

Figure 1: Femelle du nématode *Scutellonema cavenssi* parasite de l'arachide au Sénégal.

UE : NEMATODES

PHYTOPARASITES

CHAPITRE 1

INTRODUCTION AUX NEMATODES

PHYTOPARASITES

1- Morphologie des Nématodes phytoparasites

2- Biologie des Nématodes phytoparasites

2.1- Relation avec le milieu

**2.2- Reproduction et
développement des Nématodes pytoparasites**

**3.3- Relations avec l'hôte et
degats occasionnés a la plante**

INTRODUCTION AUX NEMATODES PHYTOPARASITES

1. INTRODUCTION

Les nématodes phytoparasites sont des vers ronds allongés en fuseau (Figure 1); cependant chez certaines espèces le corps de la femelle adulte peut se renfler et devenir plus ou moins globuleux.

Ils vivent dans la couche arable du sol et sont de taille microscopique mesurant entre 0,3 et 5 mm de longueur et seulement 30 à 50 millièmes de millimètre de diamètre ; un examen du sol à l'œil nu ne permet donc pas de les voir. Pour les observer il faut, après les avoir

extraits du sol, une loupe binoculaire ou un microscope

Ils sont très nombreux. Les sols cultivés peuvent en renfermer plusieurs millions par m². Il en existe des centaines d'espèces ; certaines sont typiques des régions tropicales, d'autres plus abondantes dans les zones tempérées.

Pratiquement toutes les plantes, cultivées ou spontanées, sont parasitées par une ou plusieurs espèces de nématodes. Certains provoquent des dommages importants aux cultures ; ceci, en particulier dans les pays tropicaux où règne en permanence une température favorable à leur multiplication.

2. MORPHOLOGIE

Ils ont un aspect vermiforme (Figure 2). Leur corps, recouvert d'une cuticule a la forme d'un cylindre plus ou moins aminci aux deux extrémités. A l'extrémité antérieure s'ouvre la

bouche. Elle est pourvue d'un stylet, structure cuticulaire durcie, analogue à une aiguille hypodermique. Ce stylet peut faire saillie. Un nématode se nourrit sur une plante en perforant, à l'aide de son stylet, les parois cellulaires et en aspirant le contenu des cellules. L'aspiration est provoquée par les contractions d'un bulbe musculieux agissant comme une pompe : le bulbe médian.

A l'extrémité postérieure se trouve la queue. Le tube digestif comprend l'œsophage, l'intestin et le rectum qui s'ouvre vers l'extérieur par un anus, situé à la base de la queue.

L'appareil reproducteur male comprend un ou deux testicules, deux spicules qui sont les organes de copulation et font saillie par le cloaque en étant guidés par le gubernaculum. La bursa caudale, lorsqu'elle est présente, est une membrane servant à retenir la femelle durant l'accouplement.

L'appareil reproducteur femelle est formé d'un ou deux ovaires, d'une spermathèque, d'un utérus et d'un-vagin. La vulve a une position variable suivant les espèces mais elle est généralement située au milieu du corps lorsqu'il

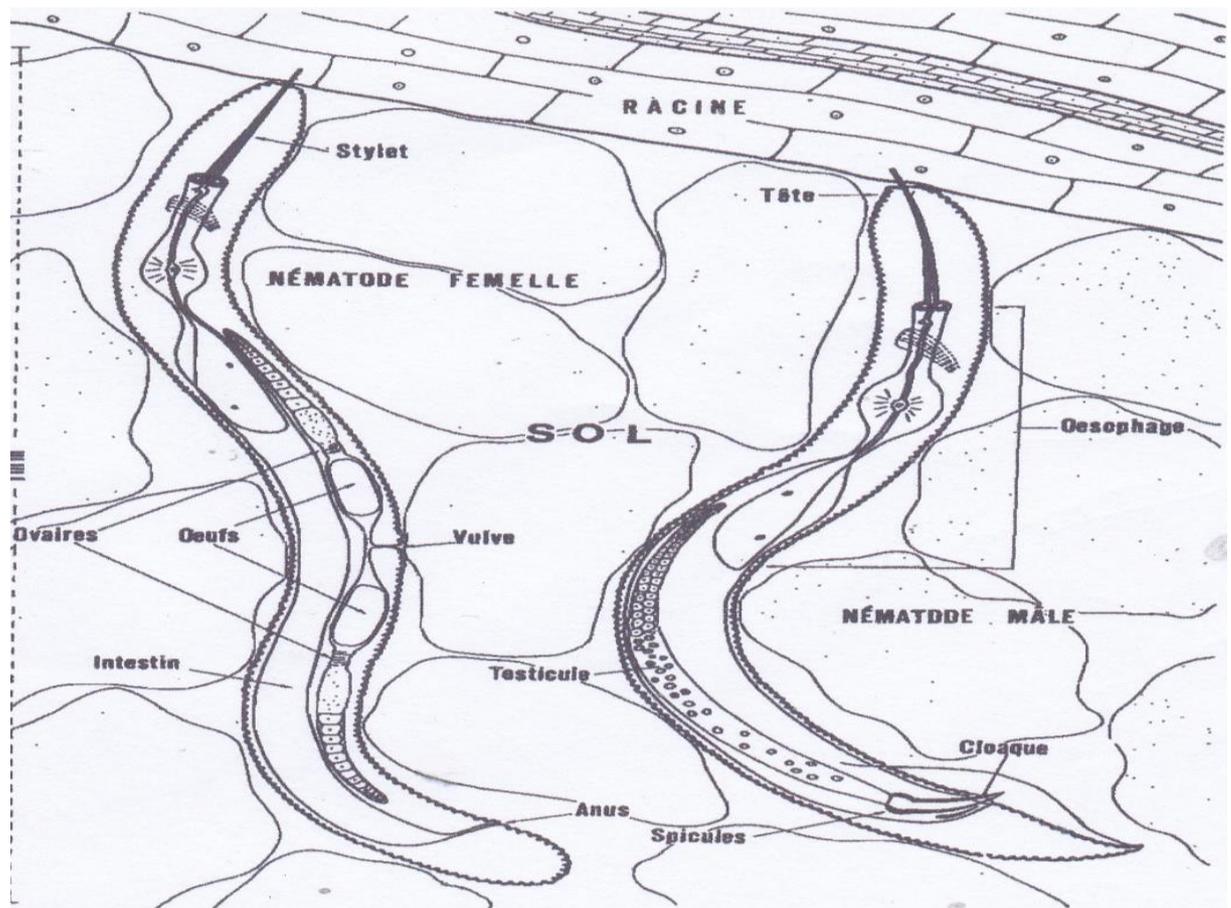


Figure 2: Schéma d'organisation des nématodes phytoparasites mâle et femelle

Il y a deux ovaires. Les nématodes sont aussi pourvus : - d'un système excréteur ; - d'un système musculaire formé de quatre champs musculaires ; - d'un système nerveux composé d'un anneau nerveux, de cordons nerveux,

d'organes sensoriels tactiles et de chimiorécepteurs.

3. BIOLOGIE

3.1. Relation avec le milieu

Les nématodes sont des animaux qui respirent. Leur corps est constitué de 75 % d'eau.

Ce sont en fait des animaux aquatiques. Ils vivent dans le film d'eau existant à la surface des particules de sol.

A quelques exceptions près, ils se déplacent entre les particules par des mouvements ondulatoires (Figure 3)

La granulométrie du sol, la température, le pH, etc. Influencent la

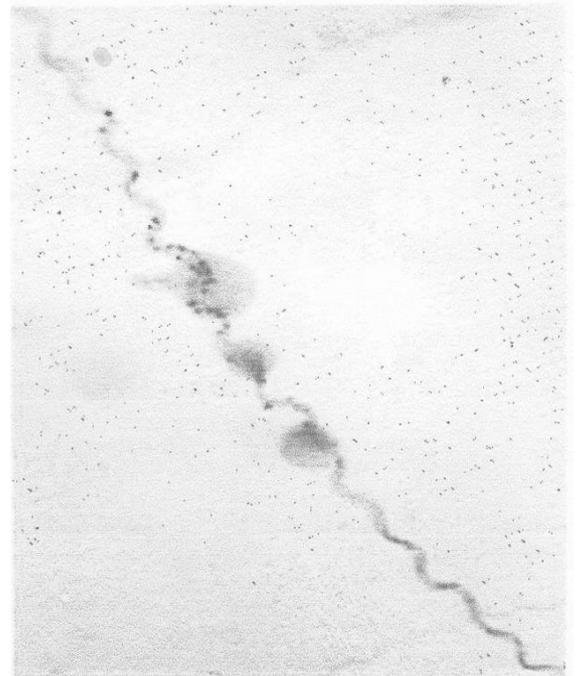


Figure 3: Traces laissées par un juvénile de Meloidogyne lors de son déplacement dans de la gélose.

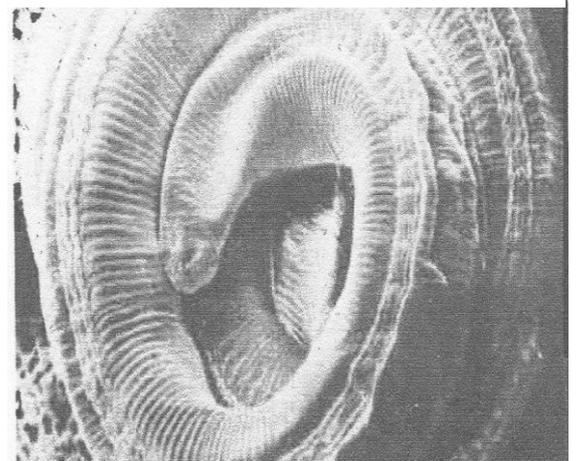


Figure 4: Femelle du nématode Aphelenchus avenae sous forme desséchée

répartition et l'abondance des différentes espèces. Certains ne survivent pas à une inondation prolongée alors que d'autres sont inféodés aux rizières inondées. Certains genres prolifèrent dans les sols sableux alors que d'autres préfèrent les sols argileux. Les conditions climatiques auxquelles sont soumises les zones sahéliennes ont imposé une très forte sélection des espèces ; en absence d'irrigation, seules survivent dans le sol celles qui sont capables de résister à une dessiccation poussée. Ainsi *Scutellonema cavenessi* (parasite de l'arachide) et *Aphelenchus avenae* (mycophage endémique au Sénégal) peuvent résister aux 9 mois de sécheresse sous forme desséchée (Figure 4) et se remettre en activité dès les premières pluies.

3.2. Reproduction et développement

La reproduction des nématodes phytoparasites se fait selon deux types principaux :

- a) reproduction sexuée, la femelle est fécondée par le mâle (Figures 5 et 6);
- b) parthénogénèse, les œufs se développent sans fécondation.

Les œufs sont pondus dans le sol, dans les racines (Figure 7), dans une enveloppe gélatineuse appelée masse d'œufs (Figure 8) ou bien conservés dans le corps de la femelle qui s'enkyste après sa mort (Figure 9).

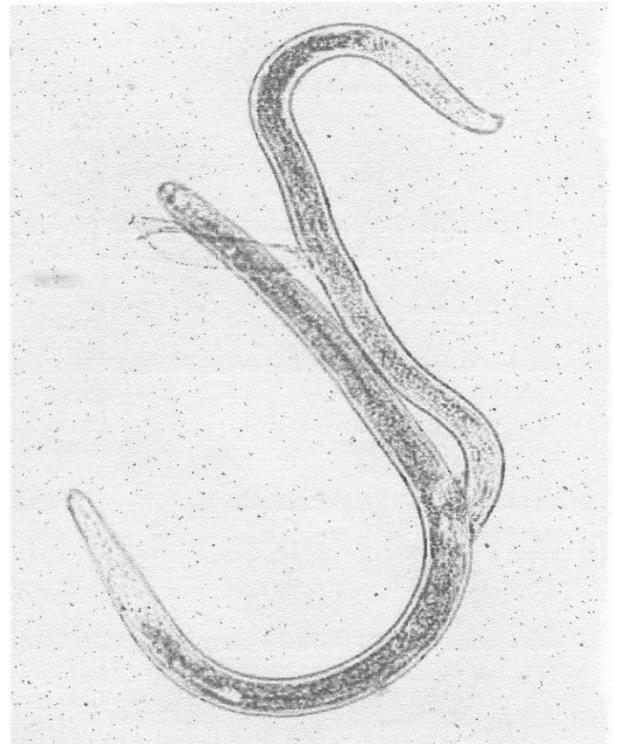
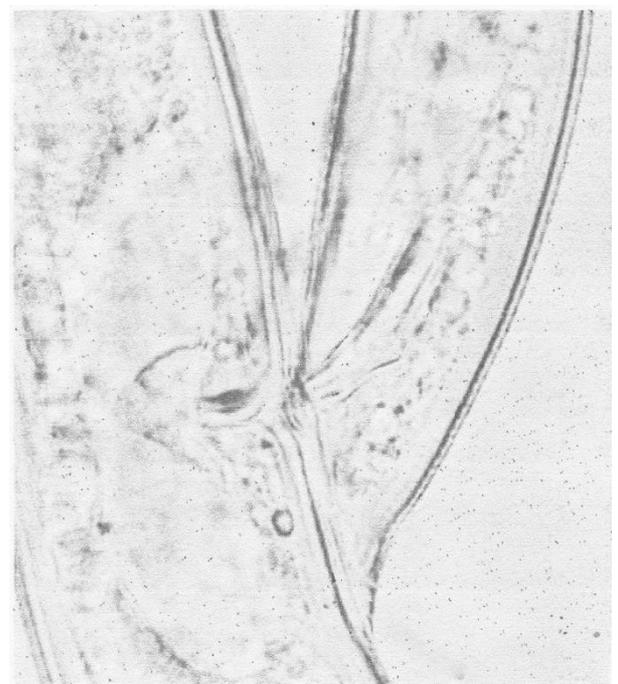


Figure 5: Accouplement chez *Scutellonema cavenessi*.



L'œuf subit une série de divisions cellulaires (Figure 7 a-e) aboutissant au juvénile de premier stade. Toujours dans l'œuf celui-ci subit une première mue donnant le juvénile de 2 stade (Figure 7 f). C'est ce dernier qui déchire la coque et en émerge (Figure 7 g). Ce juvénile de second stade est souvent appelé stade infestant car la plupart du temps, il reste à ce stade jusqu'à ce qu'il trouve la racine d'une plante vivante sur laquelle il commence à se nourrir. Il subit alors trois autres mues successives pour enfin se transformer en adulte mâle ou femelle. Les mâles restent toujours vermiformes. Chez certains genres *Heterodera* par exemple la femelle devient pyriforme.

Figure 6: Copulation chez *Scutellonema cavenessi*

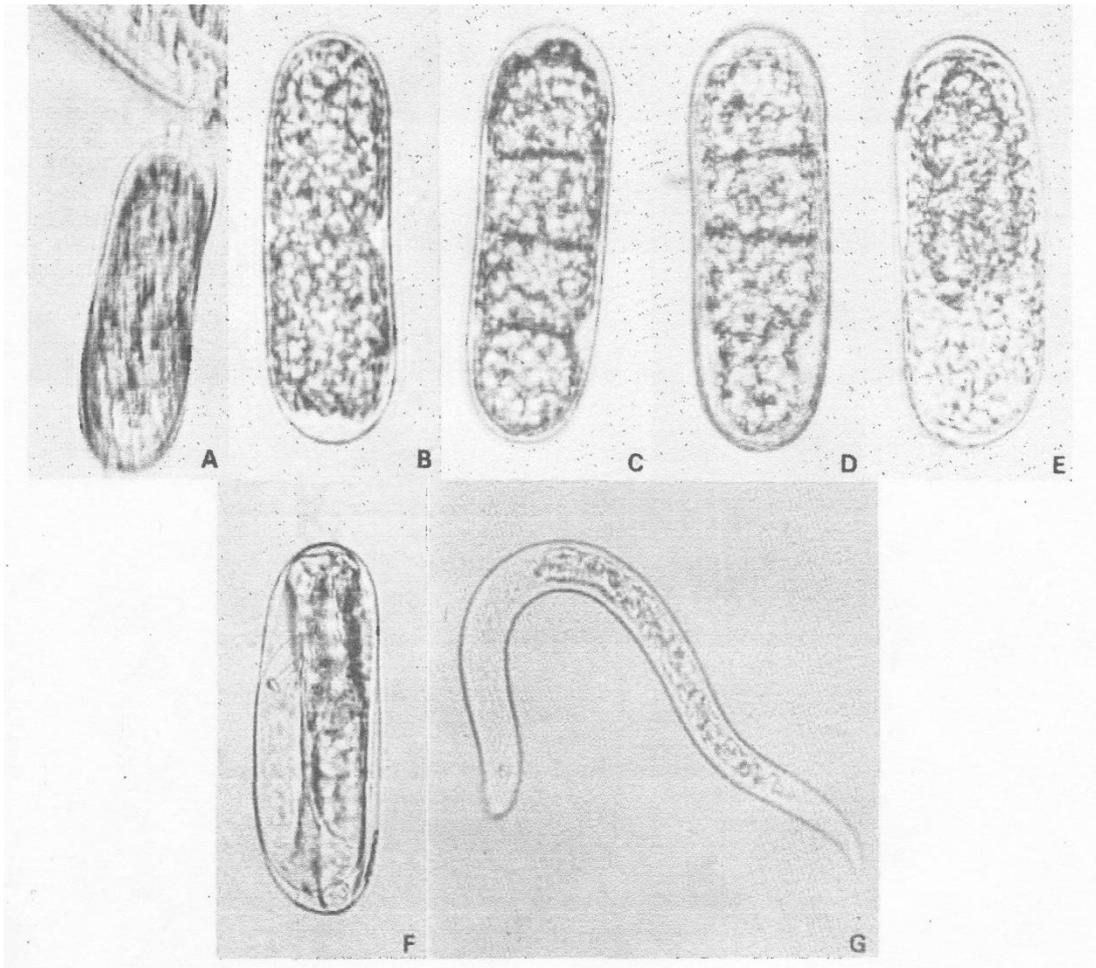


Figure 7: Développement embryonnaire de *Scutellonema cavenessi*

- A : Œuf lors de la ponte
- B : Stade 2 cellules
- C : Stade 4 cellules
- D : Stade 5 cellules
- E : Stade Gastrula
- F : juvénile de stade 2 dans l'œuf
- G : juvénile de stade 2 après éclosion.

3.3. Relations avec l'hôte et dégâts occasionnés sur la plante

Les nématodes phytoparasites sont des parasites obligés. Cela signifie que pour survivre, compléter leur développement et se reproduire ils doivent se nourrir sur les racines ou les parties aériennes d'une plante vivante.

Certains ont une gamme d'hôtes très restreinte alors que d'autres tel que *Meloidogyne incognita*

attaquent plus de 2000 plantes

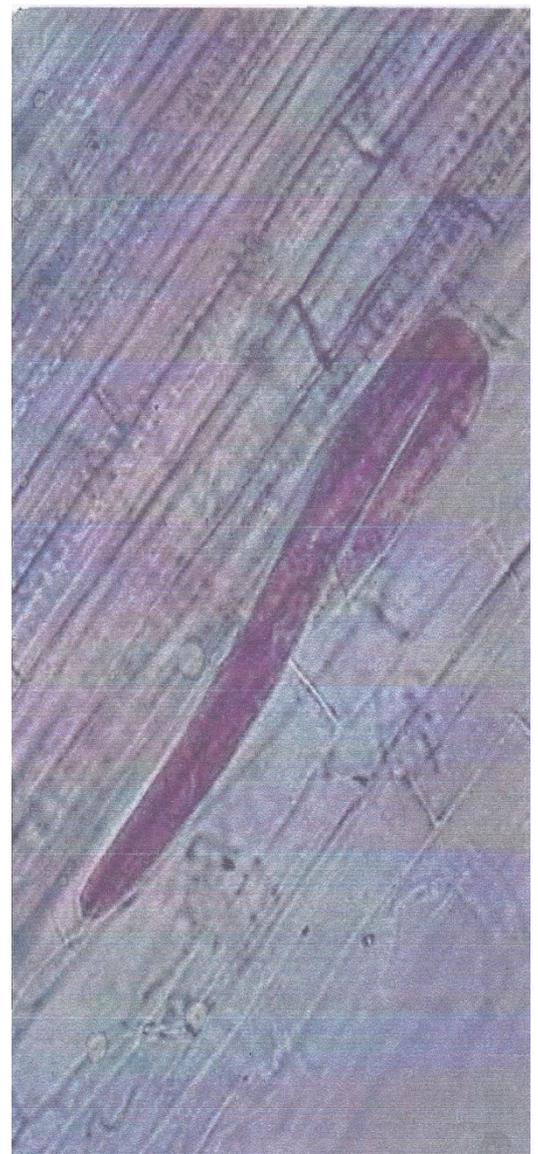


Figure 8: Juvénile de 2^é stade de *Scutellonema cavenessi* dans une racine de mil.

connues.

Les stades infestant sont tout au moins pour certaines espèces, attirés par les racines des plantes qu'ils parasitent. Après avoir rejoint une racine ces juveniles commencent à s'alimenter. Le mode de parasitisme a permis de subdiviser les nématodes phytoparasites en quatre grands groupes :

a) les ectoparasites : ils ne pénètrent jamais dans les racines. Ils se nourrissent sur les cellules se trouvant à la périphérie ou à l'apex des racines. Ils sont capables de se déplacer d'une racine à une autre. Les Trichodorus, les Longidorus et les Xiphinema font partie de ce groupe.

b) les endoparasites migrants : ils pénètrent dans les racines, s'y déplacent peuvent en ressortir et changer de racine.

Scutellonema,cavenessi en est un exemple (Figure 8).

c) les endoparasites sédentaires : ils pénètrent totalement dans la racine s'y fixent et ne quittent plus le site choisi. Les Meloidogyne, les Heterodera et Hylonema (Figure 12) sont des endoparasites. Chez ces trois genres le corps de la femelle devient pyriforme et parfois fait saillie à l'extérieur de la racine.

d) les semi-endoparasites : ils se fixent en un point de la racine. Seule une partie du corps, la tête, pénètre dans la racine, le reste du corps se trouvant à l'extérieur. C'est le cas de Rotylenchulus reniformis (Figure 9) dont le corps de la femelle se renfle ; celle-ci devenant sessile. Les dommages causés aux plantes et les baisses de rendements qui en résultent proviennent du mode d'alimentation des nématodes.

1) ils détournent à leur profit une partie du métabolisme de la plante.

2) Ils endommagent le système racinaire de la plante par réductions et destructions des racines et des radicelles ce qui réduit l'alimentation en eau et en sels minéraux.

3) Ils injectent dans les cellules des sécrétions glandulaires destinées à liquéfier le contenu cellulaire avant de l'absorber. Ces sécrétions sont généralement toxiques pour les cellules et les tuent. Les Trichodorus parviennent ainsi à détruire totalement les zones de multiplication et d'élongation situées à l'apex des racines (Figure 10).

4) Les nématodes endoparasites sécrètent généralement des substances modifiant les cellules du cylindre central et du cortex provoquant la formation de cellules géantes, ceci au-delà de la zone attaquée ce qui entraîne la formation de galles. Les cellules

du cylindre central étant déformées, la circulation des sèves brute et élaborée est fortement perturbée.

5) Certains nématodes comme *Scutellonemacavenessi* gênent l'établissement des *Rhizobium* sur les racines des légumineuses privant ainsi ces plantes d'un apport substantiel d'azote.

6) Les nématodes appartenant aux genres *Trichodorus*, *Longidorus* et *Xiphinema* peuvent être des vecteurs de virus qu'ils injectent dans la plante en même temps que leur salive.

7) En s'insérant entre les cellules, en les perforant pour se déplacer et se nourrir, ils provoquent des lésions par lesquelles peuvent s'introduire d'autres agents pathogènes tels que champignons et bactéries.

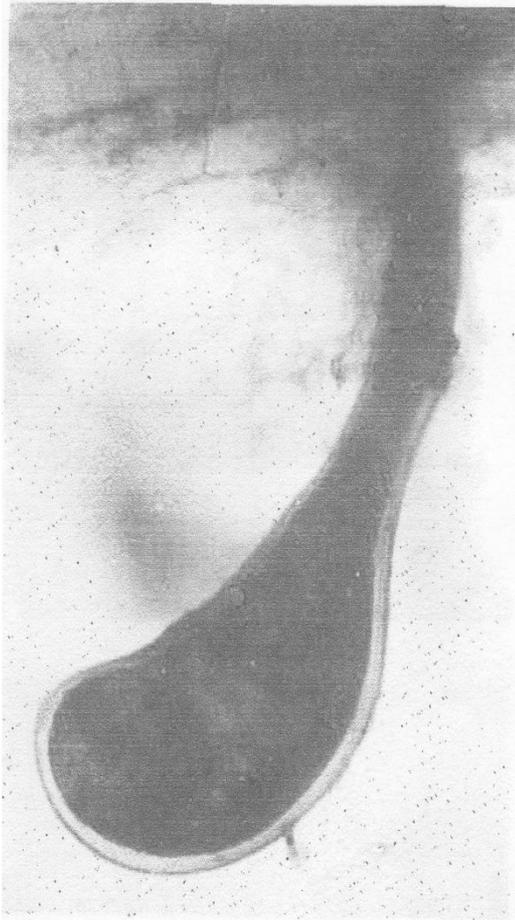


Figure 9: Femelle de *Rotylenchulus reniformis* sur une racine de tomate.

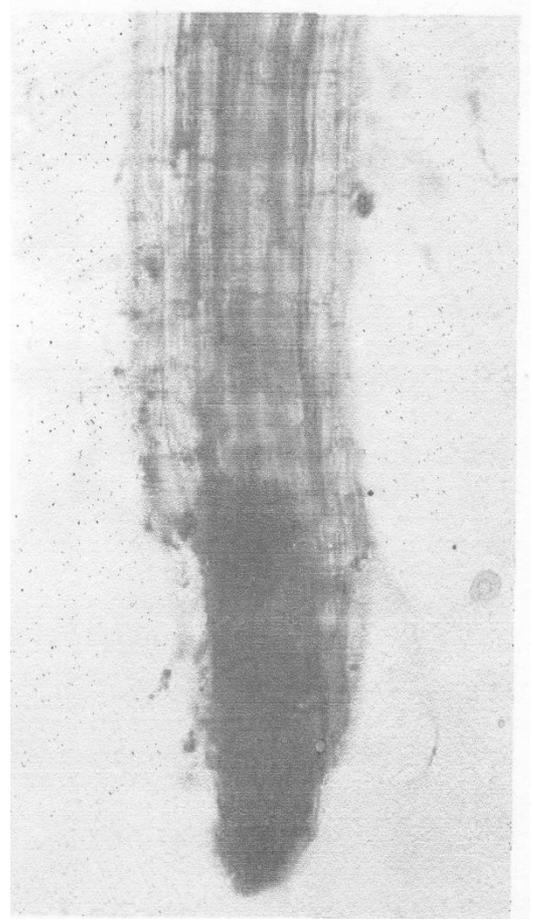


Figure 10: Nécroses provoquées à l'apex d'une racine de chou par *Paratrychodorus minor*.

Chapitre N° 2 : Morphologie des Nématodes Phytoparasites.

2.1. Morphologie externe.

Les nématodes phytoparasites ont généralement une forme en fuseau allongé plus ou moins effilé aux extrémités et de section transversale circulaire (Figure 1). Ils sont généralement incolores et transparents. Chez quelques espèces les femelles ont un corps volumineux et piriforme ceci, étant provoqué par un développement important des gonades et de leurs annexes. Les males sont toujours vermiformes.

La plupart sont invisibles à l'œil nu ; ils mesurent de 0,3 à 5 mm de longueur et 10 à 50 µm de largeur.

La région ventrale est facilement reconnaissable étant caractérisée par la

présence d'un pore excréteur : de la vulve et de l'anus. Le pore excréteur est situé dans le tiers antérieur du corps. La vulve est médiane chez les individus pourvus de 2 gonades et le plus souvent située vers l'arrière du corps chez les espèces n'en possédant qu'une

On distingue une région céphalique plus ou moins différenciée et caractérisée par la présence de six lèvres. La région caudale ou postanale est généralement mieux différenciée (plus effilée) que la région céphalique.

L'enveloppe externe ou cuticule peut être lisse, annelée, ponctuée ou marquée de stries longitudinales ; (Figure 2) les anneaux cuticulaires présentent parfois des excroissances fortement développées. La cuticule est marquée de plis longitudinaux qui délimitent les champs latéraux. Sur la cuticule on peut aussi distinguer les terminaisons des organes de perception ; ce sont les amphides et les papilles situées dans la

région céphalique et les phasmides souvent localisées à l'arrière du corps.

Les males possèdent généralement des ailes (ou bursae) caudales servant d'organes de préhension lors de la copulation; ce sont des expansions cuticulaires.

2.2. Morphologie interne.

2.2.1. Le fourreau épidermique-musculaire.

La paroi du corps des nématodes est constituée de trois couches intimement liées, ce sont de l'extérieur vers l'intérieur la cuticule, l'épiderme et la couche musculaire longitudinale (Figure 3).

2.2.1.1. La cuticule.

La cuticule est constituée de 8 ou 9 couches entrecroisées (Figure 3) de protéines fibreuses. Elle doit être suffisamment solide pour protéger le nématode, assez rigide pour former un

exosquelette et dans le même temps assez souple pour permettre les mouvements.

2.2.1.2. L'épiderme.

L'épiderme sécrète la cuticule. Il est formé d'une couche unique constituée d'un petit nombre de rangées de cellules épithéliales. Il entoure totalement le corps et renferme de nombreuses réserves (lipides et glycogène). L'épiderme n'est pas d'épaisseur égale ; il forme des cordes longitudinales qui sont des bandes faisant saillie dans la cavité générale (Figure 4). Il y a généralement 4 cordes : 1 dorsale, 1 ventrale et 2 latérales plus fortement marquées que les précédentes.

2.2.1.3. La musculature.

La musculature se situe immédiatement en-dessous de l'épiderme. Il n'y a qu'une couche de muscles longitudinaux. Cette musculature est

divisée en quatre champs musculaires par les cordes latérales et médianes.

Les nématodes se meuvent suite à des contractions coordonnées des muscles longitudinaux qui, à quelques exceptions près, induisent un mouvement ondulatoire.

S'il n'y a pas de couche musculaire circulaire il existe néanmoins des muscles transversaux ; ce sont les muscles copulateurs, les muscles vulvaires et les muscles anaux.

2.2.2. La cavité générale.

La cavité générale du corps des nématodes contient un tissu fibreux et des cellules mésenchymateuses et est remplie d'un liquide de pression osmotique élevée qui agissant sur l'exosquelette fait que les nématodes conservent leur forme en fuseau.

2.2.3. Le tube digestif des nématodes phytoparasites typiques(Tylenchides).

Le tube digestif (Figure 5) s'étend de la bouche à l'anus. Il comprend l'oesophage, l'intestin et le rectum.

2.2.3.1. La cavité buccale.

La bouche s'ouvre à l'extrémité antérieure, elle est pourvue d'un stylet (Figure 6), structure cuticulaire durcie, analogue à une aiguille hypodermique. Des muscles protracteurs insérés d'une part sur les boutons basaux du stylet et d'autre part à l'avant du corps permettent au stylet de faire saillie à l'extérieur de la bouche. Ce stylet permet aux nématodes phytoparasites de perforer les parois des cellules et d'en prélever le contenu dont ils se nourrissent. Le conduit oesophagien part de l'extrémité postérieure du stylet.

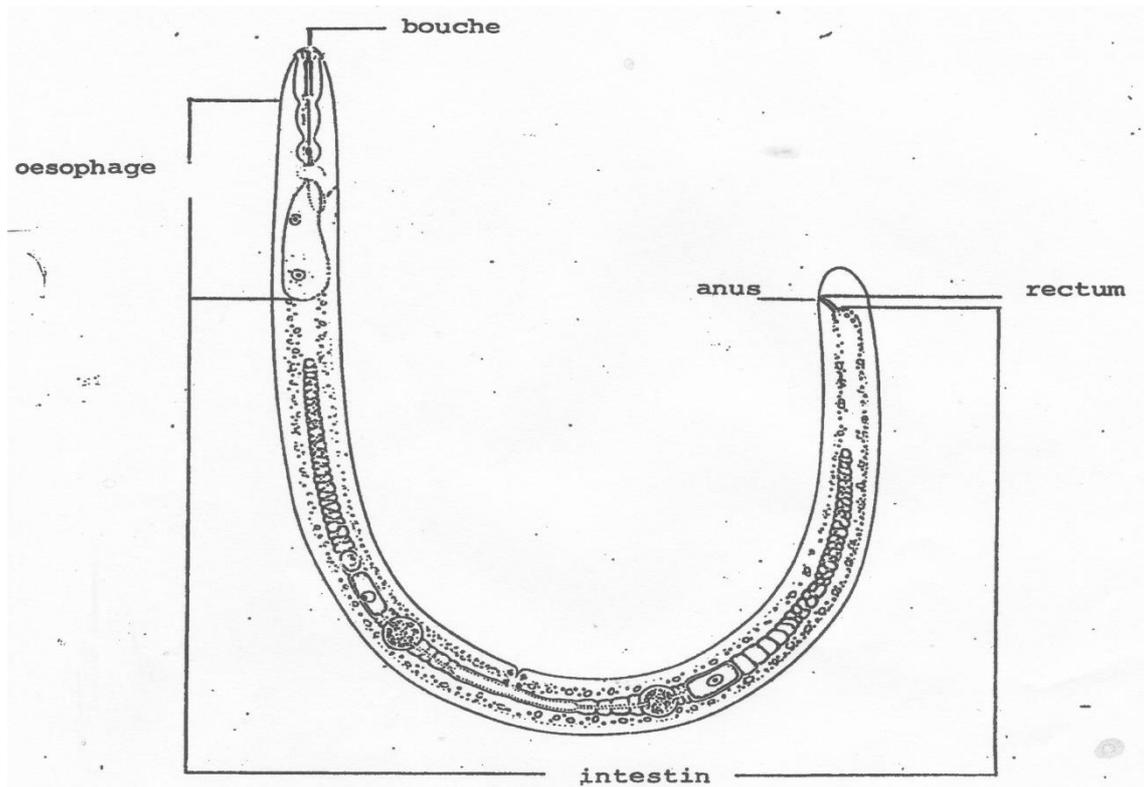


Figure 5: Tube digestif des nématodes phytoparasites.(Siddiqi, M.R. (1974) CIH Descriptions of Plant-parasitic nématodes 5 et 3, n° 33

2.3.2. L'oesophage (Figure 6).

La partie antérieure de l'oesophage est plus ou moins cylindrique ; elle est divisée en un procorpus et un métacorpus aussi appelé bulbe médian. Ce bulbe médian contient une valve sur laquelle s'insèrent des muscles ; il fonctionne comme une pompe qui aspire les aliments à travers le stylet et les refoule dans l'intestin.

L'isthme, partie à section étroite, relie le métacorpus au bulbe basal piriforme. Ce bulbe

basal contient trois glandes, une dorsale et deux subventrales. La glande dorsale sécrète une salive. Un canal qui traverse le bulbe médian, la relie au conduit oesophagien ; le débouché de ce canal dans le conduit oesophagien est appelé orifice de la glande dorsale et situé près de la base du stylet.

Le bulbe basal est pourvu d'une valve appelée cardia qui sépare l'oesophage de l'intestin.