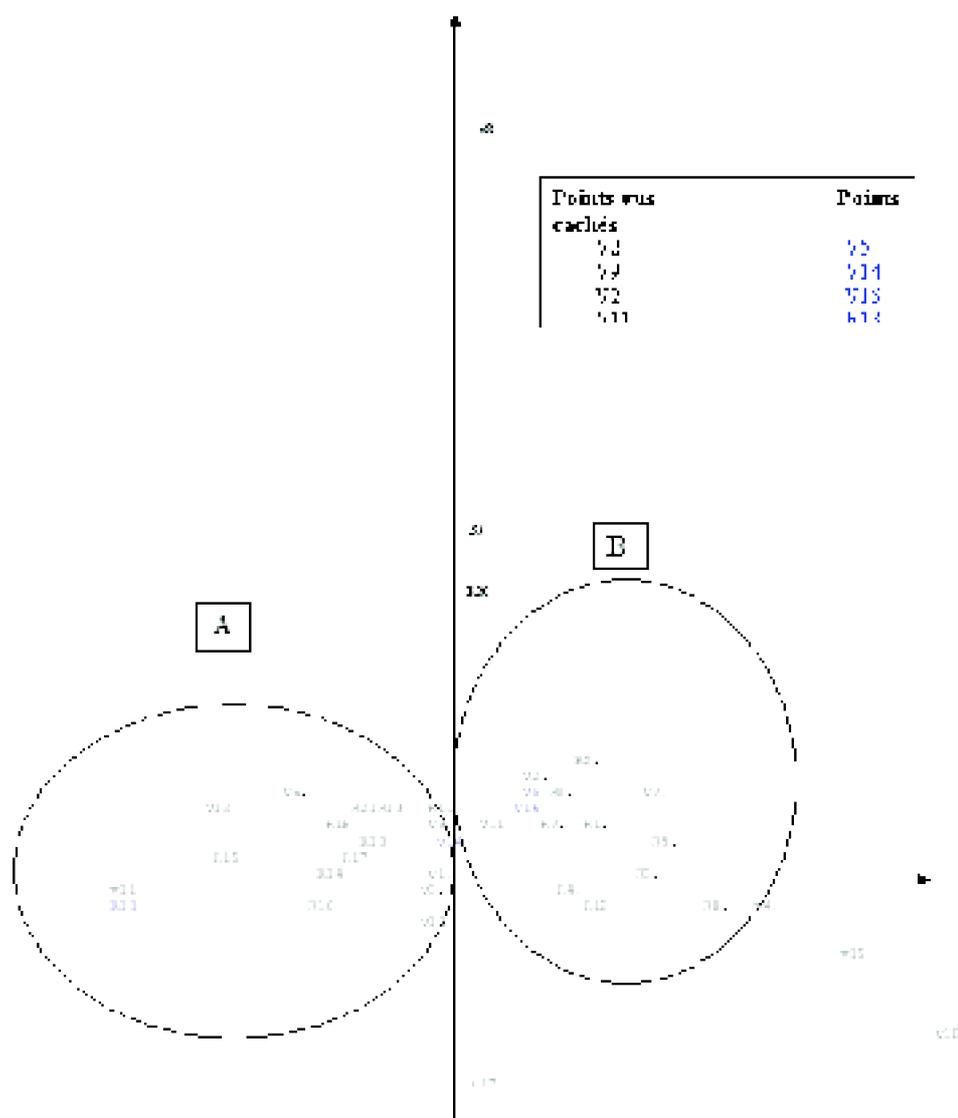


Figure 22 : Analyse factorielle des correspondances simples.

**Abréviations**

Zones

1.

- R1 : Zemmouri
- R2 : Cap Djenet
- R3 : Bordj Mnaïel
- R4 : Isser
- R5 : Si Mustapha
- R6: Sidi Daoud
- R7: Baghlia
- R8: Legata

- 
- R9: Taourga
  - R10: Aïn Taya
  - R11 : Reghïa
  - R12 : Dar El Beidha
  - R13 : Gué de Constantine
  - R14 : Staoueli
  - R15 : Zéralda
  - R16 : Douéra
  - R17 : Nadour
  - R18 : Ain Tagourait
  - R19 : H'tatba
  - R20 : Merrad
  - R21 : Cherchell

#### Variables

1.

- V1 : Culture de plein champ
- V2 : Culture sous serre
- V3 : Variétés fixess cultivées en plein champ
- V4 : Variétés hybrides cultivées en plein champ
- V5 : Variétés hybrides cultivées sous serre
- V6 : Mode d'irrigation par goutte à goutte
- V7 : Mode d'irrigation parrigole
- V8 : Mode d'irrigation par aspersion
- V9 : Production des plants au niveau de l'exploitation
- V10 : Production des plants hors de l'exploitation
- V11 : Traitements nématocides
- V12 : Infestation
- V13 : Ombellifères
- V14 : Solanacées
- V15 : Crucifères
- V16 : Cucurbitacées
- V17 : Légumineuses
- V18 : Rosacées

## Chapitre II : Comportement de 7 variétés de pomme de terre vis-à-vis des *Meloidogyne*

### 1. Caractéristiques agronomiques des variétés testées

---

Les variétés mises en essai sont : Désirée et Margarita (peau rouge), Atlas, Timate, Arinda, Spunta et Safrane (peau blanche).

Le test de certification établi par le Centre National du contrôle et de la certification des semences (CNCC), n'a pas signalé le degré de sensibilité ou de résistance des variétés Atlas, Désirée, Safrane et Margarita aux *Meloidogyne* y compris les nématodes des autres genres.

Timate est notée comme une variété résistante mais sans préciser sa résistance à l'égard des nématodes à galles. Spunta est signalée comme cultivar sensible aux nématodes sans spécifier sa sensibilité aux *Meloidogyne*.

La variété Arinda est certifiée comme variété résistante aux nématodes du genre *Rotylunchus*.

### 2. Evaluation de la sensibilité vis-à-vis des *Meloidogyne*

---

#### 2.1. Fréquence des plants infestés

Les symptômes apparaissent sur l'ensemble des plants inoculés des variétés Désirée et Safrane. Sur les variétés Margarita et Arinda, l'infestation est observée sur 90 % des plants ; alors que sur Spunta elle est de 80 %. Nos essais sur Atlas et Timate montrent des infestations de 70 % et 60 % respectivement (Tab. 19).

Tableau 19 : Réaction des variétés testées à l'inoculation par les larves L2 de *Meloidogyne*.

Variété	Nombre total de plants	Nombre de plants infestés	Pourcentage (%)
Désirée	10	10	100
Margarita	10	9	90
Atlas	10	7	70
Timate	10	6	60
Arinda	10	9	90
Spunta	10	8	80
Safrane	10	10	100

## 2.2. Evolution des galles et des masses d'œufs sur variétés de pomme de terre

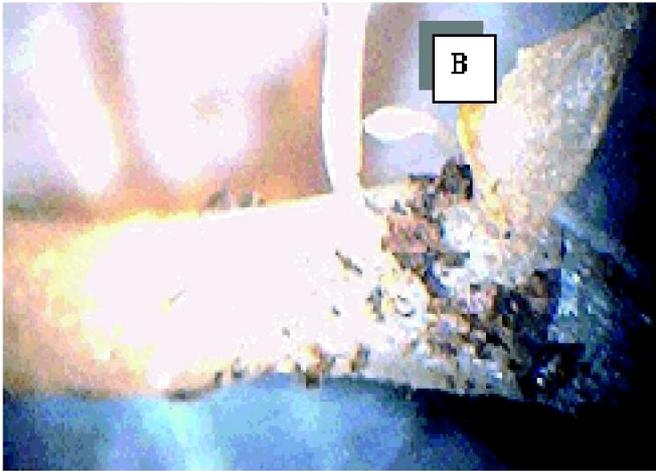
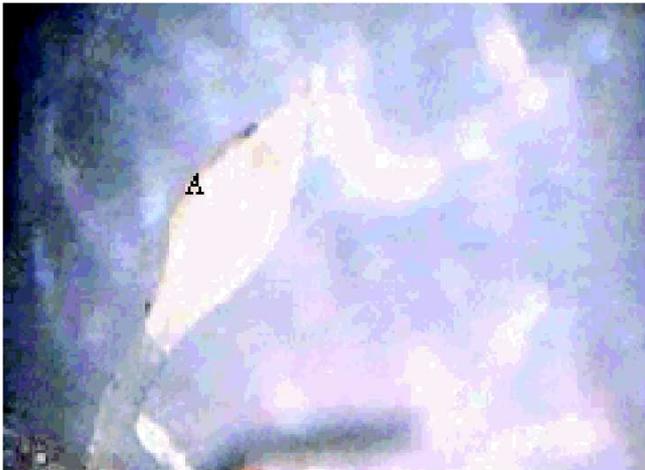
Le nombre des observations effectuées lors la période expérimentale est de 14 sur chaque variété testée. La durée qui s'écoule entre deux observations est de 3 jours, ce qui donne une durée totale de 42 jours.

Au cours des observations, nous avons noté la date d'apparition des galles (Fig., 44) et la date d'apparition et de la maturation des masses d'œufs (Fig., 45).



**(R : racines de la pomme de terre)**

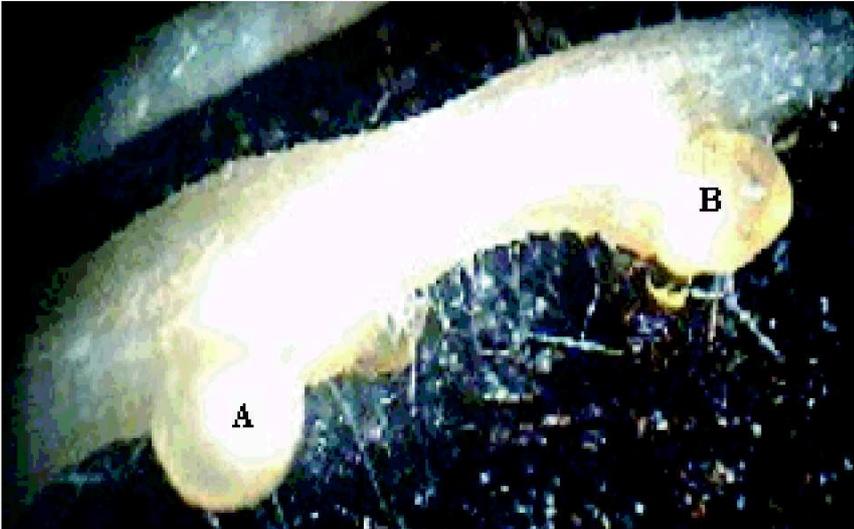
*Figure22 : Développement des Meloidogyne sur les racines des variétés de pomme de terre testées*



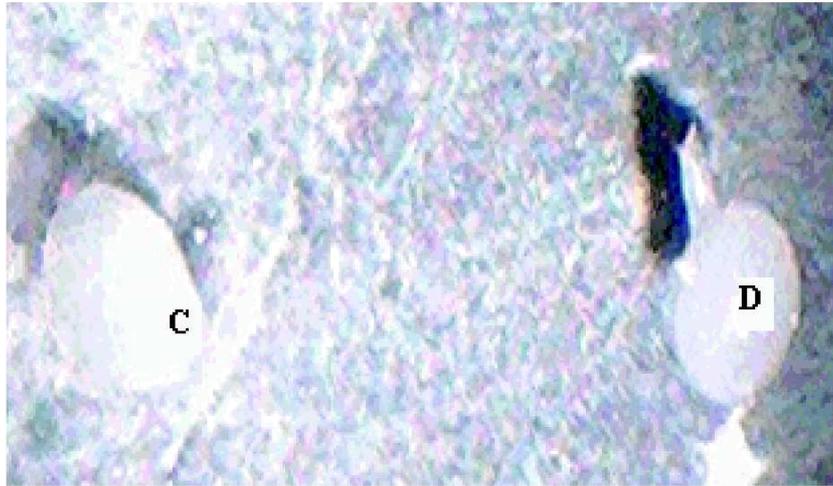
A : Apparition de galles sur les racines

B : Début d'apparition d'une masse gélatineuse

Figure 23 : Infection des radicelles par les femelles des Meloidogyne.



*Figure 24 : Masses d'oeufs mûres des Meloidogyne (A,B).*



*Figure 25 : Femelles des Meloidogyne isolées à partir des racines infectées de pomme de terre (C, D).*

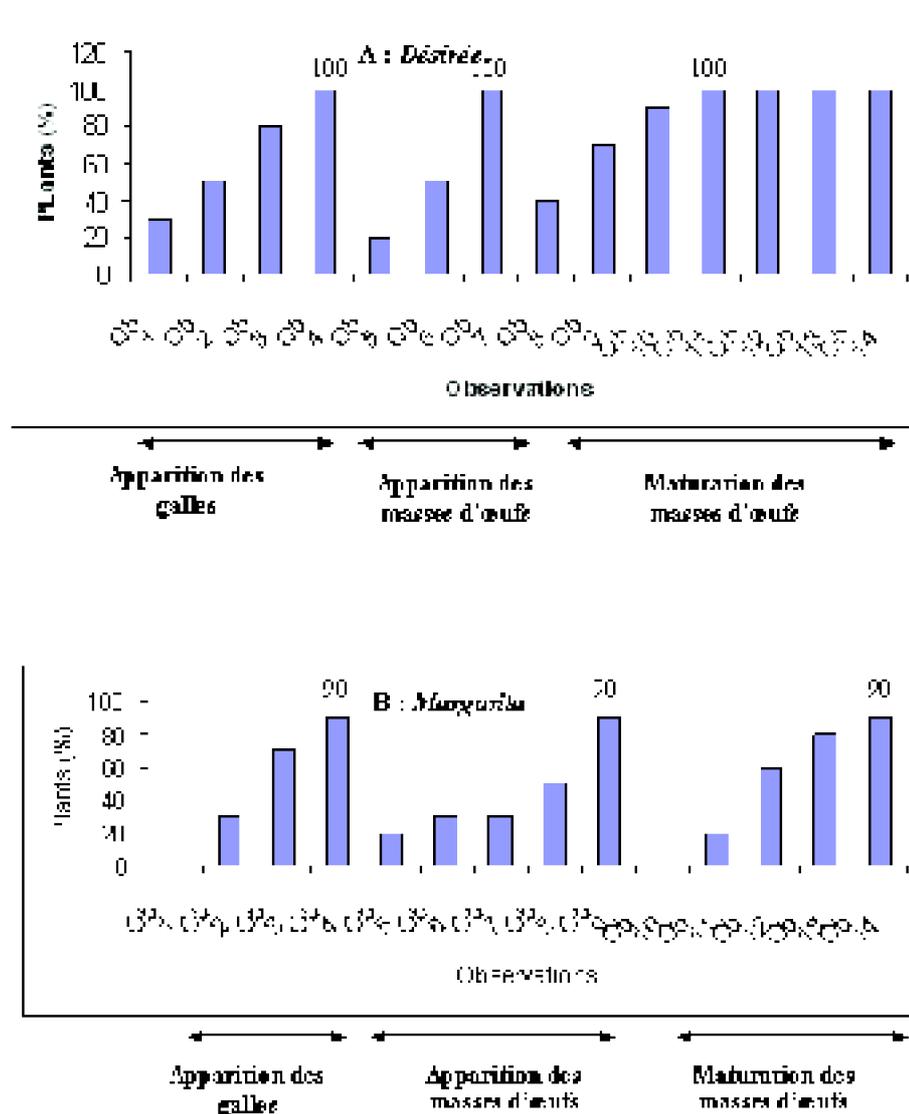
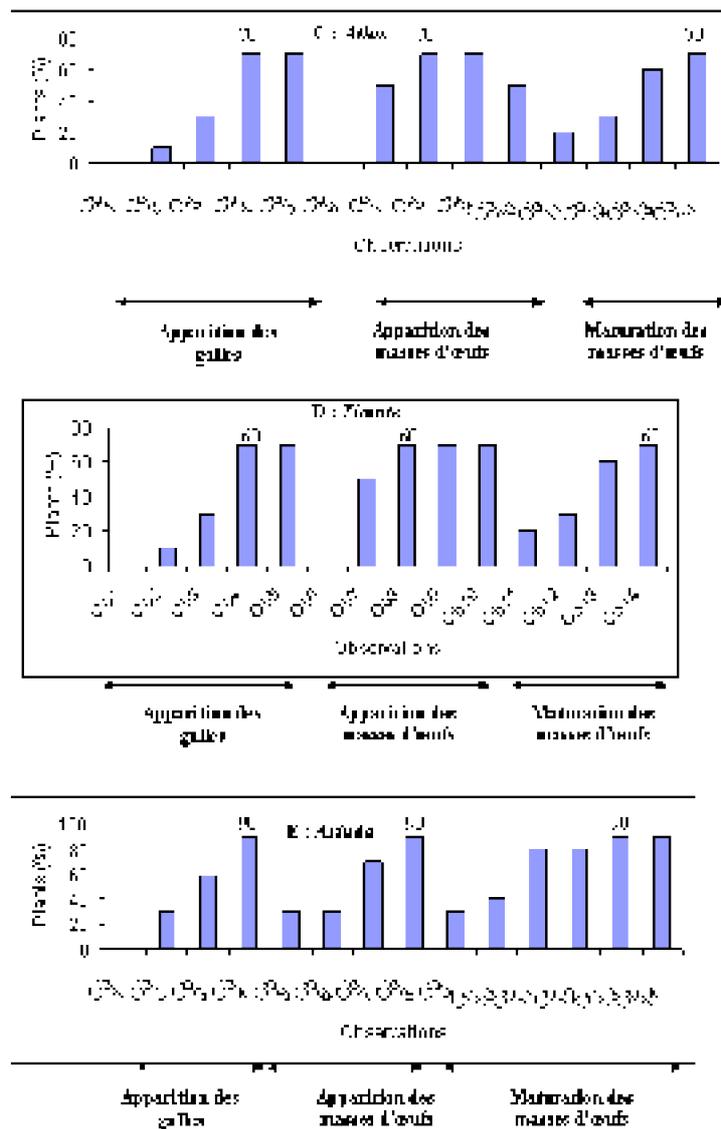


Figure 26: Observations sur l'évolution des galles et des masses d'œufs en fonction du temps sur des variétés de pomme de terre.



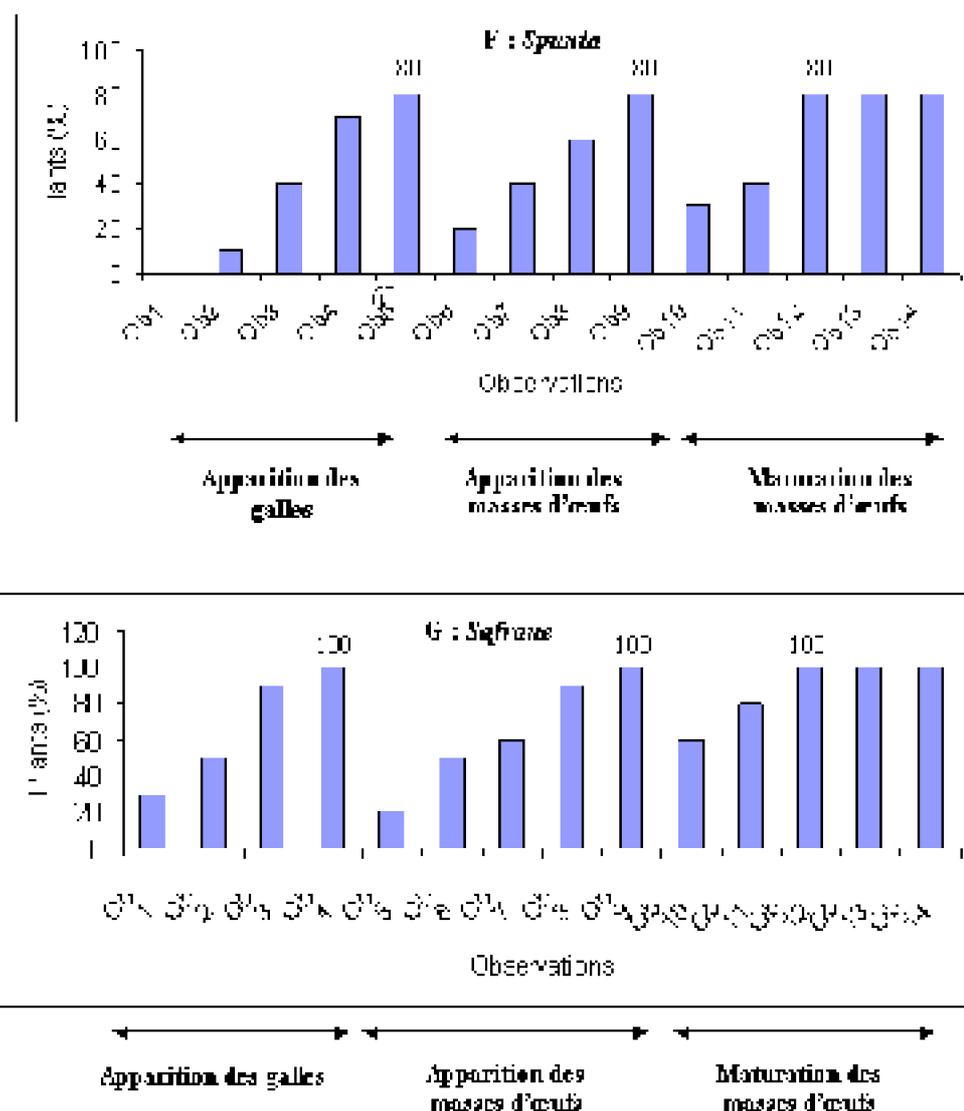


Tableau 20: Récapitulatif de l'évolution des galles et des masses d'œufs des *Meloidiogné* sp. sur 7 variétés de pomme de terre.

	Apparition des galles		Apparition des masses d'œufs		Maturation des masses d'œufs	
	Intervalle	Moyenne	Intervalle	Moyenne	Intervalle	Moyenne
<b>Désinée</b>	3 - 12 jrs	7,5 jrs	15 - 21 jrs	18 jrs	24 - 33 jrs	28,5 jrs
<b>Margarita</b>	3 - 12 jrs	7,5 jrs	15 - 27 jrs	21 jrs	33 - 42 jrs	37,5 jrs
<b>Atlas</b>	9 - 15 jrs	12 jrs	21 - 24 jrs	22,5 jrs	33 - 42 jrs	37,5 jrs
<b>Timote</b>	9 - 12 jrs	10,5 jrs	21 - 27 jrs	24 jrs	30 - 42 jrs	36 jrs
<b>Arinda</b>	5 - 12 jrs	7 jrs	15 - 24 jrs	19,5 jrs	27 - 39 jrs	33 jrs
<b>Spunta</b>	5 - 15 jrs	10,5 jrs	18 - 27 jrs	22,5 jrs	30 - 36 jrs	33 jrs
<b>Safranée</b>	3 - 12 jrs	7,5 jrs	15 - 27 jrs	21 jrs	30 - 36 jrs	33 jrs

Tableau 20: Récapitulatif de l'évolution des galles et des masses d'œufs des *Meloidiogné* sp. sur 7 variétés de pomme de terre.

Les observations effectuées, tous les trois jours à partir de l'inoculation à une

température de 25 °C, permettent de noter la durée du cycle biologique des *Meloidogyne* sur chaque variété testée.

Au cours de ces observations, nous avons pu définir 3 étapes du cycle biologique :

- l'apparition des premiers gonflements (premières galles) ;
- la formation de masses d'œufs ;
- la maturation de masses d'œufs (femelles mûres).

### 2.2.1. Formation des galles

Pour les variétés Désirée, Margarita et Safrane, la formation de galles a eu lieu dès le 7<sup>ème</sup> jour de l'inoculation. Sur la variété Arinda, les galles se forment à partir du 9<sup>ème</sup> jour. Les galles apparaissent à partir du 10<sup>ème</sup> jour sur les variétés Spunta et Timate. Cette étape est plus longue chez la variété Atlas, car elle est de 12 jours (Tab. 20).

### 2.2.2. Formation des masses d'œufs

La ponte, et par conséquent l'apparition de masses d'œufs, débute respectivement sur les variétés Désirée et Arinda après 18 et 19 jours de l'inoculation. Elle est observée à partir du 21<sup>ème</sup> jour de l'inoculation sur les variétés Margarita et Safrane.

Les masses d'œufs s'extériorisent à partir du 22<sup>ème</sup> jour sur les variétés Spunta et Atlas. Sur la variété Timate, nous les observons dès le 24<sup>ème</sup> jour de l'inoculation. En général, la ponte a eu lieu, sur l'ensemble de variétés testées, sur un intervalle de 18 à 24 jours à 25°C (Tab. 20).

### 2.2.3. Maturation des masses d'œufs

Notre test a révélé que la maturation des œufs se produit après 28,5 jours de l'inoculation sur la variété Désirée ; alors qu'elle est observée après 33 jours sur les variétés Arinda, Spunta et Safrane. La durée qui s'écoule de l'inoculation des larves infestantes (L2) de *Meloidogyne* jusqu'à la maturation des masses d'œufs est de 36 jours sur la variété Timate et de 37,5 jours pour les variétés Atlas et Margarita, ce qui donne une durée pour la maturation des masses d'œufs de 10,5 à 16,5 jours, soit une durée de 28,5 à 37,5 jours après l'inoculation, à une température de 25 °C (Tab. 20).

## 2.3. Discussion sur le cycle biologique

Trudgill (1995) et Ehwaeti et al. (1998) rapportent que la durée qui s'écoule du début de la ponte à la maturation des masses d'œufs est approximativement de 11 jours, soit de 29 à 31 jours à partir de l'inoculation à une température de 26 °C. Selon Waele et Davide (1998), le cycle biologique complet sur bananier et bananier plantain se déroule en quatre à six semaines. Il est de 18 à 20 jours à 26 °C chez les femelles de *M. javanica* (Ehwaeti et al., 1998).

Des résultats semblables ont été notés sur des cultivars de carotte. Selon Huang (1980), la pénétration des larves s'est produite après 9 jours dans les cultivars sensibles,

après 33 jours dans le cultivar tolérant et 40 jours dans le cultivar résistant. D'après Sharma et Trivedi (1992) , U.I.E (1993), le cycle biologique des *Meloidogyne* est en étroite relation avec la sensibilité de la plante hôte où il est plus court sur les cultivars sensibles.

Après trois semaines de l'inoculation, McLeod et al. (2001) ont constaté que 91 % des nématodes sont transformés en femelles.

Selon Noe (1991) ; Rao et al. (1998), la pénétration des larves dans les racines est plus importante dans les cultivars sensibles de soja et de l'arachide que celui des cultivars résistants.

Call et al. (1997) constatent que le nombre de femelles mûres formé de *M. javanica* sur des cultivars résistants de trèfle, est significativement inférieur à celui des cultivars hybrides moyennement résistants. Ce dernier est inférieur au nombre de femelles mûres trouvées sur les variétés sensibles.

### **2.4. Importance des galles et des femelles mûres sur les variétés de la pomme de terre testées**

A la fin du test, l'observation finale au niveau de l'ensemble de plants des 7 variétés nous a permis de révéler l'importance de galles et des femelles mûres.

#### **2.3.1. Nombre de galles**

La figure 27 nous montre que le nombre de galles est plus important sur la variété Désirée soit de 83,5 galles par plant, suivie de la variété Safrane avec 58,8 galles par plants. Sur les variétés Margarita, Atlas et Spunta, il est d'environ 18 galles par plant sur la première et autour de 19 galles par plants sur les deux dernières. Alors que le plus faible nombre est enregistré au niveau des variétés Timate avec 7,3 galles par plant et Arinda avec 6,3 galles par plant.

#### **2.3.2. Nombre femelles mûres**

Sur la variété Désirée, le nombre de femelles (Fig. 28) qui ont accompli leur cycle biologique est de 64,1 femelles par plant. Sur la variété Safrane, on a enregistré 35,2 femelles par plant. Le dénombrement de femelles mûres, sur les variétés Margarita, Atlas et Spunta a donné respectivement 8, 9,6 et 11,7 femelles par plant. Tandis que le plus faible nombre est observé sur les variétés Timate avec 3,3 femelles par plant et Arinda avec 2,3 femelles par plants (Fig. 28).

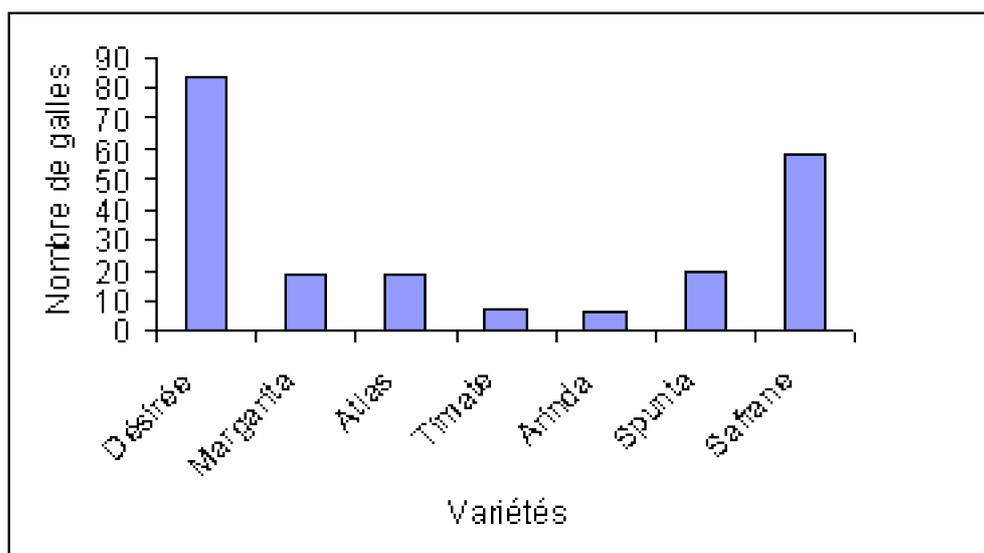


Figure 27 : Nombre des galles dues aux Meloidogyne.

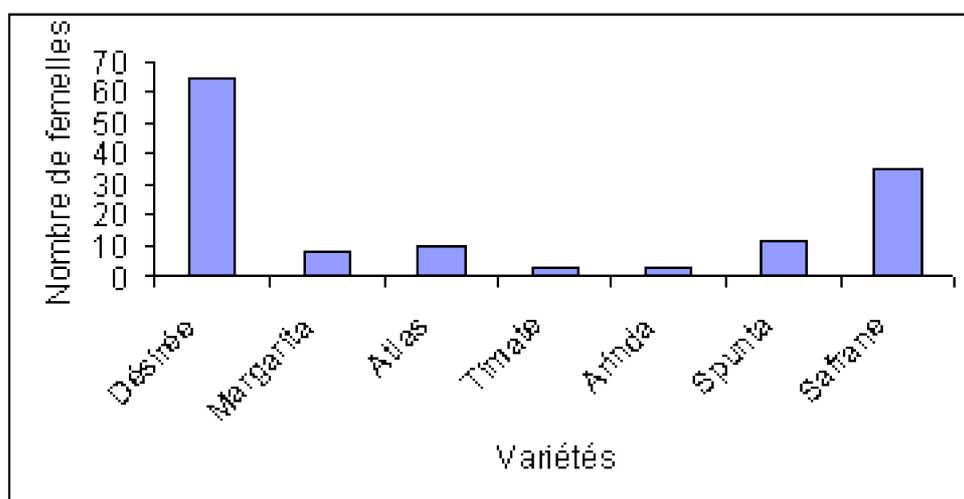


Figure 28: Nombre de femelles mûres des Meloidogyne.

### 2.3.5. Analyse de la variance

L'analyse de la variance de ces résultats est basée sur une variable : variété x nombre de galles x femelles mûres x 10 répétitions. Les résultats de cette analyse, sont donnés dans les tableaux suivants :

Tableau 21 : Analyse de la variance pour la variable nombre de galles.

	S.C.E	DDL	Carrés Moyen	Test F	Proba.	ET	C.V.
<b>Var. Totale</b>	82612,99	69	1197,29				
<b>Var. Facteur 1</b>	51161,29	6	8526,88	17,08	0,0000		
<b>Var. Résiduelle</b>	31451,70	63	499,23			22,34	73,5%

Tableau 22 : Classement des moyennes par le test de NEWMAN-KEULS à 5%.

F1	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes
6	Désirée	83,50	A
1	Safrane	58,60	B
4	Spunta	19,80	C
5	Atlas	19,30	C
3	Margarita	18,10	C
7	Timate	7,30	C
2	Arinda	6,30	C

Tableau 23 : Analyse de la variance pour la variable nombre de femelles mûres.

	S.C.E	DDL	Carrés Moyen	Test F	Proba.	ET	C.V.
<b>Var. Totale</b>	49335,94	69	715,01				
<b>Var. Facteur 1</b>	30842,74	6	5140,46	17,51	0,0000		
<b>Var. Résiduelle</b>	18493,20	63	293,54			17,13	89,4%

Tableau 24: Classement des moyennes par le test de NEWMAN-KEULS à 5%.

F1	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes
6	Désirée	64,10	A
1	Safrane	35,20	B
4	Spunta	11,70	C
5	Atlas	9,60	C
3	Margarita	8,00	C
7	Timate	3,30	C
2	Arinda	2,30	C

#### Remarque

- P= 0,0000 : différences très hautement significatives
- $P \leq 0,05$  : différences significatives
- $P > 0,05$  : différences non significatives

L'analyse des tableaux 24 et 26 montrent qu'il y a des différences très hautement significatives entre les variétés au niveau des variables : galles et femelles ( $P = 0.0000$ )

Le classement des moyennes par le test de NEWMAN-KEULS fait ressortir 3 groupes au niveau des variables : nombre de galles et nombre de femelles mûres. Dans le groupe A, nous avons enregistré les moyennes les plus élevées sur la variété Désirée qui sont respectivement de 83,5 et 64,10 femelles par plant. Le groupe B renferme la variété Safrane où nous avons noté des moyennes de 58,6 galles par plant et 35,2 femelles par plant respectivement pour les variables : nombre de galles et nombre de femelles mûres. Pour les mêmes variables, le groupe C est constitué par les variétés (Spunta, Atlas,

Margarita, Timate et Arinda) où il a été enregistré de faibles moyennes.

En comparant les tableaux 22 et 24, on déduit que le classement des variétés reste le même ; ce qui nous conduit à constater que le nombre de femelles mûres est en étroite relation avec le nombre de galles formées.

**Infestation de quelques régions du littoral centre par les nématodes à galles.**

---

## Conclusion

Notre étude a permis, à travers une prospection sur la culture de tomate, de mettre en évidence la répartition de l'infestation par les *Meloidogyne*, sur le transect Boumerdes, Alger et Tipaza en prenant en considération l'état général de la culture de la tomate dans les régions prospectées.

La prospection nous a permis de révéler la dominance du type d'irrigation en rigole dans 90 % des exploitations de Boumerdes. Certains auteurs, indiquent que ce type d'irrigation représente un facteur de propagation des *Meloidogyne* vers les régions indemnes.

Les agriculteurs cultivent des plants d'une provenance hors de l'exploitation dans 35 % de parcelles examinés ; cela peut constituer un risque potentiel pour la propagation des nématodes à galles.

Nous avons trouvé lors de cette étude une dominance du précédent cultural représenté par des Solanacées dans 76,66 % des parcelles ; la succession des cultures d'une même famille botanique sur une parcelle favorise le développement des maladies y compris la maladie des galles noueuses causée par les *Meloidogyne*.

L'enquête montre l'absence des traitements nématicides dans toutes les régions examinées de Boumerdes, alors qu'ils sont présents dans 55 % à Alger et 70 % à Tipaza.

L'infestation a été recensée sur 30 % de l'ensemble des exploitations prospectées. Cependant, la visite montre qu'elle est plus importante dans les régions de l'ouest d'Alger qu'à l'est.

Nous constatons que les régions indemnes notamment celles de l'est d'Alger, sont fragilisées par le mode d'irrigation par rigole. L'utilisation de plants produits hors de l'exploitation, la succession du précédent cultural de la même famille botanique et en fin l'absence ou la mauvaise application de nématicides favorise la prolifération et l'expansion des *Meloidogyne*.

Le control des *Meloidogyne* nécessite l'intégration de toutes les méthodes de lutte disponibles (Hopkins et al., 2003). La lutte par l'utilisation de variétés résistantes d'après Jones et Dukes (1980) ; Sasser et Kirby, (1979) ; Robest et May, (1986) semble être une stratégie efficace dans la gestion des problèmes des *Meloidogyne*.

Le test de sensibilité réalisé sur sept variétés de pomme de terre vis-à-vis des nématodes à galles et effectué au laboratoire de nématologie de l'INA (Alger) ; nous a fourni des informations sur la durée du cycle biologique ainsi que le degré de sensibilité de chaque variété.

Pour le cycle biologique, la durée moyenne est évaluée à 28,5 jours pour la variété Désirée et à 33 jours pour les variétés Arinda, Spunta et Safrane. Par ailleurs, elle est plus longue sur la variété Timate avec 36 jours et les variétés Margarita et Atlas avec une durée moyenne de 37,5 jours.

L'observation finale au niveau des racines nous a montré la sensibilité de chaque variété, par le nombre de galles ainsi que par le nombre de femelles qui ont terminé leur cycle biologique en formant des masses d'œufs. Suite à cela, nous pouvons classer nos variétés selon leur degré de sensibilité suivant cet ordre : Désirée, Safrane, Spunta, Atlas, Margarita, Timate et Arinda.

Selon plusieurs auteurs, le nombre de larves L2 ayant pénétré et accomplis leur cycle biologique est plus important sur les variétés sensibles que sur les variétés résistantes.

Les sept variétés de pomme de terre (Désirée, Safrane, Spunta, Atlas, Margarita, Timate et Arinda) inoculées avec 300 L2 infestantes ont donné un nombre de galles important avec une sensibilité très marquée sur la Désirée et la Safrane.

Cette étude nous permet de faire un constat sur l'état actuel de la pomme de terre où trois situations se présentent :

- Sur le littoral, la pomme de terre vient en association avec les autres cultures légumières. A ce moment là, elle est multiplicatrice des nématodes à galles et augmente le nombre de générations dans ces régions où cette culture peut être considérée comme mauvais précédent cultural.
- Sur les plaines intérieures, il y a risque de développement de l'infestation par les nématodes à galles des régions potentielles pouvant engendrer des situations très délicates pour la gestion de ce problème.
- Risque d'introduction de nouvelles espèces très dangereuses (de quarantaine) ; il s'agit de *Meloidogyne fallax* et *Meloidogyne chitwoodi*.

---

## Références bibliographiques

- Abad P. et Mugniery D., 1998.** Résistance des plantes aux nématodes. *PHM Horticole*, N° 392, pp 29-33.
- Arkoub-Abrous F., 1997.** *Etude de l'helminthosporiose de l'orge (Hordeum vulgare L.) causée par Drechlera teres (Sacc.) Schoem. En Algérie.* Thèse Magist. Biol., UMMTO, Tizi-Ouzou, p 82.
- Abubakar U., Adamu T. et Manga S.B., 2004.** Control of *Meloidogyne incognita* (kofoïd and white) chitwood (root-knot nematode) of *Lycopersicon esculentum* (tomato) using cowdung and urine. *Afri. Jour. of Biotech.*, Vol. 3 N°8, pp. 379-381.
- ACTA, 1999.** *Guide pratique de défense des cultures.* 5<sup>ème</sup> édition, Paris, p 575.
- Allaya M., Scatena C., Debabi I., 2005.** *MEDAGRI, Annuaire des Economies Agricoles et Alimentaires des pays Méditerranéens et Arabes.* Edi. CIHEAM, Montpellier (France), pp 243-244.
- Ammar E., 1986.** *Incidence de culture de tomate sensible sur l'évolution des caractères bioécologiques des populations de Meloidogyne spp (Nematoda-Heteroderidae).* D.E.A en Ecol. Appli., Facul. des Sci. Tunis, p 66.
- Anchisi, M., M. Gennari et Matta A., 1985.** Retardation of *Fusarium* wilt symptoms in tomato by pre- and post-inoculation treatments of the roots and aerial parts of the host in hot water. *Physio.l Plant Patho.*, N° 26, pp175-183.
- Appert J. et Deuse J., 1982.** *Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous*

*les tropiques*. Edi. Maisonneuve et Larose, Paris (France), p 386.

**Baumgartner A., 2000.** La percée de la pomme de terre. *Tabula N°4*, pp 16- 19.

**Bachelier G., 1978.** Predatory behaviour of nematodes III. Preliminary Assesment predation of *Meloidogyne javanica* by *Lotonchus monshystra*. *Rev. Nematol. Asbs. Vol.*, 2, pp 64.

**Baci L., 1993.** La vulgarisation de la culture de la tomate industrielle dans la région d'Annaba. Une réussite. Cahiers Options Méditerranéennes (CIHEAM) ; v. 2(1), Séminaire sur la Vulgarisation Agricole dans les Pays du Maghreb Central (Maroc, Algeria, Tunisie), Alger (Algérie), 129-132.

**Barksdale TH, Good JM, Danielson L.L., 1972.** *Tomato diseases*. Canada Dept. Agri. Public., 1479 p.

**Barna, B., A.R.T. Sarh an et Z. Kiraly., 1983.** The influence of nitrogen nutrition on the sensitivity of tomato plants to culture filtrates of *Fusarium* and to fusaric acid. *Physio. Plant Patho.*, Vol.23, pp 257-263.

**Baudry O., , Bourgery C., Guyot G. et Rieux R., 2000.** *Les haies composites réservoirs d'auxiliaires*, CTIFL. 116 p.

**Baum T.J., Lewis S.A. et Dean R.A., 1994.** Isolation, characterization and application of DNA probes specific to *Meloidogyne arenaria*. *Mol. Plant Patho.*, Vol. 84, N°5, pp 489-494.

**Baujard P., Duncan L. W., Parisselle A. et Sarr E., 1987.** Etude des effets de quatre nématocides fumigants sur les nématodes et l'arachide au Sénégal. *Rev. Nematol.* 10 (3), pp 355 -360.

**Baumgartner A., 2000.** La percée de la pomme de terre. *Tabula N°4, Oct.*, pp 16-19.

**B'Chir MM., 1981.** Les principaux facteurs qui déterminent le développement et l'importance des *Meloidogyne* sous abris plastique en Tunisie. 6<sup>eme</sup> Jour. *Phytia. Et de Phytophas., circum medit., perpignan, France*, pp 75-83.

**Bedin, P. et Malet M., 1989.** La fertilisation de la pomme de terre. *In La pomme de terre française, N°* . 451, pp 59-62.

**Berge J. B., Caubel G., Mugniery D. Rivoal R., Laterrot H., Scotto La Massese, Bayon F., et Nakachian J.M., 1971.** *La lutte contre les nématodes : Méthodes culturales et variétés résistantes. In les nématodes des cultures*. Edi. ACTA, Paris, pp 537-594.

**Berge J.C. et Dalmaso A., 1984.** Données ioenzymatiques chez les *Meloidogyne* : application à la taxonomie des espèces parthénogénétique. *Edi. INRA Les colloques de L'INRA, Avignon, N°26*, pp 29-39.

**Bertrand C., 2001.** Lutté contre les nématodes à galles en agriculture biologique. *Fiche technique ITAB-GRAB*.

**Bernhard R., Bouquet A. et Scotto Lamassese C., 1985.** Diversité des problèmes nématologiques en vergers et en vignobles, solutions chimiques et génétiques. *C.R. Acad. Agri. de France, Vol. 71, N° 7*, pp 705-718.

**Bird A. et Wallace H., 1966.** The influence of temperature on *Meloidogyne hapla* and *Meloidogyne javanica*. *Jour. of Nematol.*, Vol. 4, N° 3, pp 206-212.

**Bird G. W., 1969.** Depth of migration of *Meloidogyne incognita* (Nematoda) associated

---

- with greenhouse tomato and cucumber roots. *Canad. J.Pl. Sci.*, 49, pp 90-92.
- Bird G.W. et Warner F., 1990.** *Detecting and Avoiding Nematode Problems.* Publication E-2199. Cooperative Extension Service, Michigan State University. 6 p.
- Blancard D., 1988.** *Maladies de la tomate : observer, identifier, lutter.* INRA-PHM Rev. Hort. Ed., 211 p.
- Bodlaender K.B.A., 1963.** Influence of temperature, radiation and photoperiod in development and yield. Edi. Butterworths, London, pp 199-210.
- Bonnemaison L., 1961.** *Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts.* Spe., T.A., Paris, p 605.
- Burton W.G., 1989.** *The potato*, 3<sup>ème</sup> Edi., Longman Scientific et Technical, New York, p 742.
- Call N.M., Quesenberry K.H., et Dunn R.A., 1997.** *Meloidogyne javanica*, development in three clover population. *Rec. Cop Sci., USA, Vol. 37, N° 1*, pp 265-269.
- Carneiro R.M.D.G., Rangid O., Freitas L.G. et Dickson D., 1999.** Attachment of endospores of *Pasteuria penetrans* tomales and juveniles of *Meloidogyne* spp. *Rev. Nematol., Vol. 1, N° 3*, pp 267-271.
- Cayrol J.C., 1971.** *Rôles des nématodes dans l'équilibre biologique des sols. Influence des traitements nématicides.* In *les nématodes des cultures.* Ed. ACTA, Paris, pp. 67-142.
- Cayrol J.C., 1983.** Lutte biologique contre les *Meloidogyne* au moyen d'*Arthrobotrus irrigularis*. *Rev. Nematol., Vol. 6*, pp 265-273.
- Cayrol J.C., 1989.** Une voie nouvelle de lutte, contre les nématodes : les toxines nématicides des champignons. *P.H.M. Hort. N°293*, pp 53-57.
- Cayrol J.C., 1991.** Propriétés nématicides de endomycorhizes à vésicules et arbuscules. *PHM, Rev. Hort.*, 321, 33-42.
- Cavelier A., 1987.** Le mode d'action des nématicides non fumigants. *Agron., N°7, PP* 747-762.
- Chagnon Decelles D., Gélinas M.D., Lavalée Côté L., et coll., 2000.** *Manuel de nutrition clinique, Ordre professionnel des diététistes du Québec.*
- Chaux Cl. et Foury Cl., 1994.** *Production légumières T2 : Légumes feuilles, Tiges, Fleurs, Racines, Bulbes.* Edi. Lavoisier "Tec et Doc" Paris (France), p 639.
- CIHEAM, 1998.** *Données Agricoles des pays Méditerranées* , Edi. CIHEAM, Montpellier (France), pp 230-250.
- Cook A.A., 1977.** *Breeding for diseases resistance in Pepper in florida.* « Capsicum 77 ». Copngrès Eucarpia Montfevet, Juill. 77, 105-108.
- Corbaz R., 1990.** Principes de phytopathologie et de lutte contre les maladies des plantes. Edi. Presses Polytechniques et universitaires Romandes, Lausanne (Suisse), p286.
- Cuc N.T.T. et Prot J.C., 1992.** Root-parasitic nematodes of deep-water rice the Mekong delta of Vietnam. *Fundamental and Applied Nematology, N° 15*, pp 575-577.
- Crosnier J.C., 1987.** Pomme de terre : importance économique, plante, techniques

culturales. *Tech. Agri.*, N° , pp 2080-2081.

- Dallil W., 1999.** *Etude de l'infestation de quelques serres de l'I.T.C.M.I. de Staoueli par les Meloidogyne (Nematoda-Meloidogyne). Effet de quelques populations de ces nématodes sur trois cultures associées, Tomate, Concombre et Melon.* Thèse Ing Agro., INA, Alger, pp 1-23.
- Dalmasso A., Cardin M.C., Pochard E. et Daunay M.C., 1985 .** Pouvoir pathogène des nématodes Meloidogyne et génétique de la résistance chez quelques Solanacées maraîchères. *C.R. Acad. Agri. de France*, Vol. 71, N°7, pp 771-779.
- Dalmasso A. et Missonier, 1986.** La lutte intégrée contre les nématodes des cultures, intérêt des variétés résistantes. *Rev. Phytoma*,86, pp 11-16.
- Dangler J.M., Locasio, S.J., 1990.** Yield of trickle-irrigated tomatoes as affected by time of N and K application. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115, 585-589 (1990).
- Davis R. F. et Webster T.M., 2005.** Relative Host Status of Selected Weeds and Crops for *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis*. *Plant pathology and Nematology. Jour.of Cotton Sci.*, Vol. 9, pp 41–46.
- De Guiran G., Netscher C., 1970.** Les nématodes du genre *Meloidogyne*, parasites de cultures tropicales. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol.*, N° 11(4), pp 151-185.
- De Guiran G., 1971.** *Le problème Meloidogyne et autres nématoses sur cultures vivrières tabac, caféier, riz.* In *les nématodes des cultures*. Ed. ACTA, Paris, France, pp. 447-473.
- De Guiran G., 1979 a.** A necessary diapause in root-knot nematodes. Observations on its distribution and inheritance in *Meloidogyne incognita*. *Rev. Nematol.*, Vol., 2, pp 223-231.
- De Guiran G., 1979 b.** Survie des nématodes dans les sols secs et saturés d'eau : œufs et larves de *Meloidogyne incognita*. *Rev. Nématol.*, Vol. 2, N°1 pp 65-77.
- De Guiran G. et Ritter M., 1979.** *Life cycle of Meloidogyne species and factors influencing their development.* In *root-knot nematode: systematic, biology and control.* Acad. Press, London, pp 171-191.
- De Guiran G., 1980.** Facteurs induisant chez *Meloidogyne incognita* un blocage du développement des œufs considéré comme une diapause. *Rev. Nematol.*, Vol. 3, N° 1, pp 61-69.
- De Guiran G., 1983.** *Les nématodes parasites des cultures en pays tempérés.* Ed. Littorale S.A., Béziers, France, p 41.
- Desaulniers M., Dubost M., 2003.** *Table de composition des aliments.* Vol. 1, Départ. de nutrition, Univer. de Montréal, Canada.
- Devis M., 2002.** Des méthodes de production durable pour la tomate. *PAN UK, Note N° 13, 5, p 1-2.*
- Dodson M., Bachmann J. et Williams P., 2002.** *Organique Greenhouse Tomato Production.* ATTRA, Hoti. Prod. Guide, Florida, USA, P16.
- Dommergues Y. Mangenot F., 1970.** *Ecologie microbienne du sol.* Edi Masson et Cie, Paris (France), p 796.
- Dufour R. Guarena M. et Earles R., 2003.** Alternative Nematode Control. *Pest Management Technical Note, N° 4, p 16.*
-

- 
- Dunn R.A., 1999.** *Nematode Management for Commercial Turf*. Ex. I.F.A.S., Univ. of Florida, p12.
- Echeverría M.M. et Chaves E. J., 1998.** Identification of *Meloidogyne nassi* Franklin. *Rev. Nematol.*44, pp 219-220.
- Ehwaeti M. E., Phillips. M. S. et Trudgill D. L., 1998.** The viability of *Meloidogyne incognita* eggs released from egg masses of different ages using different concentrations of sodium hypochlorite. *Rev. Nematol.* 44, pp 207–217.
- Ekanayake H.M.R.K. et Di Vito M., 1984.** Influence of root leachates and temperatures on eggs hatched of *Meloidogyne* species. *Nematologica Mediteranea*, N°12, pp 119-127.
- Eleanor Noss Whitney, Corinne Balog Cataldo, Sharon Rady Rolfes, 2002.** *Understanding normal and clinical nutrition*, 6th Edi., Etats-Unis.
- Elmore J. C. et Howland A. F., 1943.** *Life history and control of the tomato pinworm*. Ministère de l'Agriculture des États-Unis, bulletin technique 841.
- Ellissèche D., Bozec M. et Pellé R., 1992.** Utilisation de plantes monotiges pour l'étude des facteurs influençant le nombre de tubercules chez la pomme de terre. *Rev. Potato Res.*, Vol. 35, p 76.
- Faghihi J. et Ferris H., 2004.** *Soybean cyst nematode*. Field Crops Department of Entomology (USA), p 1 – 4.
- Fauquet C. et Thouven J. C., 1984.** Transmission par insectes des maladies virales de plantes en Afrique tropicale. *Bulletin de la Société entomologique de France*, Tome 89, 150<sup>e</sup> anniversaires, p 741- 746.
- Foury C., 1995.** Dossier désinfection. Quelques aspects de la désinfection solaire des sols. *PHM Revue Horticole*, 356, p 15-20.
- Garabedian S. et Hague N. G. M., 1983.** The effect of non volatile nematicides on the control of *Meloidogyne incognita* at different soil temperatures. *Rev. Nématol.*6 (1), pp 151-153.
- Garabedian S. et Hague N.G.M., 1984.** The effect of weekly exposures to on- volatile nematicides and sugarcane root diffusate on the hatching of *Heterodera sacchari*. *Rev. Nematol.*, Vol. 7, N° 1, pp 95-96.
- Giannakou I.O., Pembroke B., Gowen S.R. et Davies, 1997.** Effect of long storage and above normal temperatures on spore adhesion of *Pasteuria penetrans* and infection of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Rev. Nematol.*, Vol. 43, pp 185-192.
- Grasselly D., Navez B. Et Letard M., 2000.** *Tomate pour un produit de qualité*. Edi. Ctifl, Paris (France), p 200.
- Griffin D., 1968.** Interaction of *Meloidogyne* and *Agrobacterium tumefaciens* of Rasebery cultivars. *Plant disease Rap.* 41, pp 182- 186.
- Goodell P.B. et Ferris H., 1989.** Influence of Environmental Factors on the Hatch and Survival of *Meloidogyne incognita*. *Jour. of Netamatol.* Vol. 21, N° 3, pp 328-334.
- Hachemi A., 1991.** *Contribution à l'étude de l'influence de quelques facteurs sur le degré d'infestation des cultures sous abris-serres par les Meloidogyne sp. dans l'algérois*. Thèse Ing. Agro., INA El Harrach (Alger), p 32.
-

- Hammache M., 1994.** *Etude préliminaire de quelques aspects de la lutte biologique contre les Meloidogyne sous serres en Algérie.* Thèse Magister, INA El Harrach, Alger, pp 66.
- Hanneman J., 1995.** *Ecology and reproductive biology of potato: the potential for and the environmental implications of gene spread.* Eds. Fredrick, R.J, Virgin, I. and Lindarte, E., 70 pp.
- Hartman R.W., 1970.** Maona Wonder, new root-knot nematode resistant to pole beam. *Circ. Hawaii Exp. Stn., Vol. 67, pp 5-10.*
- Harranger J., Bonnel L., Cayrol J., Cherblanc G., Laterrot H. et Scotto La Messese, 1971.** *Les nématodes des cultures maraîchères. In les nématodes des cultures.* Edi. ACTA, Paris, pp 351-373.
- Hijmans R.J., Forbes G.A. et Walker T.S., 1998.** *Estimating the Global Severity of potato Late Blight.* CIP Program Report, Lima (Peru), Quito (Ecuador), pp 83-90.
- Hopkins W.G., Judd W.S., Campbell C.S., Kellog E.A., Stevens P.F., Nultsch W., Raven P.H., Hvert R.F., Eichhorn S.E., Trémolières A., 2003.** *Phytopathologie, Bases Moléculaires et Biologiques des Phathosystèmes et Fondements des Stratégies de Lutte.*Ed. De Boeck Université, Bruxelles, 427 p.
- Huang S.P., 1980.** Penetration, developement, reproduction and sex ratio of *Meloidogyne javanica* in three carrot cultivars. *Jour. of Nematol., Vol. 18, N°3, pp 408-412.*
- Hullé M. , Turpeau-Aït Ighil E., Robert Y. et Monnet Y., 1999.** *Les pucerons des plantes maraîchères. Cycle biologique et activité de vol.* ACTA-INRA, 136p.
- Ibrahim S. K. , 1991.**Distribution of carbohydrates on the cuticle of several developmental stages of *Meloidogyne javanica*. *Rev. Nématol.37, pp 275-284.*
- Ighili H., 1986.** Inventaire des nématodes phytophage sur cultures maraîchères et sur culture et sur palmier dattier dans la région de Ouargla. Thèse Ing. Agro., INA El Harrach (Alger), p 52.
- Ingham R., 1990.** Biology and control of root-knot nematodes of potato. Research report. Proceedings of the Oregon Potato Conference and Trade Show. pp 109.120.
- Ingham R., David N. et Zink R., 2004.** Pomme de terre. *Roports from San Luis Vally Resarch Center Vol.10 N°. 1, p 8.*
- INPV, 2003.** *Index des produits phytosanitaires à usage agricoles,* Ed. INPV (Alger), 192 p.
- INRAP, 2004.** *Tomate et concombre de France.* Guideamélioration des plantes maraîchères, Edi INRA (Paris), France, 47 p.
- ITCMI, 1994.** *Culture de la pomme de terre,* Guide pratique, Edi Int. Tech. des Cult. Maraî. et Indus., Alger, p 20.
- Jarvis, W.R. et H.J. Thorpe. 1981.** Control of fusarium foot and root rot of tomato by soil amendment with lettuce residues. *Canadian Journal of Plant Pathology, N° 3,pp 159-162.*
- J.O.A., 2004.** Les variétés de pomme de terre homologuées en Algérie. *Journal Officiel de la République Algérienne, N° 39, pp 6-16.*

- Johnson P.W. et Mckeen C.D., 1973.** Vertical movement and distribution of *Meloidogyne incagnita* (Nematodea) under tomato in a sandy loam greenhouse soil. *Canad. J. Pl. Sci.*, 53, pp 837-841.
- Jones A. et Dukers P.D, 1980.** Heritabilities of sweet potato resistance to root- knot caused by *Meloidogyne incongnita* and *M. Javanica*. *Jour. Amer. Soc. Horti. Sci.*, Vol. 105, pp 154-156.
- Jones F.G.W., 1982.** *The soil plant environnement in plant nematology*. Ed. Souththey, London, pp 46-52.
- Khan M.W. et Haider S.R., 1991.** Comparatives damage and potential and reproduction efficiency of *Meloidogyne javanica* and races of *Meloidogyne incognita* on tomato and eggplant. *Rev. Nematol. Vol. 37*, pp 293-303.
- Karssen G., 1996.** On the morphologie of *Meloidogyne sasseri* Handoo, Huettel et Morgan Golden .1993. *Rev. Nematol. 42, 42*, pp 262-264.
- Khellili M., 1999.** *Etude de l'effet des doses d'inoculum de Meloidogyne sp. sur quelques plants cultivés et contribution à l'étude de l'effet nématocide de quelques plantes*. Thèse Ing. Agro., INA, Alger, p 65.
- Kolev N., 1976.** *Les cultures maraîchères en Algérie*. Edi. M. A.R.A., T.I., p 208.
- Kouassi B. A., Kerlan M.C., Sobczak M., Dantec J.,P., Rouaux C., Ellissèche D., et Mugniéry D., 2004.** Resistance to the root –knot nematode *Meloidogyne fallax* in *Solanum sparsipilum*: analysis of the mechanisms. *Rev. Nematol. Vol. 6(3)*, pp 389-400.
- Lacroix M., 2004.** Bien connaître les coupables des maladies bactériennes sur la tomate, le piment et les crucifères. *M.A.P.A.(Quebec)*, p 1-4.
- Lamberti F., 1971.** Nematode-induced abnormalities of carrot in Southern Italy. *Ptant Disease Report Vol. 55*, pp 111-113.
- Lamberti F. et Taylor, 1979.** *Economy importance on Meloidogyne sp. in subtropical and Mediterranean climates*. Labo. Di nematologie agrarian Edi. C.N.R, Bari (Italie), pp350 -357.
- Lamberti F., 1981.** *Plant nematode problemes of the mediterranean région*. Inst. Nematol. Agro., C.N.R, Bari (Italie), pp 150-157.
- Lamberti F., 1984.** Nematodes problems of the Mediterranean coastal stripe in the Syrian Arab republic. *Rev. Nematol. Nudit. Vol. 12*, pp 53-64.
- Lambert L, 2004.** Chancre bactérien de la tomate. *Cultures en serres, N° 14*, pp 27-07.
- Langeslag M., Mugniery D. et Fayet G., 1982.** Développement embryonnaire de *Globodera rostochiensis* et *G. pallida* en fonction de la température, en conditions contrôlées et naturelles. *Rev. Nematol. Vol. 4, N° 1*, pp 103-109.
- Laterrot H., 1968.** *Contribution à l'amélioration de la tomate pour la résistance aux maladies, et notamment à celle causée par la mosaïque du Tabac*. Thèse ingénieur DPE. CNAM., 117p.
- Laumonier R., 1979.** *Cultures légumières et maraîchères*. Edi. Baillère, Tome 3, pp 92-105.
- Mahajan R., Singh P. et Bajaj K.L., 1985.** Nematicidal activity of some phenolic

- compounds against *Meloidogyne incognita*. *Rev. Nematol.*, Vol. 8, N°2, pp 161-164.
- Mallamaire, 1965.** *Les acariens nuisibles aux cultures au Sénégal et en Mauritanie*. Congrès de la Protection des Végétaux. Edi. CCI, Maseille, France, p 6.
- M.A.D.R, 2002.** *Statistiques Agricoles, Superficies et produits*. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural p 14.
- M.A.D.R, 2004.** *Statistiques Agricoles, Superficies et produits*. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (Alger), p 18.
- McCarter J. P., Mitreva M.D. ,Martin J. , Dante M. ,Wylie T., RAO U.,Pape D.,Bowers Y., Theising B., Murphy C. V., Kloek A.P., Chiapelli B. J.,Clifton S. W., Bird D. M. et Waterston R. H., 2003.** Analysis and functional classification of transcripts from the nematode *Meloidogyne incognita*. *Rev. Genom Biology* N°4,R 26.p18.
- McLeod R.W., Kirkegaard J.A. et Steel C.C., 2001.** Invasion, development and egg laying by *Meloidogyne javanica* in Brassicaceae crops. *Rev. Nematol.*, Vol. 3, N° 5, PP 463-472.
- McSorly R., 1998.** Alternatives practies for managing plant-parasitic nematodes. *Am. Jour. of Alternative Agri., USA*, Vol. 13, N°3, pp 98-104.
- Merah L., 2002.** *Effet de la température sur la fertilité des Meliodogyne (Nematoda-Meloidogynidae). Etude de la pathogénicité de trois populations de Meloidogyne à basse température et réponse variétale vis-à-vis de ces derniers*. Thèse Magist. Agro., INA, Alger, p 90.
- Messiean CM, Blancard D., Rouxel F., Lafon R., 1991.** *les maladies des plantes maraîchères*. Edi. INRA, Paris, 552p.
- Minaud J., 1972.** Eléments partiques conditionnant le choix le choix d'une méthode de lutte contre les nématodes. *Rev. Phytoma, Déf., Cult.*, N° 240, pp 13-19.
- Mokabli A., 1988.** *Principaux facteurs qui déterminent l'importance et l'agressivité des Meloidogyne sous abris serres en Algérie*. Thèse Magi. I.N.A El Harrach (Alger), p 69.
- Morard P., 1974.** Rôle physiologique du potassium chez les végétaux supérieurs. *Rev. de la potasse. Sec. 3* N° 10, pp 1-8.
- Morand S., 2002.** Life history evolution of nematodes : linking epidemiological modelling and comparative tests. *Rev. Nematol.*, Vol. 4, N°5, pp 593-599.
- Nechadi S., Benddine F., Moumen A. et Kheddami M., 2002.** Etat des maladies virales de la tomate et stratégie de lutte en Algérie. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 32, 21-24.
- Noe P., 1991.** Development of *Meloidogyne arenaria* on peanut and soybean under two temperature cycles. *Jour. of Nematol.*, Vol. 23, N°4, pp 468-476.
- Netscher C. et Duponnois R., 1998.** Use of aqueous suspensions for storing and inoculating spores of *Pasteuria penetrans*, parasite of *Meloidogyne spp.* *Rev. Namatol.*, Vol. 44, pp 91-94.
- Oduor-Owino P., Sikora R.A., Waudo S.W. et Schuster R.P., 1996.** Effect of aldicarp and mixed cropping with *Datura stramonium*, *Ricinus communis* and *Tagetes minuta* on the biological control and integrated management of *Meloidogyne javanica*. *Rev. Nematol.*, Vol. 42, pp 127-130.

- OECD, 1997.** Consensus Document on the Biology of *Solanum tuberosum* subsp. *Tuberosum* (Potato). *Series on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology*, N° 8, OECD, Paris, 38 p.
- Oka Y., Ben-Daniel B. et Cohen Y., 2001.** Nematicidal activity of powder and extracts of *Inula viscosa*. *Nematol. Vol. 3, N° 8, p 735- 742.*
- Oka Y. et Yermiyahu U., 2002.** Suppressive effects of composts the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* on tomato. *Rev. Nematol.*, Vol. 4(8), pp 891-898.
- Prot J. C., 1976.** Amplitude etcinétique des migrations du nématode *Meloidogyne javanica* sous l'influence d'un plant de tomate. *Cah. ORSTOM, sér., Biol., vol., XI, N°3, pp 157-166.*
- Prot J. G. et Matias D. M., 1995.** Effects of water regime on the distribution of *Meloidogyne graminicola* and other root-parasitic nematodes in a rice field toposequence and pathogenicity of *M. graminicola* on rice cultivar UPL R15. *Rev. Nematol.* 41, pp 219-228.
- Rao M.S., Panka J., et Reddy P.P., 1998.** Penetration and development of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in resistant hybrid and lines of tomato. *Indian Jour. of Nematol.*, Vol. 28, N°1, pp 6-9.
- Rapilly F., 1990.** *L'épidémiologie en pathologie végétale (mycoses aériennes)*. Edi. INRA, Paris (France), p 317.
- Reddy P. P., 1983.** *Plant nematology*. Agric. Publ. Acad., New Delhi, p 287.
- Ritter M. et Ritter R., 1958.** *Caractères du cycle évolutif d'un Meloidogyne. Traité de Zoologie (Nemathemintes)*. Edi. Masson et Cie. Tomme 4, Fax. 2, p 731.
- Ritter M., 1971.** *Les nématodes et l'agriculture. In les nématodes des cultures*. Edi. ACTA, Paris, pp 533-535.
- Ritter M., 1973.** Cycle et développement des *Meloidogyne*. *O.E.P.P/E.P.P., Bul.*, 9, pp 53-59.
- Ritter M., 1985.** Connaissances nouvelles sur la biologie des nématodes : Conséquences pratiques. *C.R.A, Cad. Agr. France, Vol. 71, pp 691-700.*
- Rivoal R., 1988.** Résistance des céréales au développement d'*Heterodera avenae* : Etat des recherches et perspectives d'utilisation. *Deuxième Conf. Inter. sur les maladies des plantes, T.I, France, pp 453-463.*
- Rivoal R. et Cook R., 1993.** *Nematodes pests of cereales. I plant paristic nematodes temperates agriculture*. Edi. CAB international, Cambridge, pp 259-303.
- Robinson M. P., Atkinson H. J. et Perry R. N., 1987.** The influence of temperature on the hatching, activity and lipid utilization of second stage juveniles of the potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Revue Nématol.* 10 (3) p 349-354.
- Robest P.A. et May D., 1986.** *Meloidogyne incognita* resistance characteristics in tomato genotypes developed for processing. *Jour. of Nematol.*, Vol. 18, pp 353-359.
- Roberts P.A., 1987.** The influence of planting date of carrot on *Meloidogyne incognita* reproduction and injury to roots. *Rev. Nematol.*, Vol. 33, pp335-342.
- Robuchon J., 1994.** *Le meilleur & le plus simple de la pomme de terre*, Ed. Robert

Laffont, 250 p.

**Rousselle P., Robert Y. et Crosnier J.C., 1996.** *La pomme de terre*, INRA, Paris (France), p 607.

**Rossi M. Goggin F., L., Millingan S.B., Kalooshian I., Ullman D.E. et Williamson V., 1998.** The nematodes resistance gene M 1, of tomato Confers resistance against the potato aphids. *Proc. Of the Natio. Acadi. Sci. of the USA, Vol., 95, N° 17, pp 9750-9754.*

**Rowe, R.C. 1982.** Tomato diseases: the silent enemy. I. [*Verticillium, Fusarium, Alternaria, Phytophthora, Septoria*]. *Am. Veg. Grower Greenhouse Grower*, 30(8): p.12, 14, 16.

**Ryder H. et Grittenden 1 1962.** Interaction ships tobacco ring spot virus and *Meloidogyne incognita* acrita in root of sorybean. *Rev. Nematol.*, Vol. 34, N°2, pp 125-130.

**Sasser J.N. et Kirby M.F., 1979.** *Crops cultivars resistant to root knot nematodes, Meloidogyne spcies.* Edi. N.C., USA, p 24.

**Sayre R.M., 1971.** Biotic infleunce in soil environnement in plante parasiticanematode. *Acad. Press. New York (USA)*, pp 235-254.

**Sayre R.M. et Starr M.P., 1988.** *Bacterial diseases and antagonisme of nematodes.* In Diseases of nematodes, Vol. 1, Edi. CRC Press., Inc., Boca Raton, Florida, pp 69-101.

**Semal J., 1989.** *Traité de pathologie végétale.* Edi. Les presses agronomiques de Gembloux (Belgique), p 621.

**Schneider J., 1971.** *Les nématodes des cultures.* Ed. A.C.T.A., F.N.G.P.C. , Paris (France) pp 327-677.

**Scott, I.T. 1923.** The influence of hydrogen-ion concentration on the growth of *Fusarium lycopersici* and on tomato wilt. *Missouri Agricultural Exper. Station Reser. Bulletin* 64.

**Scotto La Massese C., 1971.** *Les nématodes en arboricultures et en viticulture.* Edi. ACTA, Paris, pp 377-400.

**Scotto La Massese C., 1986.** Influence des caractéristiques du milieu sur la distribution des nématodes telluriques. *Buul. Rech. Agr. Gembloux*, 21 (2), pp 225-272.

**SENGENTA, 2004 .** *Les maladies fongiques de la pomme de terre.* Guide des produits légumes, Ed. Sengenta (Belgique), 30p.

**Senoussi M., 1975.** *Identification des Virus des Solanacées Maraîchères (Tomate-Poivron) en Mitidja Sous Serres et Plein Champs.* Thèse Ing. Agro. INA, El Harrach (Alger).

**Sharma A. et Trivedi P.C., 1992.** Studies on the life cycle of *Meloidogyne incognita* in two cultivars of *Trigonella foenum-graecum*. *Rev. Nematol.Medit*, Vol. 20, pp 215-216.

**Sherf A. et MacNab A.A., 1986.** *Vegetable diseases and their control.* 2<sup>ème</sup> Edi. Wiley et Sons, New York. p 728.

**Smant G., Stokkermans J.P., Yan Y., de Boer J.M., Baum T.J., Wang X., Hussey RS, Gommers FJ, Henrissat B, Davis EL, Helder J, Schots A, Bakker J., 1998.** *Endogenous cellulases in animals: isolation of beta- 1,4-endoglucanase genes from*

- two species of plant-parasitic cyst nematodes. Proc Natl Acad Sci USA, pp 4906-4911.
- Speijer R.P., Rotimi M. O. et Waele D.D. 2001.** Plant parasitic nematodes associated with plantain (*Musa spp.*, AAB- group) in southern Nigeria and their relative importance compared to other biotic constraints. *Rev. Nematol.* Vol.3 (5), pp 423-436.
- Sosa-Moss C., 1985.** Report on the status of *Meloidogyne* research in Mexico, Central America and the Caribbean countries. In an advanced treatise on *Meloidogyne*. Vol.1 Biology and control. Edi. Sasser J.N. and Carter C.C., North Carolina State Univ. Graphics, pp 327-351.
- Southey J., 1983.** Nematodes pests of ornamental and bulb crops. In plant parasitic nematodes in temperate agriculture. Edi. C.A.B Inter., Cambridge, pp 463-500.
- Souza-Sobrinho S.F., Maluf W.R., Gomes L.A.A., et Campos V.P., 2002.** Inheritance of resistance to *Meloidogyne incognita* race 2, in the hot pepper cultivar Carolina Cayenne (*Capsicum annuum* L.). *Rev. Gene. and Mole. Rese.*, Vol.1, N° 3, pp 271-279.
- Stephan Z.A., 1983.** The effects of different densities of *Meloidogyne ardensis* and of three populations of *M. hapla* on the growth of tomato at the four soil temperatures. *Rev. Nematol. Medit.*, Vol. 11, pp 93-100.
- Strling G.R. et Watchel M.F., 1985.** Root-Knot nematode (*Meloidogyne hapla*) on potato in South Australia. *Jour. Aust. Exp. Agri.*, Vol., 25, pp 455-457.
- Sun S.k. et Huang Jenn W., 1985.** Formulated soil amendment for controlling fusarium wilt and other soilborne diseases. *Plant Disease*, 69:917-920.
- Sylvie R., Voldeng H., 1999.** Des plantes transgéniques résistantes aux maladies : mythes ou réalité, *Colloque sur les plantes transgéniques, (CEROM), Quebec, N° 99, 01, 9 p.*
- Talavera M., Magunacelaya J.C., Tobar A., 1999.** Plant parasitic nematodes from a forest tree nursery in southern Spain with some notes about the influence of soil storage on the quantitative recovery of *Meloidogyne arenaria*. *Rev. Nematol.*, Vol. 1, N° 3, pp 261-266.
- Trudgil D.L., Kerry B.R., et Philips M.S., 1992.** Integrated control of nematodes. *Rev. Nematol*, Vol. 3, pp 482-487.
- Trudgill D.L., 1995.** Influence of temperature on the development and survival of *Meloidogyne javanica*. *Rev. Nematol.*, N° 40, pp 203-303.
- U.I.E., 1993.** Root-knot nematodes. *Report on Plant Disease No. 1101, University of Illinois at Urbana-Champaign*, pp 1-8.
- Valloton R., 1983.** La lutte biologique contre les nématodes phytoparasites. *Rev. Agri.* Vol.15, N°6, pp 263-267.
- Villeneuve F., 1999.** Légumes de plein champ. Protection phytosanitaire respectueuse de l'environnement. CTIFL, 191p.
- Vos P., Simons G., Jesses T., Wijbrandi J. Heinen L., Hogers R., Frijters A., Groenendijk J., Diergaarde P., Reijans M., Fierens-Onstenk J., Both M., Peleman J., Liharska T., Hontelez J. et Zabeau M., 1998.** The tomato M 1 gene confers resistance to both Root-Knot nematodes and potato aphids. *Nat. Biotech.*, Vol. 16,

13,pp 1365-1369.

**Waele D. D. et Davide R. G., 1998.** Nématodes à galle de bananier et plantain : *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 et *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. *INIBAP, Parasites et Ravageurs des Musa : Fich. Tech. N°3, p4.*

**Wallace H.R., 1966.** The influence of moisture stress on the development, hatch and survival of *Meloidogyne javanica*, *Rev. Nematol. Vol. 14, pp 231-242.*

**Watterson J.C., 1985.** *Tomato diseases.* A practical guide for seedsmen, growers and agricultural advisors. Edi Petoseed Company, p 1-10.

**Williamson V.M., 1998.** Root-knot nematode resistance genes in tomato and potential. *Annal. Rev. of Phytopathology, N°36, pp 277-293.*

**Wrather J. A. et Albers D., 1992.** *Cotton Disease and Nematode Management.* Publication G-4261. Cooperative Extension Service, University of Missouri. 4 p.

**Wyss U., Grundler FMW et Munch A., 1992.** The parasitic behavior of second-stage juveniles of *Meloidogyne incognita* in roots of *Arabidopsis thaliana*. *Rev. Nematol. N° 98, pp 98-111.*

**Zahid M., Nobbs J., Gurr G.M., Hodda M., Nikandrow A., Fulkerson W.J. et Nicol H., 2001.** Effect of the clover root-knot nematode (*Meloidogyne trifoliophila*) on the growth of white clover. *Rev. Nematol. Vol.3, N° 5, pp 437-446.*

**Zemmouri, 1995.** *Essai de lutte par l'emploi de plantes nématicides contre Meloidogyne incognita.* Thèse Ing. Agro. INA El Harrach., Alger, p 42.

# Annexes

## Annexe 1



	Régions	Exploitations (Nombre)	Mode conduite	
			Plain champ en Nombre exploitation	Sous serre en Nombre exploitation
			Zemmam	4
Cap Djinet	2	0	2	
Bordj Mnaïel	1	0	1	
Isser	4	3	1	
Si Mustapha	3	1	2	
Widi Douid	3	0	3	
Bachlia	5	3	2	
Legata	2	2	0	
Taourga	7	4	3	
Total	30	23	17	

Tableau 26 : Mode de conduite de la culture de tomate dans les régions prospectées à Boumerdes.

Régions	Exploitations prospectées	Variétés cultivées							
		Nombre d'exploitation (Culture de plein champ)				Nombre d'exploitation (Culture sous serre)			
		Hybride	(%)	Sauvage	(%)	Hybride	(%)	Sauvage	(%)
Zemmam	4	3	75	1	25	1	25	1	1
Cap Djinet	2	0	0	0	0	2	100	2	2
Bordj Mnaïel	1	1	100	0	0	0	0	0	0
Isser	4	3	75	1	25	1	25	1	1
Si Mustapha	3	0	0	0	0	2	66,66	1	33,33
Widi Douid	3	0	0	0	0	3	100	3	3
Bachlia	5	2	40	1	20	2	40	3	60
Legata	2	2	100	0	0	0	0	0	0
Taourga	7	4	57,14	1	14,28	2	28,57	0	0
Total	30	13	21,66	9	15	36	63,33	0	0

Tableau 27 : Type de variétés de tomate cultivées dans les exploitations visitées à Boumerdes.

Régions	Exploitations prospectées	Méthode d'irrigation					
		Canaux à goutte	(%)	Régule	(%)	Aspersion	(%)
Zemmam	4	4	100	0	0	0	
Cap Djinet	2	2	100	0	0	0	
Bordj Mnaïel	1	1	100	0	0	0	
Isser	4	1	25	3	75	0	
Si Mustapha	3	3	100	0	0	0	
Widi Douid	3	3	100	0	0	0	
Bachlia	5	1	20	4	80	0	
Legata	2	2	100	0	0	0	
Taourga	7	1	14,28	6	85,71	0	
Total	30	5	16,66	24	80	0	

Tableau 28 : Mode d'irrigation dans les régions prospectées dans la wilaya de Boumerdes.

	Régions	Provenance des plants				
		Exploitations prospectées	Amalgames d'exploitations	(%)	Importé L'exploitation	(%)
Boumerdes	Zemmour	4	5	25	1	15
	Cap Djinet	7	5	23,23	1	14,3
	Bordj Menaïel	11	9	51,81	2	18,18
	Isser	4	1	20		0
	St Mustapha	3	3	100		0
	Sidi Damou	8	3	62,5		0
	Daghia	6	3	100		0
	Leguia	9	1	11,11	4	44,44
	Taourga	7	4	37,14	3	42,85
	Total	51	40	66,66	20	33,33

Tableau 29 : Provenance des plants de tomate dans les régions prospectées à Boumerdes.

	Régions	Traitements nématicides		
		Exploitations prospectées	Exploitations traitées	Pourcentages (%)
Boumerdes	Zemmour	4	0	0
	Cap Djinet	9	0	0
	Bordj Menaïel	11	0	0
	Isser	4	0	0
	St Mustapha	3	0	0
	Sidi Damou	8	0	0
	Daghia	6	0	0
	Leguia	9	0	0
	Taourga	7	0	0
	Total	50	0	0

Tableau 30 : Importance des traitements nématicides dans les régions prospectées à Boumerdes.

	Régions	Infestation		
		Exploitations prospectées	Exploitations infestées	Pourcentage d'infestation (%)
Boumerdes	Zemmour	4	0	0
	Cap Djinet	9	0	0
	Douj Mraïel	11	0	0
	Isser	4	0	0
	El Mestapha	0	0	0
	Sidi Daoud	8	-	1
	Laghia	5	0	0
	Legala	0	0	0
	Tavouga	7	0	0
Total	58	1	1,44	

Tableau 31 : Etat d'infestation des exploitations prospectées dans la wilaya de Boumerdes.

	Régions	Cultures													
		Oliviers		Salicornies		Citrinières		Cannabifères		Légumineuses		Rizicultes		Champètes	
		Nombre	(%)	Nombre	(%)	Nombre	(%)	Nombre	(%)	Nombre	(%)	Nombre	(%)	Nombre	(%)
Boumerdes	Zemmour	0	0	4	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cap Djinet	0	0	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Douj Mraïel	0	0	5	45,83	0	0,00	1	11,11	-	0	0	0	0	0
	Isser	1	25	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	0	0
	El Mestapha	1	1	0	0,00	-	0	1	100	1	1	1	1	1	1
	Sidi Daoud	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	Laghia	0	0	4	44,44	0	0,00	1	11,11	0	0	0	0	0	0
	Legala	0	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0
	Tavouga	0	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0
Total	1	1,67	48	91,66	4	6,66	2	11,36	4	6,66	1	1,67	1	1,67	

Tableau 32 : Précédent culturel dans les régions prospectées dans la wilaya de Boumerdes.

	Régions	Exploitations (Nombre)	Mode de conduite	
			Plein champ en Nombre exploitation	Sous verre en Nombre exploitation
<b>ALGER</b>	<b>Ain Taya</b>	/	2	5
	<b>Reghaïa</b>	10	4	6
	<b>Dar El Beïda</b>	6	6	0
	<b>Gué de Constantine</b>	4	4	0
	<b>Stoueli</b>	15	15	0
	<b>Zeralta</b>	10	10	0
	<b>Douéra</b>	8	8	0
	<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>49</b>	<b>11</b>

Tableau 33 : Mode de conduite de la culture de tomate dans les régions prospectées à Alger.

		Variétés utilisées							
Régions	Exploitations par région	Nombre d'exploitation (Cultures de plein champ)				Nombre d'exploitation (Cultures sous serre)			
		Hybride	(%)	Recurrent	(%)	Hybride	(%)	Recurrent	(%)
		2	40	3	3	3	60	0	0
Ain Taya	5								
Région Des El Oued	10	1	40	3	3	60	0	0	
Com de Coms Aurès	4	3	100	3	3	0	0	0	
Sétif	15	15	100	7	7	0	0	0	
Souk Ahradj	10	10	100	7	7	0	0	0	
Oran	5	5	100	1	1	0	0	0	
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>46</b>	<b>76.66</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>18.33</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
ALGER									

Tableau 34 : Type de variétés de tomate cultivées dans les exploitations visitées à Alger.

Infestation de quelques régions du littoral centre par les nématodes à galles.

	Régions	Exploitations prospectées	Mode d'irrigation					
			Counts à goutte	(%)	Rigole	(%)	Aspersion	(%)
ALGER	Aïn Taya	7	5	71.42	2	28.57	0	0
	Reghaia	12	5	60	4	40	0	0
	Dar El Bekkaj	4	2	50	6	100	0	0
	Qué de Constantine		1	100	0	0	0	0
	Stamouh	13	13	100	0	0	0	0
	Zéralda	11	10	100	0	0	0	0
	Douéra	8	8	100	0	0	0	0
	<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>48</b>	<b>73.33</b>	<b>12</b>	<b>26.67</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Tableau 35 : Mode d'irrigation dans les régions prospectées à Alger.

	Régions	Provenance des plants				
		Exploitations prospectées	Au niveau de l'exploitation (%)	Hors de l'exploitation	(%)	
ALGER	Aïn Taya	7	5	71.42	2	28.57
	Bejsia	10	9	90	1	10
	Dar El Beïda	6	2	33.33	4	66.66
	Gué de Constantine	1	1	100	0	0
	Stammeli	11	14	93.33	1	6.66
	Zécalia	10	10	100	0	0
	Douéra	8	4	50	4	50
	<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>48</b>	<b>79.99</b>	<b>12</b>	<b>20.00</b>

.Tableau 36: Provenance des plants de tomate dans les régions prospectées à Alger.

	Régions	Traitements nématicides		
		Exploitations prospectées	Exploitations traitées	Pourcentage (%)
ALGER	Aïn Taya	7	3	42.85
	Reghaia	10	0	0
	Dar El Beïda	5	0	0
	Côte de Constantine	4	3	75
	Stacuel	15	13	86.66
	Zéralda	10	8	80
	Douéra	3	3	100
	<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>33</b>	<b>55</b>

Tableau 37 : Importance des traitements nématicides dans les régions prospectées à Alger.

	Régions	Infestation		
		Exploitations prospectées	Exploitations infestées	Pourcentage d'infestation (%)
<b>Alger</b>	<b>Aïn Taya</b>	7	3	42.85
	<b>Reghaia</b>	10	1	10
	<b>Dar El Beida</b>	6	0	0
	<b>Gué de Constantine</b>	4	3	75
	<b>Staoueli</b>	15	14	93.33
	<b>Zéralda</b>	10	9	90
	<b>Douéra</b>	8	8	100
	<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>38</b>	<b>63.33</b>

Tableau 38 : Etat d'infestation dans les régions prospectées à Alger.

Infestation de quelques régions du littoral centre par les nématodes à galles.

Alger	Région	Familles													
		Omb.		Vallées		Cruel.		Cours.		Légum.		Elev.		Champ.	
		Nombre	(%)	Nombre	(%)	Nombre	(%)	Nombre	(%)	Nombre	(%)	Nombre	(%)	Nombre	(%)
Alger	Aïn Taya	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Reghaia	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Des El Baïa	1	1	0	66,66	1	0	1	1	1	66,66	1	1	0	66,66
	Unité de Constantine	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sétouali	1	1	0	33,33	1	0	1	33,33	1	33,33	1	1	1	1
	Sétouali	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Douéra	1	12,5	0	32,5	0	0	0	0	2	25	0	0	0	0
	Total	2	100	0	95	0	0	2	100	4	66,66	0	0	1	1,66

Tableau 39 : Précédent cultural dans les régions prospectées de la wilaya d'Alger.

Tipaza	Régions	Exploitations prospectées	Mode de conduite	
			Plein champ en nombre d'exploitations	Sous serre en nombre d'exploitations
			Enadour	15
Aïn Tadjemait	9	5	4	
Htata	10	4	6	
Merrad	12	5	7	
Kolea	6	4	2	
Cherhal	3	3	3	
Total	60	36	24	

Tableau 40 : Mode de conduite de la culture de tomate dans les régions prospectées à Tipaza.

	Région	Variétés utilisées								
		Exploitations présentées	Nombre d'exploitations (Culture de plein champ)				Nombre d'exploitations (Culture sous serre)			
			Hybride (%)		Standard (%)		Hybride (%)		Standard (%)	
			Hybride	(%)	Standard	(%)	Hybride	(%)	Standard	(%)
TIPAZA	Valour	15	15	86.66	0	0	2	13.33	0	0
	4in Egounail	9	9	94.44	0	1	2	24.44	0	1
	II'Hadja	10	5	50	0	0	5	50	0	0
	Mourad	13	5	41.56	0	0	7	58.88	0	0
	Kalea	6	3	50	0	0	3	50	0	0
	Cherbell	8	5	62.5	0	0	3	37.5	0	0
	<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>36</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Tableau 41 : Type de variétés de tomate cultivées dans les exploitations visitées à Tipaza.

Infestation de quelques régions du littoral centre par les nématodes à galles.

TIPAZA	Régions	Exploitations prospectées	Mode d'irrigation					
			Courte à goutte 15	(%) 100	Rigole 0	(%) 0	Aspersion 0	(%) 0
	Nadour	15						
	Ain Tagourait	9	9	100	0	0	0	0
	H'raïba	10	10	100	0	0	0	0
	Meurad	12	12	100	0	0	0	0
	Koua	6	6	100	0	0	0	0
	Cherchell	8	8	100	0	0	0	0
			60	100	0	0	0	0
	Total	60						

Tableau 42 : Type d'irrigation dans les régions prospectées de la wilaya de Tipaza.

Tipaza	Régions	Exploitations prospectées	Provenance des plants			
			Au niveau de l'exploitation	(%)	Hors de l'exploitation	(%)
	Nadour	15	8	53.33	7	46.66
	Ain Tagourait	9	5	55.55	4	44.44
	H'raïba	10	5	50	5	50
	Meurad	12	3	25	9	75
	Koua	6	3	50	3	50
	Cherchell	8	5	62.5	3	37.5
	Total	60	29	48.33	31	51.66

Tableau 43 : Provenance des plants de tomate dans les régions prospectées de Tipaza.

	Régions	Traitements nématocides		
		Exploitations prospectées	Exploitations traitées	Pourcentage (%)
<b>TIPAZA</b>	<b>Nadour</b>	15	13	86.22
	<b>Ain Tagourait</b>	9	5	55.55
	<b>H'ttaba</b>	10	8	80
	<b>Meurad</b>	12	5	41.66
	<b>Kolea</b>	6	6	100
	<b>Cherchell</b>	8	5	62.5
	<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>42</b>	<b>70</b>

Tableau 44 : Importance des traitements nématocides dans les régions prospectées à Tipaza.

	Infestation			
	Régions	Exploitations prospectées	Exploitations infestées	Pourcentage d'infestation (%)
<b>TIPAZA</b>	<b>Nadour</b>	15	5	33.33
	<b>Ain Tagourait</b>	9	6	66.66
	<b>H'ttafba</b>	10	1	10
	<b>Meural</b>	12	0	0
	<b>Kolaa</b>	6	1	16.66
	<b>Cherchell</b>	8	2	25
	<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>15</b>	<b>25</b>

Tableau 45 : Etat d'infestation des exploitations prospectées de la wilaya de Tipaza.

Région	Dah.		Familles											
	Dah.		Sakou.		Coud.		Cous.		Légnou.		Kous.		Bouq.	
	Mbes	#	Mbes	%	Mbes	#	Mbes	#	Mbes	#	Mbes	#	Mbes	%
Adrar	0	0	10	99%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wadnia														
Adn Taggayet	1		7	11	1				1				1	11
El Oued	1		8	50	0				1	10			1	10
Alger	0	0	10	50%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bordj	0		8	50	0				0	100%			0	100%
Chenoua	1		5	10	1			1	1			1	1	10
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>76,6%</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,1%</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>5</b>

Tableau 46 : Précédent cultural dans les régions prospectées de la wilaya de Tipaza.

## Annexe 3

Villes	Municipes	Variétés à pomme rouge:			Variétés à pomme blanche:					
		Mingoua	Esserfa	Chimberl	Alus	Imel	Arach	Elferou	Lusid	Mouélul
Oran	1	-	-	+	+	+	-	-	-	+
	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	+	-	-	-	+
	4	-	-	-	+	+	-	-	+	-
	5	-	-	1	-	1	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	1	1
	7	-	-	+	+	+	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	9	-	-	-	-	-	-	-	1	-
	11	-	-	-	+	+	-	-	-	+
Alger	12	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	13	-	-	-	1	1	-	-	-	-
	14	-	-	-	+	+	-	-	+	-
	15	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	-	-	-	1	1	-	-	-	-
	18	-	-	-	+	-	-	+	+	-
	19	-	-	-	+	+	-	+	-	-
	20	-	-	-	-	1	-	-	1	-
	21	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Tipaza	1	-	-	+	+	+	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	1	-	-	1	-
	3	-	-	-	+	+	-	-	-	+
	4	-	-	-	+	+	-	-	-	-
Total	27	3	14	5	10	12	17	3	7	6

Tableau 47 : Disponibilité des variétés de pomme de terre dans quelques régions du littoral algérois.

## Annexe 4



