

Université Cheikh Anta Diop de Dakar

Faculté des Sciences et Techniques



MEMOIRE DE D.E.A. DE BIOLOGIE ANIMALE

présenté par

Libasse DIOP

Transport passif des nématodes phytoparasites dans l'eau de ruissellement à Thyssé Kaymor (Nioro du Rip - Sénégal)

soutenu le 5 juillet 1995 devant la commission d'examen :

Président : Mr. **Jean TROUILLET**

Membres : MM. **Jean ALBERGEL**
Patrice CADET
Danamou MOUNPORT
Bhen Sikina TOGUEBAYE

DEDICACES

A mes parents qui me sont si chers,
A mes tantes Fatime et NDèye,
A mes frères et soeurs,
A mon beau frère Bamba,
A mon oncle Ibou.

AVANT PROPOS

L'étude présentée dans ce mémoire a été réalisée au Laboratoire de Nématologie de l'ORSTOM à Dakar, dans le cadre de la collaboration avec le département de Biologie Animale de la faculté des sciences et techniques de l'université Cheikh Anta Diop de Dàkar.

Au Professeur B. S. TOGUEBAYE qui a accepté de participer à mon jury, j'exprime toute ma gratitude.

Que le Professeur J. Trouillet trouve ici l'expression de ma profonde gratitude. Son excellent cours à l'A.E.A nous a beaucoup aidé dans le traitement des données.

Je remercie très sincèrement le Dr. D. MOUNPORT, Maître de conférence, par ses précieux conseils et sa disponibilité sans faille.

Le Dr ALBERGEL a spontanément accepté de participer à mon jury, je lui exprime ma reconnaissance. A travers lui, je remercie tout le personnel du laboratoire d'hydrologie et notamment G. DIATTA qui m'a soutenu et encouragé tout au long de mon séjour à THYSSE KAYMOR.

Au Dr P. CADET, Responsable du laboratoire, j'exprime ma profonde gratitude. Son assistance et son encadrement ont été sans faille. je remercie également le laboratoire de son soutien financier.

Mes remerciements s'adressent également à S. B. NDiaye qui m'a beaucoup aidé dans la reconnaissance et le dénombrement des nématodes.

Je tiens à remercier très sincèrement Monsieur S. NDIAYE, enseignant à l'ENSA, pour son assistance dans le traitement statistique des données.

Mes remerciements vont également à J. CHAUDRON qui n'a ménagé aucun effort pour mettre à ma disposition tout le matériel nécessaire.

Je témoigne ma reconnaissance à T. MATEILLE et R. DUPONNOIS pour avoir toujours répondu favorablement à mes sollicitations.

Je ne saurais terminer sans exprimer ma profonde gratitude à tout le personnel du laboratoire de nématologie et notamment à mes collègues stagiaires (D.E.A et Thèses).

SOMMAIRE

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE : LES DIFFERENTS MODES DE DISSEMINATION DES NEMATODES

I. INTRODUCTION.....	1
II. DISSEMINATION ACTIVE.....	2
II.1 Mouvement horizontal.....	2
II.2 Mouvement vertical.....	3
II.3 Les facteurs qui influencent le déplacement actif.....	4
II.3.1 Structure et texture du sol.....	4
II.3.2 Température.....	5
II.3.3 Humidité du sol.....	5
II.3.4 Concentration et gradient des sels minéraux.....	6
II.3.5 Photopériode.....	6
III. DISSEMINATION PASSIVE.....	6
III.1 Les vecteurs vivants.....	6
III.1.1 Les végétaux.....	6
III.1.1.1 les semences.....	6
III.1.1.2 les organes de reproduction végétative.....	7
III.1.2 Les animaux.....	9
III.1.2.1 les insectes.....	9
III.1.2.2 les oiseaux.....	9
III.1.2.3 L'homme.....	10
III.3 Les vecteurs abiotiques.....	10
III.3.1 Le sol.....	10
III.3.2 Le vent.....	10
III.3.3 L'eau.....	12
III.3.3.1 L'eau d'irrigation.....	12
III.3.3.2 L'eau de ruissellement.....	13
IV. CONCLUSION.....	13

TRANSPORT PASSIF DES NEMATODES PHYTOPARASITES DANS LES EAUX DE RUISSELLEMENT A THYSSE KAYMOR.

I. INTRODUCTION.....	15
II. MATERIELS ET METHODES.....	15
II.1 Situation géographique.....	15
II.2 Présentation de la station hydrologique.....	17
II.3 Le prélèvement des échantillons.....	17
II.4 Décantation et remplissage des bidons de 2 litres.....	17
II.5 Méthode d'extraction des nématodes.....	19
II.5.1 La méthode de seinhorst.....	19
II.5.2 Du tamisage à la mise en tube.....	20
II.5.3 Comptage des nématodes.....	20

II.6 Prélèvement de sol dans le bassin versant.....	20
II.7 Extraction des nématodes du sol.....	20
II.8 Analyse statistique des résultats	20
II.8.1 Diagramme fréquence - abondance	20
II.8.2 Coefficient de corrélation	22
II.8.3 coefficient de détermination	22
III. RESULTATS.....	22
III.1 Genres et espèces	22
III.1.1 Composition spécifique	22
III.1.2 Description des espèces ou genres observés	23
III.2 Fréquence et abondance des espèces.....	39
III.2.1 Diagramme fréquence - abondance	39
III.2.2 Ordre d'abondance des espèces	43
III.2.3 Variation des populations spécifique	43
III.3 Structure du peuplement	43
III.3.1 Structure générale du peuplement	43
III.3.2 Comparaison entre la structure des peuplements dans l'eau et dans les plantes	43
III.3.3 Variation de la structure du peuplement	43
III.4 Variation de la densité de nématodes	50
III.5 Relation entre le nombre de nématodes, le volume ruiselé et les particules transportées	50
III.5.1 Variation du nombre de nématodes au cours d'une pluie.....	50
III.5.2 Evolution du nombre de nématodes, des particules transportées et du volume ruiselé.....	50
III.5.3 Corrélation entre le nombre de nématodes, le volume ruiselé et les particules transportées	50
IV.DISCUSSION	55
V. CONCLUSION	58

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. INTRODUCTION

Dans l'Embranchement des Nématelminthes, les nématodes constituent l'une des classes les plus importantes. C'est un groupe très diversifié qui comprend:

- les nématodes parasites d'animaux y compris l'homme,
- les nématodes parasites de végétaux,
- les nématodes libres c'est-à-dire non parasites.

Dans notre étude, nous nous intéresserons essentiellement aux nématodes phytoparasites qui sont connus à cause des dégâts qu'ils provoquent aux cultures. En général, ces nématodes s'attaquent aux racines qui sont les organes qui permettent à la plante de se nourrir en puisant l'eau et les sels minéraux disponibles dans le sol. L'alimentation du végétal est ainsi fortement perturbée. Dans le cas des nématodes du genre *Meloidogyne* par exemple, on observe:

- la disparition du chevelu radiculaire qui entraîne une perturbation de la capacité d'absorption de l'eau. Ceci a pour effet de réduire considérablement la capacité de la plante à s'adapter à la sécheresse (de Guiran & Netscher, 1970).

- la diminution de l'alimentation minérale de la plante qui se traduit par une croissance lente, l'apparition d'un feuillage chlorotique, une réduction de la floraison, de la fructification et du rendement.

Ces dégâts peuvent avoir des conséquences économiques très importantes surtout si les cultures touchées produisent des denrées de première nécessité. Dans le monde, les pertes occasionnées par les nématodes sur 20 cultures essentielles pour l'homme sont estimées à 10,7% (Sasser, 1987). Au Sénégal, *Hirschmanniella oryzae*, parasite des racines du riz irrigué, a une action dépressive sur les récoltes. Les pieds de riz non infestés tallent mieux et produisent environ 40% de plus de riz que les pieds infestés (Fortuner, 1974). Certains nématodes du genre *Tylenchorhynchus* causent d'importants dommages à l'arachide. Leur action se traduit par une altération massive du système racinaire bloquant l'alimentation en eau de la plante (Baujard & Martini, 1991). L'action dépressive des nématodes peut également être observée dans les cultures maraîchères où le genre *Meloidogyne* cause d'importants dégâts

(Netscher, 1965). Pour pallier l'action néfaste des nématodes phytoparasites sur les cultures, il a été nécessaire de développer diverses méthodes de lutte.

On distingue les méthodes de lutte chimiques des méthodes biologiques. Dans la lutte chimique, on se sert des nématicides notamment les fumigants (DBCP, DD bromure de méthyle) qui éliminent tous les nématodes phytoparasites tandis que dans la lutte biologique, ce sont les organismes antagonistes spécifiques des nématodes dangereux qui sont utilisés. Ces méthodes ont généralement donné des résultats satisfaisants. Mais, quelle que soit son efficacité, un traitement ne peut assurer qu'une éradication temporaire. En effet, le milieu traité peut être de nouveau envahi par des nématodes provenant de milieux infestés. Pourtant, les nématodes, de par leur type de locomotion (déplacement par des mouvements ondulatoires) et leur taille microscopique, sont incapables de se déplacer par eux mêmes sur de grandes distances. Par conséquent, le mouvement actif de ces organismes ne peut entraîner qu'une contamination locale. La dispersion sur de grandes distances ne peut être due qu'à un transport passif du nématode. La connaissance des différents modes de transport est donc nécessaire si l'on veut non seulement éviter la contamination de milieux jusque là dépourvus de nématodes phytoparasites mais aussi protéger ceux qui ont été assainis.

II. DISSEMINATION ACTIVE

Il s'agit de la dispersion des nématodes par leurs propres déplacements dans le sol. Ces déplacements se font par des mouvements ondulatoires dans le film d'eau interstitiel qui entoure les grains de sable.

II.1 Mouvement horizontal

Il s'agit du déplacement des nématodes par eux mêmes sur le plan horizontal soit en direction des racines, soit en direction de la femelle. Dans un sol stérilisé, si on introduit un grand nombre de nématodes à galles en un point donné, on constate que le déplacement maximum moyen est d'une trentaine de centimètres par mois (Taylor, 1968). Wallace (1961) observe qu'en 5 heures *Ditylenchus dipsaci* peut se déplacer sur 10 cm à l'intérieur du sol. Certains nématodes peuvent se déplacer sur des distances relativement longues à la recherche de nouvelles racines non encore infestées. C'est le cas de *Radopholus similis*, un nématode du citronnier, dont la vitesse moyenne du déplacement est de l'ordre de 15 mètres par an

(Vilardebo, 1971b). En présence de stimulus le déplacement des nématodes peut se faire sur des distances relativement importantes. C'est le cas par exemple des juvéniles de *M. javanica* qui, grâce à leurs amphides, perçoivent l'information contenue dans la rhizosphère (Prot, 1980) et peuvent ainsi parcourir 50 cm en direction des racines (Prot, 1975). Pour la plupart des auteurs, cette attraction n'est pas sélective car les nématodes peuvent être attirés aussi bien par les plantes hôtes que par les plantes non hôtes (Prot, 1980). Ainsi, aucune différence significative fût observée entre la densité d' *Hemicycliophora similis* autour des racines de plantes hôtes et non hôtes (Khera & Zuckerman, 1963). Les juvéniles de *Meloidogyne hapla* sont attirés de la même manière par les racines de variétés résistante et sensible du luzerne (Griffin, 1969). Cependant on note quelquefois une certaine préférence pour les plantes hôtes. Le nombre de juvéniles de Meloidogynes qui se déplacent vers la terre de rhizosphère (terre ayant déjà porté des plants de tomate ou d'arachide) est plus importante que vers une terre n'ayant pas porté de plantes (Prot, 1975). *Hirschmanniella oryzae* peut être attiré par toutes les plantes (carotte, chou, oignons etc...) mais, il affiche une certaine préférence vis à vis des plantes hôtes. Cette préférence peut être attribuée à une plus grande réceptivité au stimulus (Bilgrami & Ahmad & Jairajpuri, 1985a).

Le déplacement peut être déterminé par la qualité de l'attraction exercée par les plantes. Ainsi, un plant de tomate sensible provoque une attraction plus forte qu'un plant de tomate résistante. De même, un plant préinfesté de var. Roma (sensible) attire plus qu'un plant sain de la même variété (Prot, 1976).

La femelle exerce également une attraction sur le mâle. Ce phénomène a été étudié par Bill et Leiden en 1967. Si des mâles mobiles et des femelles sédentaires de *Globodera rostochiensis* sont placés sur une surface humide, les femelles attirent les mâles en émettant probablement une substance. Evans (1970) confirme l'existence de ce stimulus et montre qu'en 72 heures les mâles de *G. rostochiensis* peuvent migrer sur 15 cm en direction des femelles.

II.2 Mouvement vertical

Dans un tube de plexiglas, on a pu suivre le déplacement vertical de Hemicycliophora paradoxa à partir d'une terre infestée vers de la terre stérilisée ou vers de la terre de rhizosphère de mil mise en contact avec la première. Le nombre de nématodes qui se déplacent est plus important vers la terre de rhizosphère de mil que vers la terre stérilisée. La culture de

mil a donc apporté au sol un ou plusieurs facteurs favorisant le déplacement de *H. paradoxa*. Pour étudier l'action à distance du système racinaire du mil, cette plante a été cultivée dans une colonne de terre séparée en deux par une toile de tamis qui délimite ainsi la descente des racines du mil. L'examen de la portion inférieure a révélé la présence de plus en plus importante de nématodes au fur et à mesure qu'on s'approche de la toile de tamis. En bas de la colonne (70 cm au dessous des racines) on a pu trouvé 2,9 % de la population totale de nématodes. Par conséquent, l'action du système racinaire de la plante sur le sol, au point de vue de son influence sur le déplacement des nématodes, n'est pas limitée à la rhizosphère proche mais se fait sentir à distance (Luc, 1961). Le marquage radioactif de *H. paradoxa* a permis de confirmer les résultats précédents sur le déplacement de cette espèce (Luc, Lespinat, Souchaud, 1969). Les déplacements verticaux de certaines espèces soit vers le bas ou en sens inverse sont conditionnés par l'état hydrique des sols superficiels. A la fin de la saison des pluies le dessèchement de cette partie du sol provoque une migration verticale des nématodes à la recherche d'humidité. C'est le cas par exemple de *Meloidogyne* qui peut migrer vers les profondeurs du sol à la recherche d'un "refuge écologique" lui permettant d'échapper aux dures conditions de sécheresse (Demeure, 1978). Au début de l'hivernage les nématodes migrent vers la surface du sol attirés qu'ils sont par les nouvelles racines (Baujard, 1987). Les travaux de Prot (1977) sur *Meloidogyne javanica* ont montré qu'une grande partie des juvéniles (25 à 50%) peuvent en 9 jours se déplacer sur des distances respectives de 50 et 75 cm en direction des racines de tomates. En 1978, il montre que cette capacité de déplacement vertical n'est pas spécifique à *M. javanica* mais à toutes les espèces de *Meloidogyne* d'Afrique de l'Ouest.

Sachant que ces juvéniles peuvent parcourir 50 cm pour infester un plant de tomate, on peut observer des plants très attaqués dans des sols considérés comme peu infestés à la suite d'analyse d'échantillons prélevés dans les premiers 20 cm du sol (Prot, 1976).

II.3 Les facteurs qui influencent le déplacement actif

II.3.1 Structure et texture du sol

Les nématodes, à cause de leur taille microscopique, sont incapables de déplacer les particules du sol et sont contraints de se mouvoir dans les pores qui séparent les grains de sable. Par conséquent, Le déplacement des nématodes vers les racines du riz est influencé par

la granulométrie du substrat. C'est le cas par exemple d'*Heterodera oryzae* dont le déplacement est maximal lorsque les grains de sable ont un diamètre compris entre 100 et 160 μm pour *H. oryzae* et 160 à 250 μm pour *Hirshmanniella spinicaudata*. La classe à déplacement minimal est la classe 250 à 400 μm pour la première espèce et la classe 630 à 1000 μm pour la seconde espèce. *H. spinicaudata* a en moyenne une longueur plus portante que celle d'*H. oryzae*. Les valeurs numériques des classes caractéristiques sont donc plus élevées pour l'espèce la plus longue (Reversat & Merny, 1973).

La texture du sol peut intervenir dans la migration verticale des nématodes. C'est le cas par exemple de *Meloidogyne incognita* dont le nombre de juvéniles capables d'atteindre les racines diminue quand le pourcentage d'argile augmente. Les migrations sont très faibles dans un sol à 100% sableux (Prot & Van Gundy, 1981a). Ceci s'expliquerait par le fait que la fraction grossière seule présente des méats que le juvénile ne pourrait franchir en raison de sa taille trop faible. L'addition de fraction fine comblerait ces méats avec des particules de granulométrie suffisamment faible pour permettre le déplacement du juvénile (Reversat & Merny, 1973). Lorsque 5 à 10% d'argile sont mélangés au sable, environ 30% des juvéniles peuvent atteindre les racines (Prot & Van Gundy, 1981a).

II.3.2 Température

Une étude a montré que la plupart des nématodes phytoparasites deviennent inactifs entre 5 et 15°C et entre 30 et 40°C. L'optimum de leur activité se situe entre 15 et 30°C (Prot, 1980). Parmi les nématodes qui peuvent être actifs au delà de 40°C on peut citer *Scutellonema cavenessi* dont l'activité n'est inhibée qu'à 50°C environ (Demeure, 1978). L'attraction de *Meloidogyne incognita* par des plants de tomates commence à 18°C pour atteindre un maximum à 22°C. Si on compare le déplacement des juvéniles de *M. incognita* et ceux de *M. hapla* on voit que le dernier peut se déplacer à des températures plus basses que le premier mais les deux espèces se comportent de la même façon entre 18 et 22°C (Prot & Van Gundy, 1981b).

II.3.3 Humidité du sol

Luc avait déjà remarqué en 1961 qu'un courant d'humidification accentuait considérablement les mouvements de *Hemicycliophora paradoxa*. Par la suite, des études

effectuées sur les stades infestants de *Globodera rostochiensis* (Wallace, 1960), *Ditylenchus dipsaci* (Wallace, 1961) et *Meloidogyne javanica* (Prot, 1979) ont montré que si ces nématodes sont placés dans un gradient d'humidité, ils migrent vers l'extrémité la plus humide (Prot, 1980).

II.3.4 Concentration et gradient des sels minéraux

Le déplacement de *Meloidogyne javanica* testé dans 12 gradients de sels minéraux dont NaCl, CaCl₂, KCl, MgCl₂, FeSO₄ a montré que tous les sels utilisés provoquent un effet répulsif sur le parasite qui migre vers la zone où la concentration est la plus faible (Prot, 1978a). Pour confirmer ce résultat, Prot (1979) étudie la migration des juvéniles de *M. javanica* dans deux gradients combinés d'humidité et de concentration de sel. Les juvéniles de *M. javanica* qui d'habitude s'accumulent à l'extrémité la plus humide, exhibent un tropisme négatif en se déplaçant vers l'extrémité opposée qui est aussi celle de plus faible concentration de sel.

II.3.5 Photopériode

La migration de *Meloidogyne incognita* vers les racines de tomates est influencée par la photopériode. En effet, 33% de ces parasites migre verticalement sur 20 cm en 7 jours s'il y a alternance entre 12 heures d'obscurité et 12 heures de lumière. Par contre le pourcentage observé est de 7 % quand le milieu est éclairé de façon continue. La lumière pourrait affecter quantitativement ou qualitativement les excréments racinaires responsables de l'attraction exercée par la plante sur les nématodes (Prot & Van Gundy, 1981b).

III. DISSEMINATION PASSIVE

9 C'est le cas où les nématodes sont transportés soit par des vecteurs abiotiques (eau, vent, sol), soit par des vecteurs vivants (végétaux, animaux). Ce transport passif des nématodes se fait dans certains cas sur de très grandes distances.

III.1 Les vecteurs vivants

III.1.1 Les végétaux

III.1.1.1 Les semences

L'état déshydraté des semences leur permet de rester en vie ralentie. C'est donc la capacité de certains nématodes à résister à la sécheresse qui leur permet de séjourner pendant longtemps dans les semences en passant d'un état actif à un état inactif par un phénomène de déshydratation. Dans les lots de semences contaminées, le nématode se trouve soit dans le sol qui se trouve à la surface (voir III.1.1) soit à l'intérieur en pénétrant sous les téguments. C'est le cas des semences de *Panicum maximum* (graminées) dans laquelle *Aphelenchoides besseyi* en état d'anhydrobiose, est localisé entre les glumes et les glumelles. Cet état et cette localisation le rendent difficile à atteindre (Merny & Billard & Pelletier, 1985) et par conséquent permet une dissémination facile du nématode. Selon Goodey (1945), on peut observer jusqu'à 450 *Ditylenchus dipsaci* par gramme de graines d'oignon. Les nématodes se trouvent dans la région du hile et sont surtout nombreux dans le réceptacle. Les nématodes à kystes de la pomme de terre, à l'occurrence *Heterodera rostochiensis* et /

H. pallida, ont été en partie introduits en Europe à partir de tubercules de pomme de terre infestés originaires d'Amérique du sud (Mai, 1977). En ce qui concerne *Ditylenchus destructor*, parasite de la même plante, il est l'objet d'une très large dissémination parce que pouvant survivre à des températures de /

-28°C et peut se développer pendant 18 à 60 jours à 34° (Winslow & Willis, 1972). Les tubercules d'igname peuvent être fortement infestés par des femelles de *Scutellonema bradys*. En Martinique les échanges de matériel végétal entre les agriculteurs de l'île ont probablement favorisé la dissémination de ce parasite (Cadet & Queneherve, 1994).

III.1.1.2 Les organes de reproduction végétative

Ces organes peuvent être fortement infestés par des nématodes présents soit dans le sol fixé aux racines lors de l'arrachage, soit à l'intérieur de ces racines dans le cas des espèces endoparasites. C'est ainsi que le transport de boutures, de bulbes, de rhizomes et surtout de jeunes plantules provenant de pépinières est souvent à l'origine de la dissémination des nématodes. *Hemicriconemoides kanayensis* ectoparasite du thé est ainsi disséminé au Japon par le repiquage de plantules infestées (Sivapalan, 1972). *Tylenchulus semipenetrans*, nématode parasite du citronnier, est de plus en plus disséminé à travers le monde. Ceci est certainement dû à une forte dispersion du matériel végétal contaminé (Cohn, 1972).

Radopholus similis est le parasite le plus abondant et le plus dangereux du bananier. La dissémination de ce nématode est liée à l'utilisation de souches ou rejets infestés. C'est ce qui explique la présence de *Radopholus similis* sur une défriche où il n'avait pas été détecté auparavant. Sachant que ce parasite est inféodé au bananier, sa présence dans un terrain n'ayant jamais porté cette plante indique qu'il doit être transporté par le matériel de plantation. C'est par la suite que les rejets successifs vont être infestés par la souche mère (Queneherve et Cadet, 1985). C'est pourquoi il est recommandé, après assainissement par jachère ou submersion d'utiliser des vitro-plants pour les nouvelles plantations (Mateille & Adjovi & Hugon, 1992).

Dans les cultures maraîchères, les racines des plantes hôtes sont fréquemment attaquées par les nématodes. Par conséquent, le repiquage de jeunes plantes provenant d'une pépinière infestée constitue l'une des principales causes de la dissémination de ces nématodes. En Afrique occidentale où les nématodes du genre *Meloidogyne* sont observés en association avec les racines de différentes plantes dont presque toutes les légumes (tomate, carotte, haricot, pomme de terre, pois, laitue, etc...). Ces nématodes étant endoparasites, ils peuvent être introduits dans des sols sains par des plantules infestées (Netscher, 1965). Le tabac cultivé en pépinière est également un moyen par lequel les espèces de *Meloidogyne* sont disséminées dans certaines régions où cette plante est cultivée (Anon, 1971b). Il n'est pas donc exagéré de dire comme Sivapalan (1972) que les pépinières constituent un centre de distribution de l'infestation. C'est la raison pour laquelle il est conseillé un bon traitement de ces pépinières avant transplantation.

- Certaines plantes ornementales constituent également une voie par laquelle certains nématodes sont disséminés à cause du bouturage de souches infestées. A la Martinique, c'est le cas par exemple, de l'*Alpinia* et de l'*Anthurium*. *Meloidogyne incognita* est l'espèce la plus fréquente et la plus dangereuse pour l'*Alpinia* tandis que pour l'*Anthurium*, on trouve surtout *Pratylenchus coffea* et *Radopholus similis*. Ces nématodes endoparasites sont transportés dans les parcelles nouvellement mises en culture ou dans d'autres pays, notamment de Martinique à Barbade. Si pour l'*Alpinia* la prévention peut se faire par élimination des racines avant bouturage, par contre pour l'*Anthurium*, elle handicape la reprise de la bouture. Cependant, il semble possible d'assainir la majorité des plants en les arrosant (Cadet, Queneherve, Marie-

91 (Luce, 1991). Chez certaines plantes telles que narcisses, tulipes et oignons, le principal moyen de dissémination de *Ditylenchus dipsaci* est constitué par le commerce de bulbes infestés (Brown, 1965).

III.1.2 Les animaux

III.1.2.1 Les insectes

La dissémination de certains nématodes est due à l'ingestion^{vf} par des insectes de débris de bois infestés. Le passage de ces animaux d'une plante à un autre contribue à propager l'infestation. Par exemple, dans les plantations de cocotier, le nématode *Rhadinaphylenchus cocophilus* est responsable d'une infestation connue sous le nom d'"anneau rouge" (Vilardebo, 1971a). Un charançon (coléoptère) du nom de *Rhyncophorus palmarum* joue un rôle important dans la dissémination de ce nématode. Dans ses déplacements, il transporte des fragments de tissus infestés par ce parasite. Le nématode entre dans le cocotier par les fentes qui s'ouvrent sur la tige à la base des feuilles.

Bursaphelenchus lignicolus, nématode parasite du pin est lui aussi disséminé dans tout le Japon par un autre coléoptère *Monochamus alternatus*. Les arbres tués par l'infestation deviennent blancs et sont ainsi très remarquables parmi les pins gris non infestés (Wiley, 1980). L'utilisation des insecticides peut être un moyen de lutte efficace contre la propagation de l'infestation.

III.1.2.2 Les oiseaux

Ces animaux sont capables de transporter des nématodes contenus dans leur tube digestif ou dans le sol collé à leurs pattes. Les déplacements et notamment ceux des oiseaux migrateurs peuvent être à l'origine d'une dissémination de ces nématodes. C'est le cas par exemple des kystes d'*Heterodera glycines*, nématode du soja. Les oeufs qui contiennent les kystes peuvent passer à travers l'appareil digestif et restent viables. Ainsi, ce nématode peut être disséminé sur de grandes distances par trois espèces d'oiseaux qui sont: *Molothrus ater*, *Quiscalus quiscula* et *Sturnis vulgaris* (Riggs, 1977). Les oiseaux migrateurs en provenance d'Amérique du nord seraient capables de disséminer accidentellement les nématodes par l'intermédiaire des semences contaminées qui se collent probablement à leurs pattes. C'est ainsi que *Criconema mutabile* et *Criconema permistum* présents sur la côte Est des Etats Unis, ont pu être transportés par ces oiseaux migrateurs (Cadet, Van Den Berg, 1991). Il peut

arriver qu'un oiseau utilise des feuilles infestées pour la confection de son nid. Dans ce cas, le transport de ces nids peut être à l'origine de la dissémination de certains nématodes. C'est, par exemple, le cas du commerce de nids qui sont faits avec des feuilles de fougère infestées par *Aphelenchoides fragariae* (Ark, 1946).

III.1.2.3 L'homme

d L'homme, dans ses activités commerciales, peut être à l'origine de la dissémination de certains nématodes par l'importation ou l'exportation de matériels végétaux infestés (semences, boutures, fleurs etc...). Les services de la protection des végétaux de Martinique ont eu l'occasion d'intercepter des bonzaïs de *Pinus pentaphylla* importés du Japon fortement infestés par *Rotylenchus robustus* et *Trichodorus cedarus* (Cadet, Van Den Bergh 1992).

III.3 Les vecteurs abiotiques

III.3.1 Le sol

La contamination du sol est due en grande partie à l'apport de terre contenant le nématode par l'intermédiaire des instruments aratoires (Anon, 1971), des tubercules ou des racines de boutures. Afin de mieux apprécier l'importance de ce mode de dissémination, Boag (1985) infeste artificiellement deux champs: l'un avec *Trichodorus primitivus* et l'autre avec *Longidorus elongatus*.

Des analyses du sol prélevé sur les engins agricoles et sur les bottes des ouvriers montrent que la densité de l'infestation sur les bottes et sur le tracteur est respectivement de 16 et 9 % . Pour *L. elongatus* la densité est dans les deux cas égale à 7 % . Pour montrer que ces nématodes peuvent être transportés par le matériel agricole, le même engin a été utilisé pour labourer un terrain qui ne contenait pas les espèces présentes dans le champ. L'examen du terrain révèle la présence de *T. primitivus* et *L. elongatus*.

Chez les plantes à tubercule comme la pomme de terre par exemple, le sol qui adhère aux semences constitue une voie de dissémination des nématodes. Par exemple certaines espèces comme *Heterodera rostochiensis*, peuvent être disséminées sur de grandes distances par le transport de sol infesté par des kystes et qui se trouve à la surface des tubercules ou des racines (Winslow, Willis, 1972).

III.3.2 Le vent

Les kystes, les oeufs et les juvéniles des nématodes n'ont pas le même poids. Les oeufs et les juvéniles, qui sont plus légers, sont plus facilement transportés que les kystes (Carrol, Viglerchio, 1980). Les travaux de Petherbridge, Jones (1944), Chitwood (1951) et White (1953) ont permis de détecter des kystes de *Heterodera schachtii* et de *Globodera rostochiensis* dans des vents très violents. Par ailleurs, des échantillons de poussière prélevés à 5 m au dessus du sol ont révélé 63% de Rhabditida et 18% de Tylenchida particulièrement les genres *Meloidogyne*, *Rotylenchulus*, *Tylenchorhynchus*, *Telotylenchus* et *Pratylenchus*. *Heterodera avenae* est probablement une espèce indigène en Europe du nord et notamment en Allemagne où il a été trouvé en 1874. A partir de ce pays il s'est propagé dans les cinq continents. Parmi les différentes voies de dissémination qui sont intervenues dans la propagation de cette espèce, le vent semble avoir joué le plus grand rôle (Meagher, 1977). Dans le bassin arachidier du Sénégal, des échantillons prélevés dans des pots affleurant la surface du sol révèlent que la majorité des nématodes sont représentés par les mycophages et les bactériophages. Les *Dorylaimida* et les *Tylenchida* sont peu nombreux. Les nématodes phytoparasites présents appartiennent aux genres *Filenchus*, *Ditylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Scutellonema* etc. Au laboratoire, des tests ont montré que ces nématodes transportés par le vent conservent leurs facultés biologiques de reproduction malgré les stress subis (Baujard, Martiny, 1994). Les quantités de sable et de poussières recueillies augmentent régulièrement pendant la saison sèche. Ceci serait dû à la disparition du couvert végétal. Certaines espèces de nématodes pourraient être transportées par le vent avec des débris végétaux enracinés, arrachés lors du passage des ouragans. Par exemple, à la Martinique, sur la montagne pelée, on a trouvé à 600 m d'altitude des espèces *Xiphinema macrostylum* et *Hemicycliophora andrassyi*. On sait que le volcanisme qui a affecté cette montagne en 1902 avait éliminé tous les nématodes (la température du volcan atteignait 400°C alors que les nématodes sont tués à 40°C). Ainsi, on pense que les fréquentes tempêtes tropicales et les deux ouragans qui ont frappé la Martinique depuis l'éruption de la montagne pelée en 1951 et en 1979 pourraient expliquer la recolonisation rapide et homogène de cette montagne (Cadet & Van Den Berg, 1992).

Est-ce un
fait à retenir
Ryph...

Les oeufs et les juvéniles qui résistent mieux à la dessiccation sont les plus facilement propagés. Pour *Heterodera avenae* par exemple, ce sont les oeufs qui constituent le plus

souvent la forme de dispersion. La preuve est que dans le sud de l'Australie il y a eu de violentes tempêtes qui ont réussi à désagréger les kystes matures; les oeufs libérés ont pu survivre dans cette tempête et ont été l'objet d'une très large dissémination (Meagher, 1977).

à quelle eau
Sous l'action de la dessiccation, certaines espèces de *Meloidogyne* et de *Scutellonema* par exemple, s'enroulent en spirale. Cependant, ils peuvent être réactivés lorsqu'ils retrouvent une humidité suffisante pour leur réviviscence (Demeure, 1978).

III.3.3 L'eau

III.3.3.1 L'eau d'irrigation

En 1923, Godfery a été le premier à observer la présence de nématodes dans les eaux d'irrigation. Aux Etats Unis, une estimation faite à partir d'une étude dans deux canaux indique que l'eau transporte entre 2 à 16 milliards de nématodes par jour dont 10 à 20% de phytoparasites (Faulkner, Bolander, 1966). De l'eau provenant d'un canal d'irrigation et une autre provenant d'un puits sont utilisées pour arroser différents types de plantes qui ont grandi en serre dans des conditions stériles. Le substrat est subdivisé en parcelles dans lesquelles on développe plusieurs variétés de cultures maraîchères. Les populations de nématodes, prélevées de ces parcelles, sont comparées durant les trois années que dure l'expérience. Les parcelles irriguées avec l'eau de canalisation deviennent très infestées par une grande variété de nématodes phytoparasites. Par contre celles qui reçoivent l'eau de puits sont beaucoup moins infestées. Par conséquent, l'eau courante provenant de champs infestés s'avère une importante voie de dissémination de l'infestation (Faulkner, Bolander, 1970).

Une étude visant à connaître la densité des espèces de nématodes présentes dans les canaux d'irrigation a été menée dans le sud de l'Italie. Dans les échantillons d'eau prélevés au centre de ces canaux, les principaux nématodes trouvés sont des ectoparasites et des endoparasites migrants: *Helicotylenchus vulgaris*, *Melinius brevidense*, *Pratylenchoides ritteri* et *Xiphinema index* avec des densités variant entre 2 et 35 par litre (Roccuzzo, Ciancio, 1990).

Dans la vallée du Kashmir en Inde, les cultures sont irriguées avec l'eau acheminée par des canaux. Dans les échantillons d'eau prélevés de ces canaux, on a trouvé 20 à 115 nématodes par 50 litres d'eau dans les canaux de montagne et 65 à 290 dans les canaux de plaine. Les nématodes appartiennent aux ordres suivants : *Tylenchida* (35 à 39%), *Aphelenchida* (1 à 2%), *Dorylaimida* (16 à 48 %), *Mononchida* (1 à 3 %),

Rhabditida (8 à 30%). En saison des pluies le nombre de nématodes est plus important du fait de la part de l'infestation due aux eaux de ruissellement (Waliullah, 1989).

III.3.3.2 L'eau de ruissellement

Elle correspond à l'eau de pluie qui ne s'est pas infiltrée du fait de la saturation du sol. Ainsi, l'eau de ruissellement qui coule le long d'un bassin versant traverse les champs en emportant avec elle la partie superficielle du sol ainsi que les nématodes qui s'y trouvent. L'eau qui coule le long d'une pente au sommet de laquelle se trouve une surface infestée peut être à l'origine de la dissémination des nématodes. C'est de cette manière qu'un champ de bananes a été infesté par *Radopholus similis* (Black, 1977). L'eau de ruissellement intervient également dans la dissémination locale de *Ditylenchus dipsaci* dans les cultures de plantes à bulbe (narcisse, tulipe, oignon) et d' *Aphelenchoides* des chrysanthèmes (Brown, 1965). L'eau qui coule le long des sillons contribue à propager les nématodes dans tout le champ.

IV. CONCLUSION

Plusieurs modes de transport aussi nombreux que variés participent à la dissémination des nématodes et, par conséquent, à la propagation de l'infestation. Celle-ci se fait à des échelles différentes selon le mode de transport considéré. Ainsi, la dissémination peut être:

- locale: dans ce cas la propagation de l'infestation est limitée à la dimension du champ. Elle est essentiellement le fait des mouvements actifs du nématode lui même. Par exemple, dans les cultures maraîchères, un seul plant infesté peut contaminer tout le champ.

- zonale: si la dissémination de l'infestation est limitée à une zone bien déterminée. Elle peut être due soit à l'apport de sol ou de matériel végétal contaminé dans un champ stérile, soit à l'irrigation ou aux eaux de ruissellement.

- régionale: Lorsque les nématodes sont transportés d'un pays à un autre ou bien d'un continent à un autre. Dans ce cas le vecteur peut être le vent ou l'homme à travers le commerce des semences ou d'autres matériels végétaux infestés.

Dans le cas de la dissémination locale, un traitement nématicide des pépinières ou l'isolement des pieds infestés peuvent aider à prévenir l'infestation. Par contre, la dissémination de l'infestation à l'échelle zonale ou régionale est beaucoup plus difficile à prévenir surtout si le mode de transport est le vent ou l'eau de ruissellement qui sont des

vecteurs qui échappent au contrôle de l'homme. Par sa force d'érosion du sol et de transport des particules solides, l'eau de ruissellement peut être un important mode de transport des nématodes. Il serait donc souhaitable de pouvoir apprécier, dans tous ses aspects, l'importance des eaux de ruissellement dans le transport des nématodes et, par conséquent, dans la dissémination de l'infestation.

I. INTRODUCTION

Les nématodes phytoparasites font partie des organismes susceptibles de causer d'importants dégâts aux cultures. Au Sénégal, ils sont le plus souvent à l'origine de la baisse des rendements constatée aussi bien dans le bassin arachidier que dans les cultures maraîchères. Des moyens de lutte tels que le traitement des champs avec des nématicides (lutte chimique) ou l'introduction de prédateurs de nématodes (lutte biologique) sont utilisés pour éliminer ces redoutables parasites. Cette lutte doit être permanente compte tenu d'une possible réinfestation du champ suite à un apport de nématodes dans le milieu. C'est la raison pour laquelle il faut nécessairement limiter la propagation de l'infestation et cela passe inévitablement par la connaissance et la maîtrise des différents modes de transport de ces nématodes.

Pendant l'hivernage, la pluie est souvent la seule source d'alimentation en eau des cultures. Cependant, c'est uniquement l'eau qui s'infiltre dans le sol qui est considérée comme utile pour la plante. La partie qui ruisselle présente, en effet, un certain nombre d'inconvénients dont le plus connu est la dégradation des sols suite à l'érosion et au transport des particules solides. Ces phénomènes sont d'autant plus graves que des parasites néfastes aux plantes peuvent être transportés en même temps que les particules inertes. L'objectif de cette étude est de connaître l'importance des eaux de ruissellement dans le transport des nématodes et d'en déduire leur implication dans la dissémination de l'infestation.

II. MATERIELS ET METHODES

II.1 Situation géographique

La zone d'étude est le bassin versant de Keur Dianko qui couvre une superficie de 60 ha (Fig 1). Ce bassin se situe dans la région de Kaolack, dans le département de Nioko et plus précisément dans la communauté rurale de Thyssé-kaymor, à 260 km de Dakar. Ce bassin est situé au sud du bassin arachidier où les conditions pédoclimatiques sont peu propices à la pratique de l'agriculture : sols pauvres soumis à forte érosion, couvert végétal très dégradé et pluviométrie le plus souvent déficitaire. L'écoulement de l'eau se fait de l'amont à l'aval

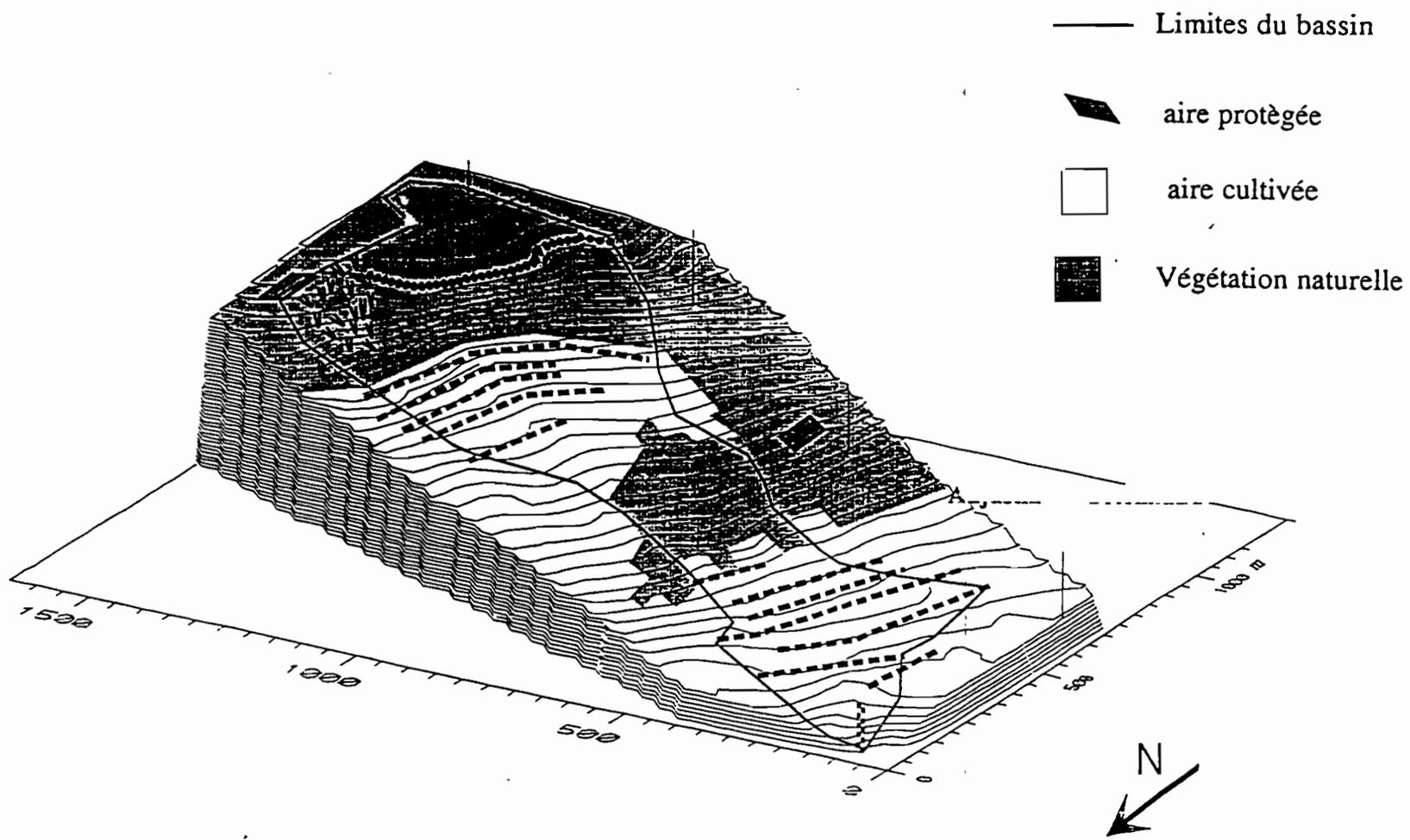


Fig. 1 Bassin expérimental de Keur-Dianko (60 ha)

du bassin et s'accumule au niveau du bas fond où se situe l'une des cinq stations installées par le département de l'hydrologie de l'ORSTOM.

II.2. Présentation de la station hydrologique .

Elle est composée :

- d'une section de contrôle qui permet de modifier le volume d'écoulement de sorte à avoir à cet endroit une relation de proportionnalité entre le débit (Q) et la hauteur (H),
- d'une échelle limnimétrique graduée en cm et fixée verticalement au milieu de la section de contrôle,
- d'un limnigraphe qui est un appareil qui permet d'enregistrer en continu les variations du niveau de l'eau ou limnigramme. Il est composé de trois parties essentielles:

* un capteur de niveau constitué d'un flotteur relié à une poulie par un câble et protégé par un puits de tranquillisation

* un système de transmission de la mesure,

* un système d'enregistrement composé d'un tambour vertical sur lequel se déroule le papier millimétré (cylindre enregistreur). La transmission de la mesure de niveau provoque le déplacement d'un stylet à encre (Fig 2).

II.3. Le prélèvement des échantillons

Lorsque la pluie est suffisamment abondante pour provoquer un ruissellement, l'eau qui arrive en amont par une petite ravine, remplit la section de contrôle avant d'être évacuée à l'aval par un déversoir. Au moment où les hydrologues prélevaient dans la section elle-même, nous recueillons dans des seaux de 15 litres une partie de l'eau qui se déverse. Pour chaque prélèvement, on note l'heure et la hauteur de l'eau lue sur l'échelle limnimétrique. Celle-ci permettra de connaître le débit de l'eau au moment de chaque prélèvement. Durant tout le temps que dure l'écoulement (crue et décrue), la collecte de l'eau se fait de façon discontinue en fonction des fluctuations du débit. Le dernier prélèvement se fait toujours avant que l'eau n'atteigne le niveau 0 qui marque la fin de l'écoulement hors de la section.

II.4 Décantation et remplissage des bidons de 2 litres

La suspension contenue dans les seaux est laissée à décanter pendant au moins 7 heures. Ce temps est largement suffisant pour que tous les nématodes ainsi que les particules minérales et organiques les plus fines se retrouvent au fond. Un

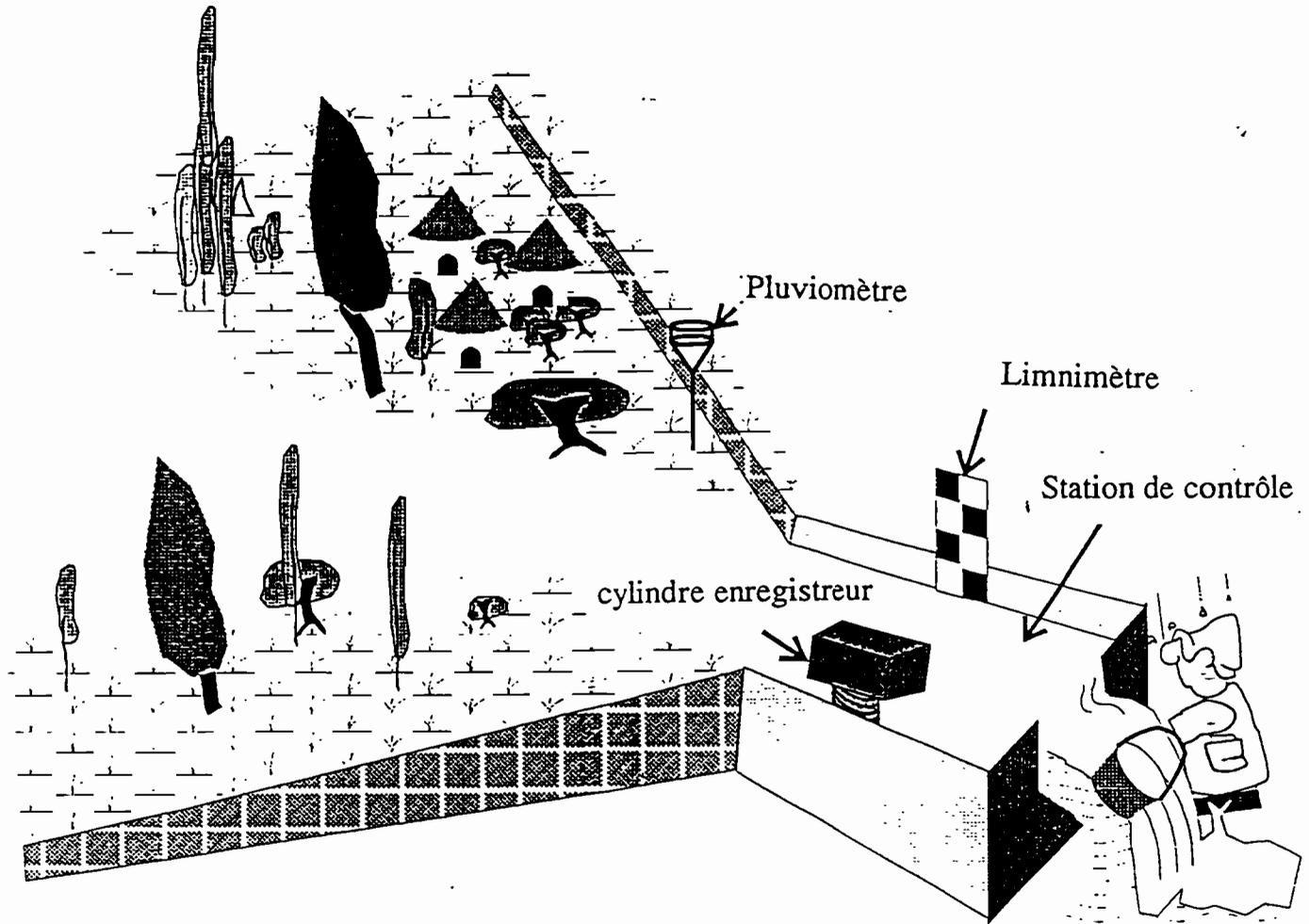


Fig. 2 Prélèvement d'échantillons d'eau au niveau de la station hydrologique

petit tuyau permet d'éliminer le surnageant. Le résidu, d'environ 2 litres, est transvasé dans un bidon auquel est attachée une étiquette sur laquelle est portée le numéro de l'échantillon ainsi que la date de pluie. Une pissette permet de rincer le seau de manière à récupérer la totalité des nématodes et des particules. Après remplissage, les bidons bien fermés sont ainsi prêts pour être transportés à Dakar pour l'analyse nématologique. Au laboratoire, ils sont laissés en décantation pendant environ quatre heures. Ensuite, avec une pompe, on élimine la moitié de l'eau qui surnage et le reste, environ un litre, est passé aux élutriateurs pour l'extraction des nématodes.

II.5 La technique d'extraction des nématodes

II.5.1 La méthode de Seinhorst (1962) : les élutriations

Le contenu du bidon, environ un litre, est versé dans un erlenmeyer de 2,5 litres, complété avec de l'eau puis renversé sur l'élutriateur. Celui-ci est une colonne d'une hauteur de 1,3 m et 5 cm de diamètre contenant 2 litres d'eau environ. Cette colonne est une alternance de ventres et de noeuds qui provoquent des tourbillons et améliorent la séparation des particules (Fig 3). A travers cette colonne, passe un courant d'eau ascendant qui va donc dans le sens contraire de celui de la sédimentation des particules. La vitesse du courant ascendant est réglée à 80 ml/minute pendant 20 mn et à 70-65 ml/minute pendant 10 minutes. Ainsi, les nématodes et les autres particules légères sont remontés vers un trop plein puis récupérés dans un seau de 7 litres. Le sable et les autres particules suffisamment lourdes se retrouvent au fond de l'élutriateur. Les nématodes se retrouvent alors dans une suspension de particules limoneuses et argileuses. Les seaux sont laissés au repos pendant 1 heure pour que les nématodes (10 à 30 μm) et les particules fines se retrouvent au fond. Ceci permet d'éviter, lors du tamisage, le colmatage des mailles des tamis.

II.5.2 Du tamisage à la mise en tube

Le tamisage permet de retenir les nématodes sous leurs différentes formes ainsi que les agrégats et de laisser passer les particules argileuses ($< 0,2 \mu\text{m}$). Pour cela, on fait passer les 7 litres de suspension contenue dans le seau à travers une série de 4 tamis de même maille (50 μm). Le refus des tamis est mis dans un verre à pied de 250 ml avant d'être versé dans une boîte de pétri sur laquelle on a étalé un papier filtre. Pendant les 48 heures que dure cette étape, les nématodes vont passer activement à travers les mailles très lâches du papier filtre

pour se retrouver dans la boîte de pétri sous jacente. Celle-ci contient, 2 jours après, une suspension des nématodes représentatifs de l'échantillon traité. Le contenu de chaque boîte de pétri est mis dans un tube à l'aide d'un entonnoir pour comptage des nématodes.

II.5.3 Comptage des nématodes

Chaque tube contient 25 ml de la suspension de nématodes. Dans le tube bien homogénéisé, une partie aliquote de 5 ml est prélevée puis déposée dans une plaque de comptage à fond quadrillé. Les nématodes sont ensuite dénombrés sous le microscope stéréoscopique. Le nombre est ensuite rapporté aux 15 litres d'eau.

II.6 Prélèvement de sols dans le bassin versant

des-terrestres (Quatre missions (juin, juillet, septembre, octobre) ont permis d'effectuer ces prélèvements sur le bassin versant. Les échantillons ont été prélevés sur une dizaine de transects répartis sur des jachères d'âge différent (1 an, 7 ans, 17 ans), une forêt classée de 50 ans et sur les cultures environnantes à la station.

II.7. Extraction des nématodes du sol

On met en suspension dans une colonne d'eau une fraction de 250 cm³ de sol. Le reste se fait suivant la même méthode décrite un peu plus haut (extraction des nématodes de l'eau).

II.8. Analyse statistique des résultats

II.8.1. Diagramme fréquence - abondance (Fortuner & Merny, 1973)

Ce diagramme permet de connaître l'importance relative de chaque genre et espèce. Une espèce (ou genre) est considérée comme fréquente et abondante lorsqu'elle apparaît dans plus de 30 % des échantillons avec un indice d'abondance de 2,30. On les définit comme suit:

$$\text{Fréquence} = (n_i/N) * 100$$

$$\text{Abondance} = \log (\text{somme}(x_m)/n_i)$$

n_i = nombre d'échantillons où le genre est présent

X_m = population moyenne par 15 litres d'eau

N = nombre total d'échantillons

Le diagramme fait apparaître quatre quadrants qui sont :

- 1 - Le quadrant supérieur gauche: nous y trouvons les espèces abondantes mais peu fréquentes.
- 2 - Le quadrant supérieur droit : les espèces qu'on y trouve sont abondantes et fréquentes.
- 3 - Le quadrant inférieur gauche : contient les espèces peu fréquentes et peu abondantes.

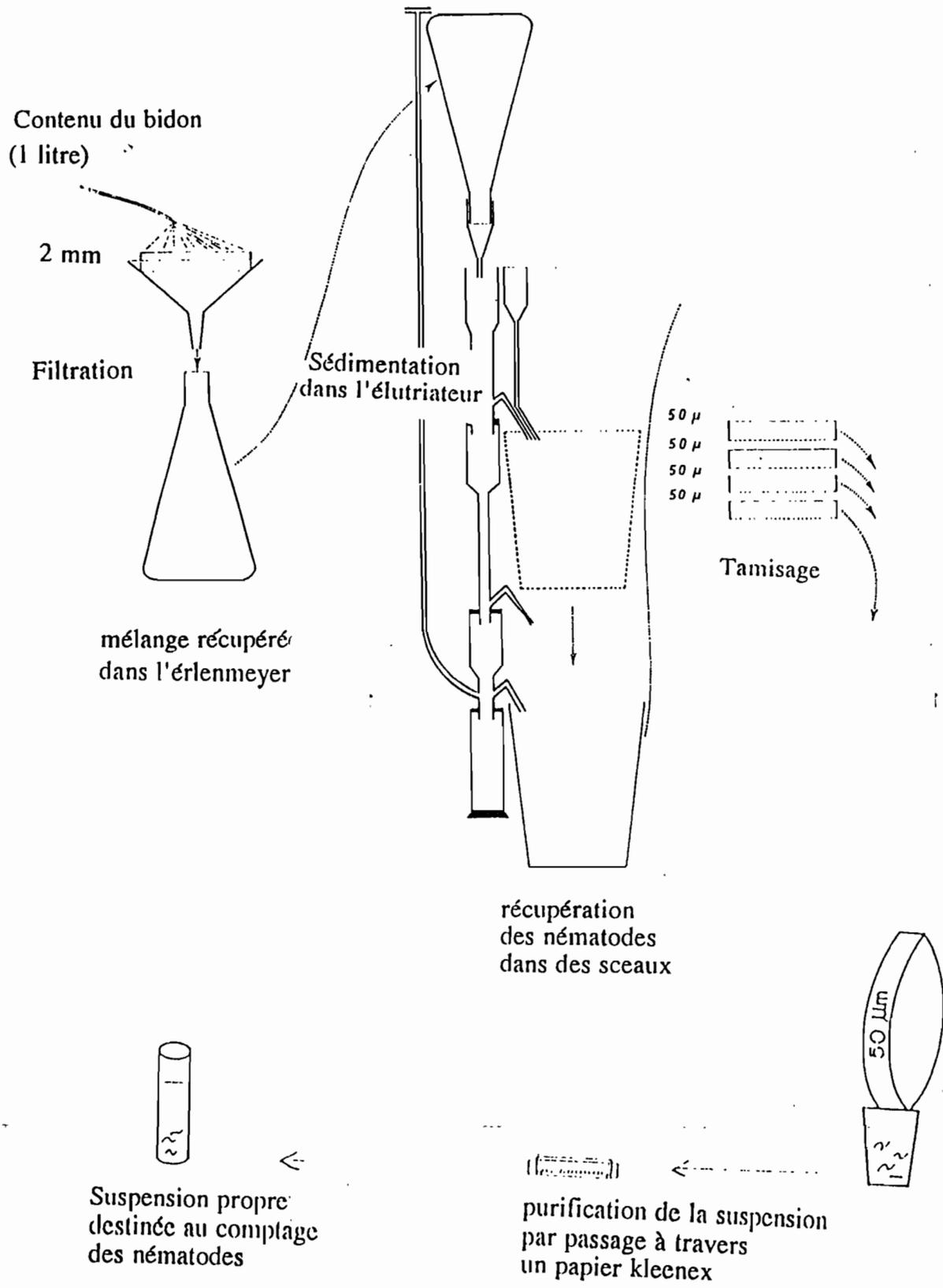


Fig. 3 Extraction des nématodes par la méthode des éluviations (Seinhorst, 1962).

4 - Le quadrant inférieur droit : renferme les espèces fréquentes mais peu abondantes.

II.8.2. Coefficient de corrélation

Il permet de connaître s'il existe ou non une liaison entre deux variables. Ce coefficient qu'on a l'habitude d'appeler r est égal à :

$$r = C_{xy} / E.T_x \times E.T_y$$

C_{xy} = covariance de x et y , $E.T_x$ et $E.T_y$ leurs écarts-types.

Les limites de r sont $+1$ et -1 .

r est égal ou proche de $+1$ quand les variations d'une variable sont associées à des variations de l'autre de façon proportionnelle et de même sens. Si elles sont proportionnelles mais en sens inverse, $r = -1$. Si une variation de l'une n'est pas associée à une variation de l'autre, r est égale ou proche de 0 .

II.8.3. Coefficient de détermination

Il est possible de tester la signification statistique d'un coefficient de corrélation, mais le meilleur indicateur est encore son carré :

r^2 = coefficient de détermination. C'est le pourcentage des variations d'une variable expliqué par les variations de l'autre variable.

Exemple: $r = 0,6$, $r^2 = 0,36$. Les variations de X expliquent seulement 36 % des variations de Y .

III. RESULTATS

III.1. Genres et espèces

III.1.1. Composition spécifique

16 espèces de nématodes phytoparasites appartenant à 13 genres, ont été observées dans l'eau de ruissellement. Ces nématodes sont classés selon leur effet pathogène potentiel en espèces mineures et espèces majeures subdivisées en 2 groupes.

* Les espèces mineures : sont au nombre de 5 et regroupent toutes les espèces susceptibles de se développer sur les champignons.

* Les espèces majeures : sont au nombre de 11 et sont toutes des parasites obligatoires de plantes supérieures. Les espèces du groupe 1 sont réputées les plus pathogènes sur les cultures.

Dans le tableau suivant nous avons classé toutes les espèces et genres que nous avons extraits de l'eau de ruissellement

Groupe 1	<i>Scutellonema</i>	<i>cavenessi</i>	(Sc)
	<i>Helicotyrrhynchus</i>	<i>dihystera</i>	(He)
	<i>Pratylenchus</i>	<i>sefaensis</i>	(Pr)
	<i>Criconemella</i>	<i>curvata</i>	(Cc)
	<i>Aphasmatylenchus</i>	<i>variabilis</i>	(A.v)
	<i>Longidorus</i>	<i>sp</i>	(Lo)
Majeurs			
Groupe 2	<i>Tylenchorhynchus</i>	<i>gladiolatus</i>	(T.g)
	<i>Tylenchorhynchus</i>	<i>mashhoodi</i>	(T.m)
	<i>Tylenchorhynchus</i>	<i>sulcatus</i>	(T.s)
	<i>Tylenchorhynchus</i>	<i>ventralis</i>	(T.v)
	<i>Gracilacus</i>	<i>pirvula</i>	(Gr)
Mineurs			
	<i>Filenchus</i>	<i>sp</i>	(Fil)
	<i>Ditylenchus</i>	<i>sp</i>	(Dit)
	<i>Aphelenchus</i>	<i>sp</i>	(Aph)
	<i>Trichotylenchus</i>	<i>falciformis</i>	(Tric)
	<i>Ecphiadophora</i>	<i>sp</i>	(Ec)

III .1.2 Description des espèces observées

Sous ordre : *Tylenchina*

Famille : *Tylenchidae*

Sous famille : *Tylenchinae*

Genre : *Filenchus* Andrassy, 1954 (Meyl, 1961).

Exemple : *F. uliginosus* (Brzeski).

Corps petit et modérément large (0,3 à 1,3 mm). La région céphalique est arrondie ou conoïde. le stylet est faible ou modérément développé, généralement 7 à 15 μ m de long. Chez la femelle, la vulve occupe 55 à 70 % de la largeur du corps. La queue est généralement filiforme et droite (Fig. A).

Sous famille : *Ecphiadophorinae*

Genre : *Ecphiadophora* de Man (1921).

Corps brusquement rétréci derrière la vulve. Région céphalique hémisphérique, vulve dirigée postérieurement et spicules presque droits (Fig. B).

Famille: *Anguinidae*

Genre: *Ditylenchus*

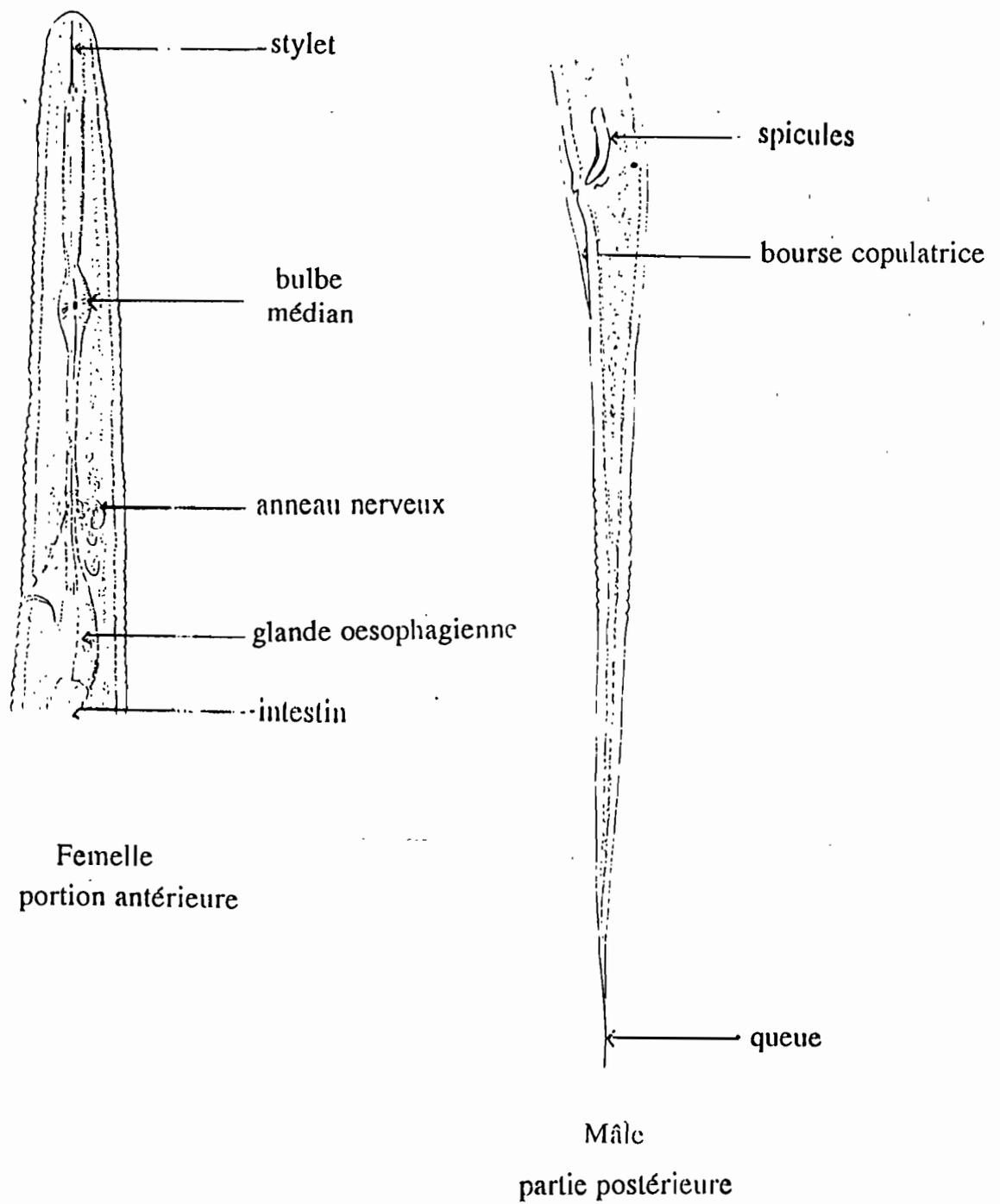
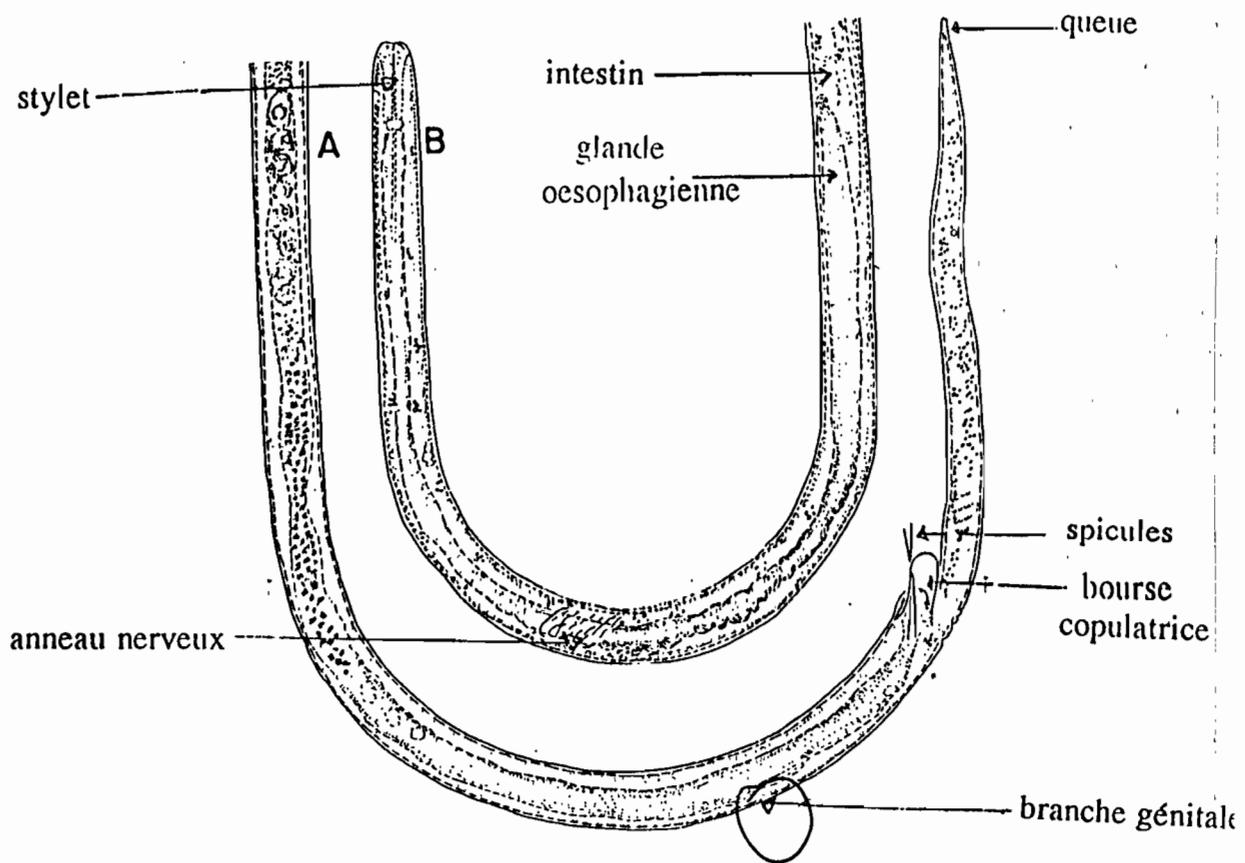


Figure A. *Filenchus uliginosus* Brzeski

Tirée de (Siddiqi, 1986)



A partie postérieure

B portion antérieure

Figure B. *Ecphiadophora* de Man (1921)

Tirée de (Siddiqi, 1986)

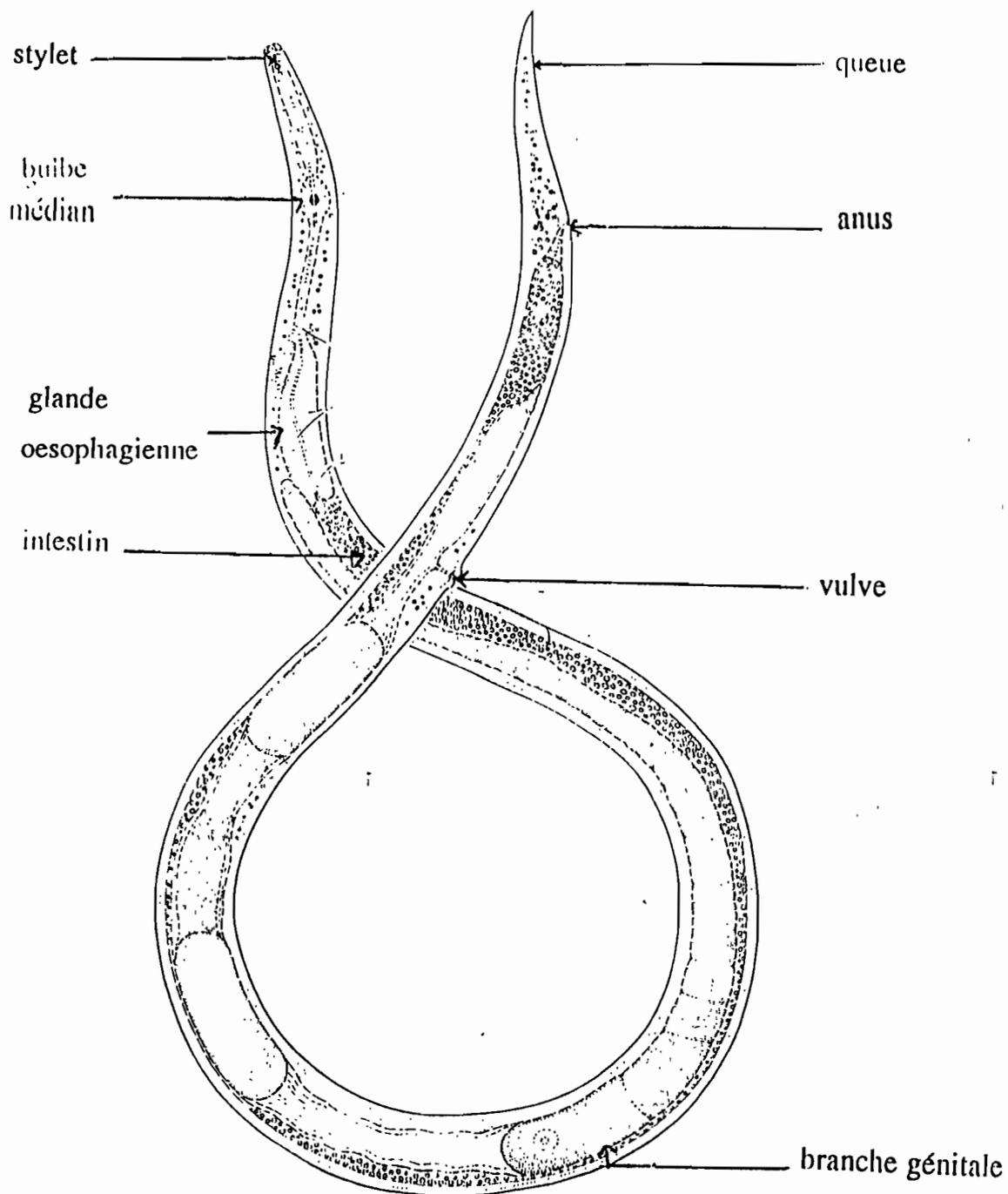


Figure C. *Ditylenchus dipsaci* Hooper, 1972

D. dipsaci (Kühn, 1857), Filipjev, 1936

Ce sont des nématodes phytoparasites mineurs qui mesurent entre 0,5 et 1 mm. Queue allongée, plus ou moins conoïde à extrémité arrondie. Le stylet mesure 7 à 8 μm . Vulve distincte (Fig. C).

Famille : Belonolaimidae

Sous famille : Telotylenchinae

Genre : *Tylenchorhynchus* Cobb, 1913.

Ce sont de petits nématodes ayant rarement plus de 1mm de long. La tête est ronde et le stylet développé (15 à 25 μm). Ils sont ectoparasites migrants, semi-endoparasites ou endoparasites. Il n'y a pas de dimorphisme marqué entre le mâle et la femelle.

- *T. mashhoodi* Siddiqi et Basir, 1959. La femelle mesure en moyenne 0,63 μm et le stylet, 16 - 19 μm . La queue, cylindrique ou subcylindrique, est arrondie. Vulve avec fente transversale (Fig. D). Chez le mâle, les spicules mesurent 18 - 22 μm de long et la queue conoïde a une extrémité aiguë ou sub-aiguë.

- *T. ventralis* Loof, 1963.

Le corps est mince. Les corps basaux sont très développés et arrondis (Fig. E). Chez le mâle les spicules sont courbées ventralement.

- *T. sulcatus* de Guiran, 1967.

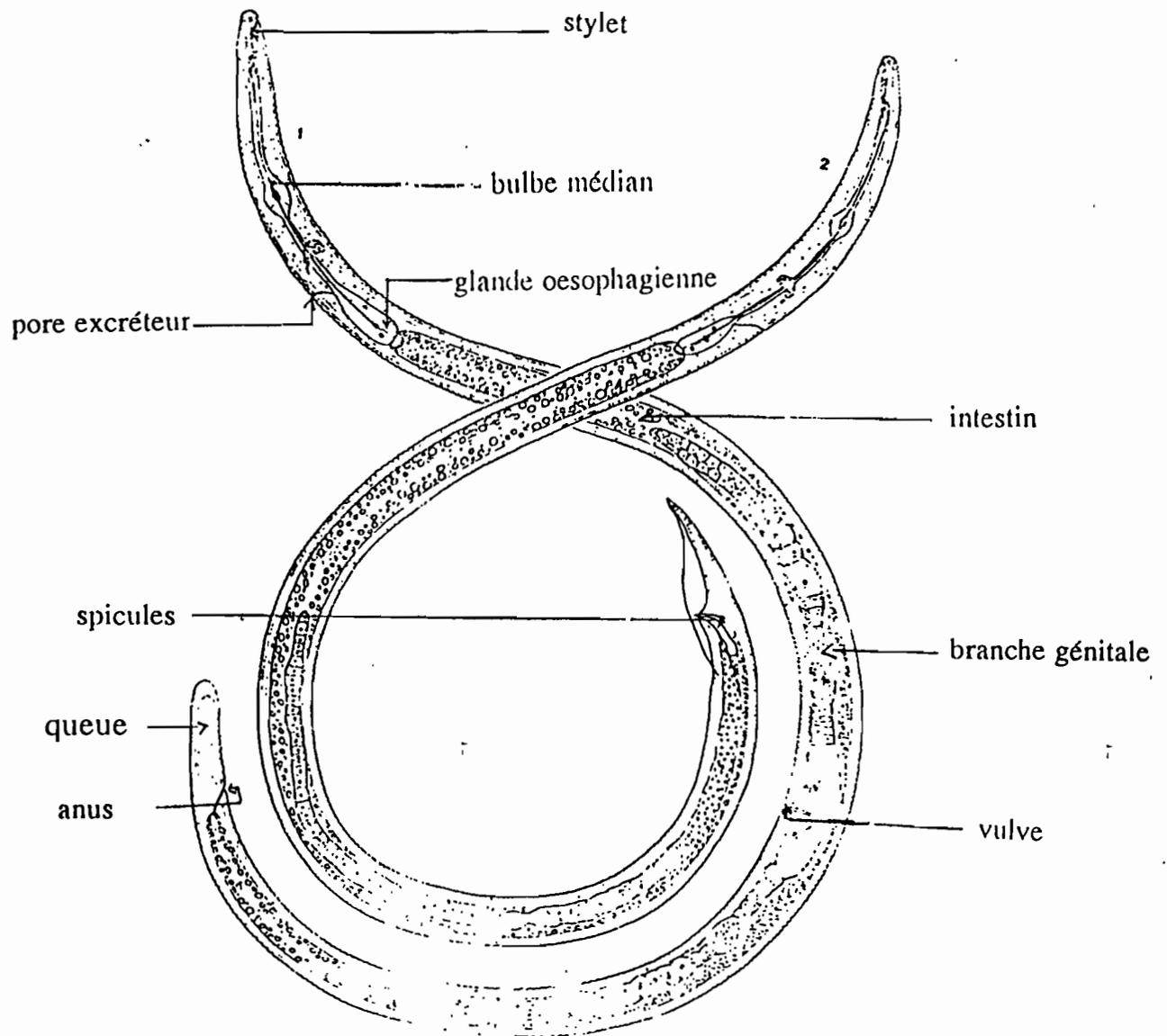
Chez la femelle, la forme générale est cylindrique et amincie aux deux extrémités. Le stylet, grêle, est long de 19 à 22 μm . La queue est cylindro-cônique (Fig. F). Chez le mâle les spicules sont longs (27 μm) et la queue longue et effilée est entièrement enveloppée par la bursa.

- *T. gladiolatus* Fortuner et Amougou, 1974.

Chez les individus tués par la chaleur, le corps est courbé ventralement en forme de C très ouvert. La longueur du stylet est inférieure à 14,5 μm et la queue est cylindro-conique (Fig. G). Chez le mâle, les spicules sont courbées et la queue effilée.

Genre : *Trichotylenchus* Whitehead, 1960

T. falciformis Whitehead, 1960.



1 Femelle

2 Mâle

Figure D. *Tylenchorhynchus mashhoodi* Siddiqi et Basir, 1959
Tirée de (Baqri & Jairajpuri, 1969)

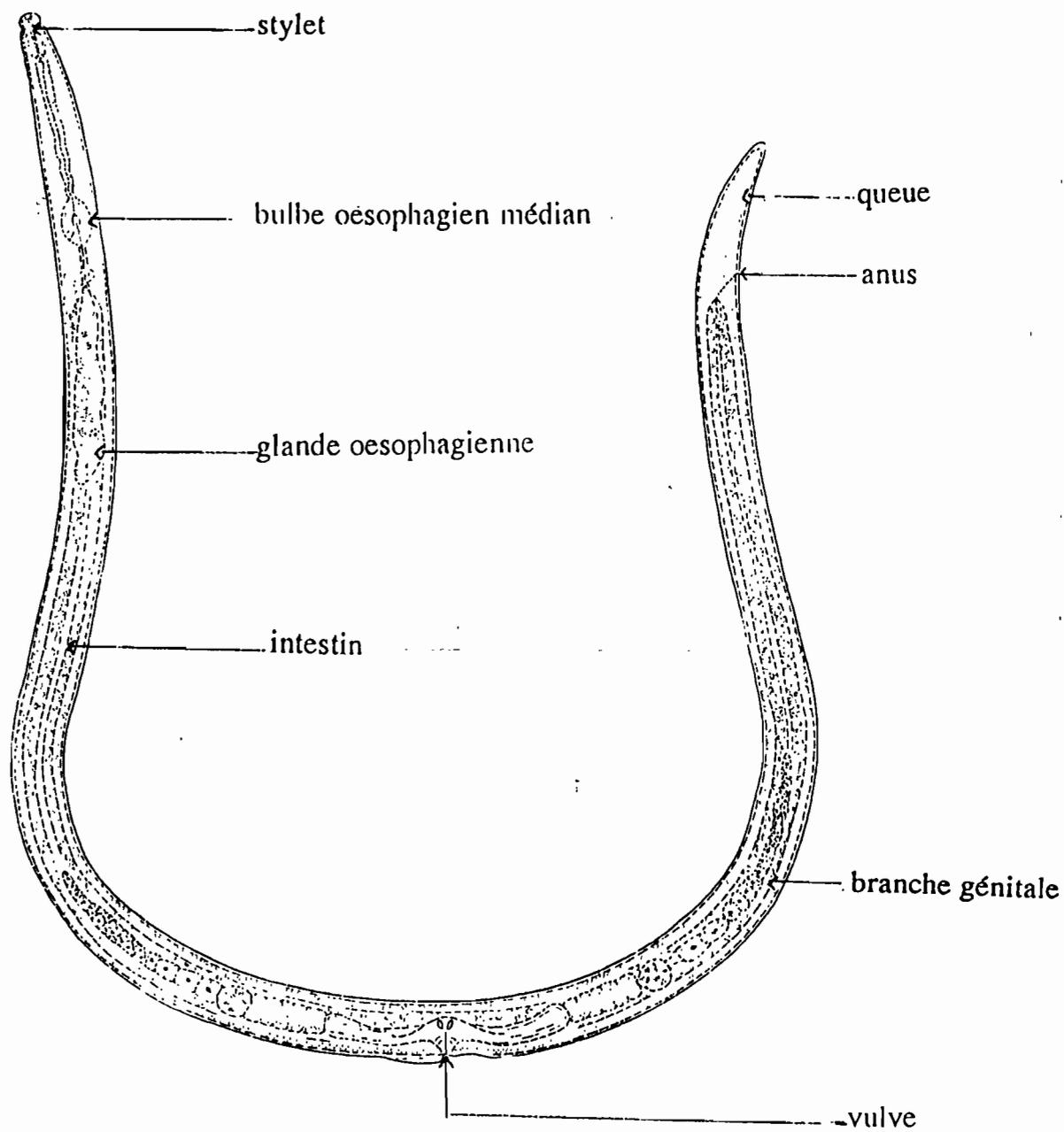


Figure E. *Tylenchorhynchus ventralis* Loof, 1963

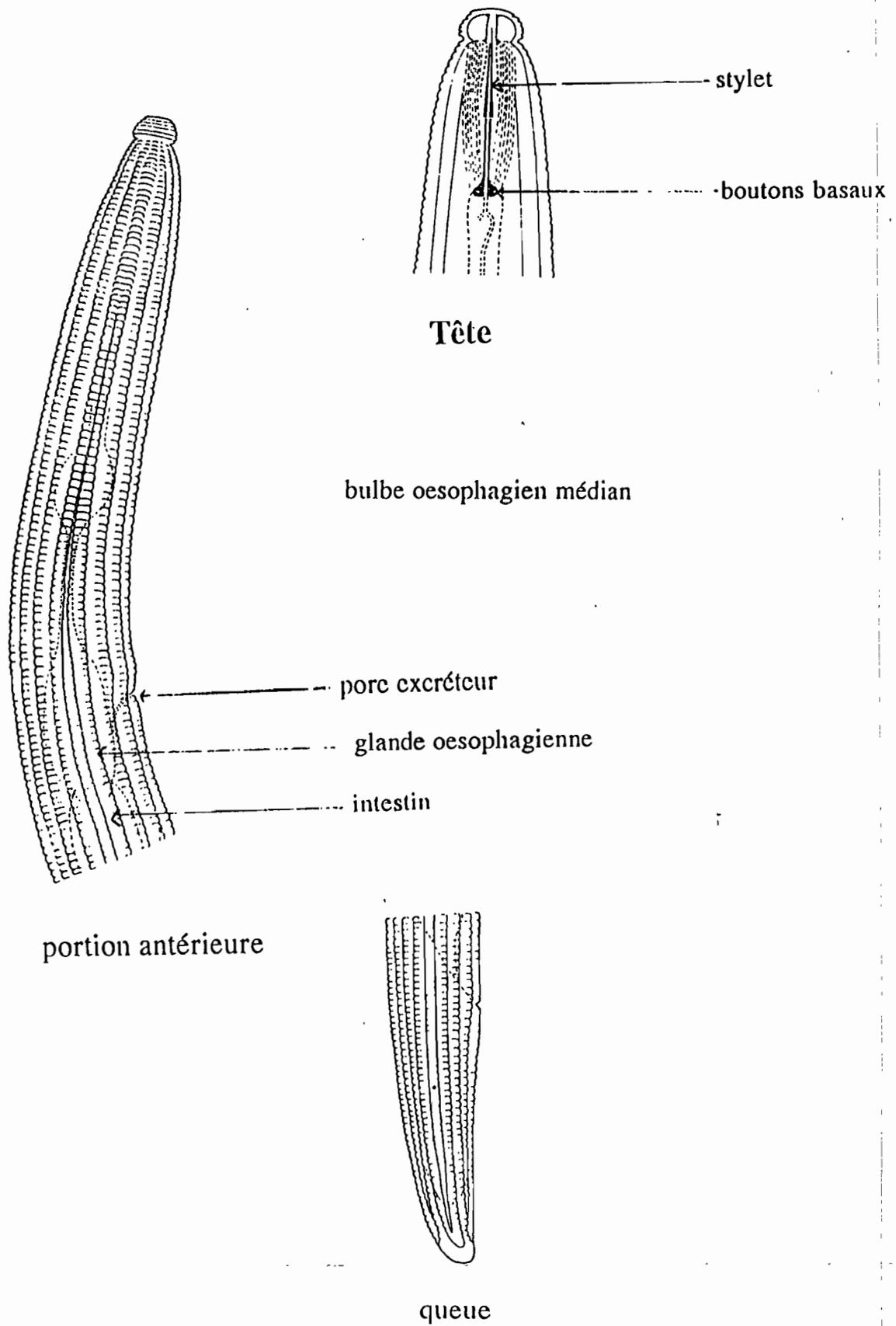
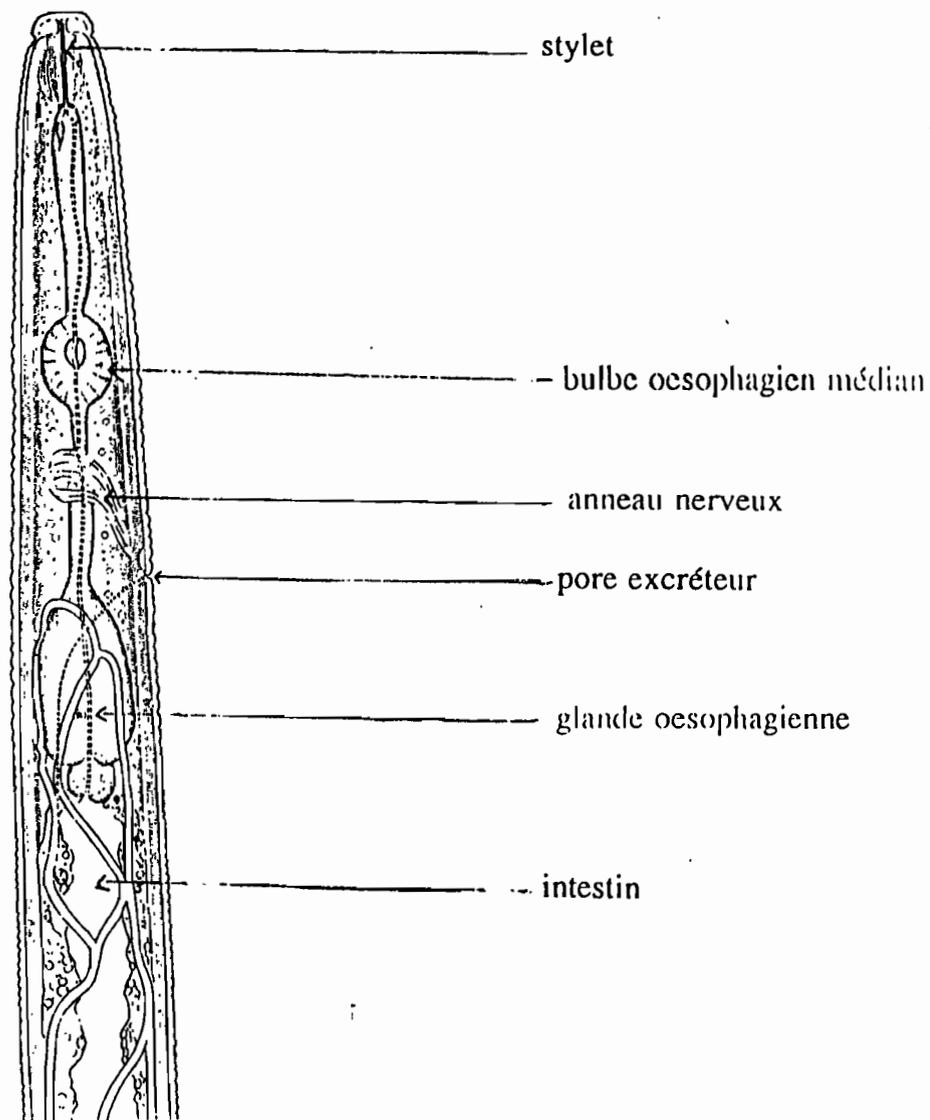


Figure F. *Tylenchorhynchus sulcatus* de Guiran, 1967



portion antérieure

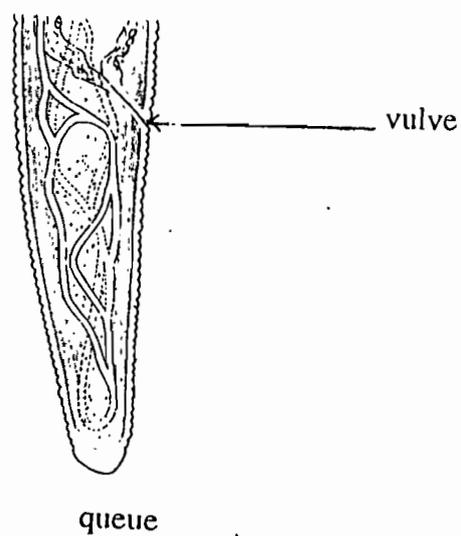


Figure G. *Tylenchorhynchus gladiolatus*

Tirée de (Fortuner & Amougou, 1973)

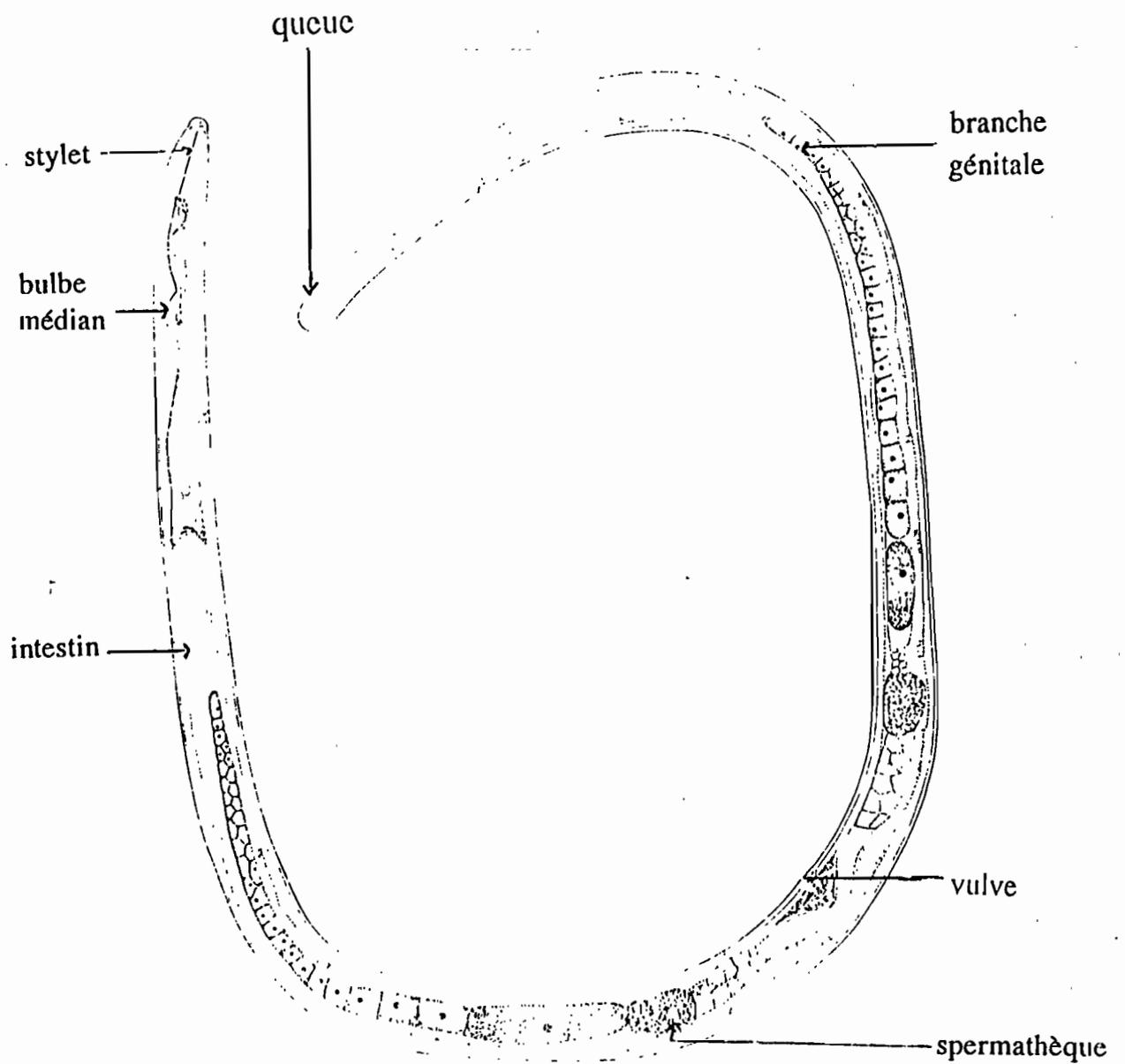


Figure H. *Trichotylenchus falciformis*

Tirée de (Siddiqui, 1986)

La femelle mesure entre 0,67 et 0,91 mm et le mâle entre 0,69 et 0,74 mm. Le stylet est développé (12 à 25 μm). La queue est trois fois plus longue que large, cylindrique et ronde (Fig. H). Chez le mâle, les spicules sont longues et le gubernaculum incurvé.

Famille : *Pratylenchidae*

Sous famille : *Pratylenchinae*

Genre : *Pratylenchus* Filipjev, 1936.

***Pratylenchus sefaensis* Fortuner, 1973.**

Ce sont des nématodes de moins d'1 mm de long. Ils ont un habitus légèrement courbé. Le stylet mesure moins de 20 μm de long. Chez la femelle, la vulve est postérieure et recouvre 75 % de la largeur du corps (Fig. I).

Sous famille : *Hoplolaiminae*

genre : *Helicotylenchus*

***H. dihystra* Cobb, 1893.**

Corps spiralé après fixation et mesure en moyenne 0,67 mm de long. Le stylet est très développé. La queue est dorsalement convexe-conoïde. La spermathèque est toujours vide de spermatozoïde. Le mâle est rare et non indispensable à la reproduction. (Fig. J)

***Scutellonema cavenessi* Sher, 1964.**

L'habitus est spiralé en forme de C. La femelle mesure 0,78 mm de long. Le stylet est développé (26 μm) et la vulve en position médiane. Le mâle mesure 0,71 mm et le stylet 24 μm . La queue est courte et les spicules longs. (Fig. K)

***Aphasmatylenchus variabilis* Germani, Luc, 1984.**

Taille moyenne 0,9 à 1,75 mm. Le stylet est développé et mesure environ 24 μm . La vulve a une position équatoriale. La queue est subcylindroïde à conoïde chez la femelle (Fig. L). Celle du mâle est conique et entièrement enveloppée par la bursa.

Famille : *Criconematidae*

Sous famille : *Criconematinae*

***Criconemella curvata* Raski, 1952.**

Chez la femelle, l'habitus, ferme, est faiblement incurvé et mesure 0,2 et 1 mm de long. L'extrémité antérieure ronde et l'autre, postérieure, est ronde ou conoïde. Le stylet est fort et la vulve postérieure (Fig. M).

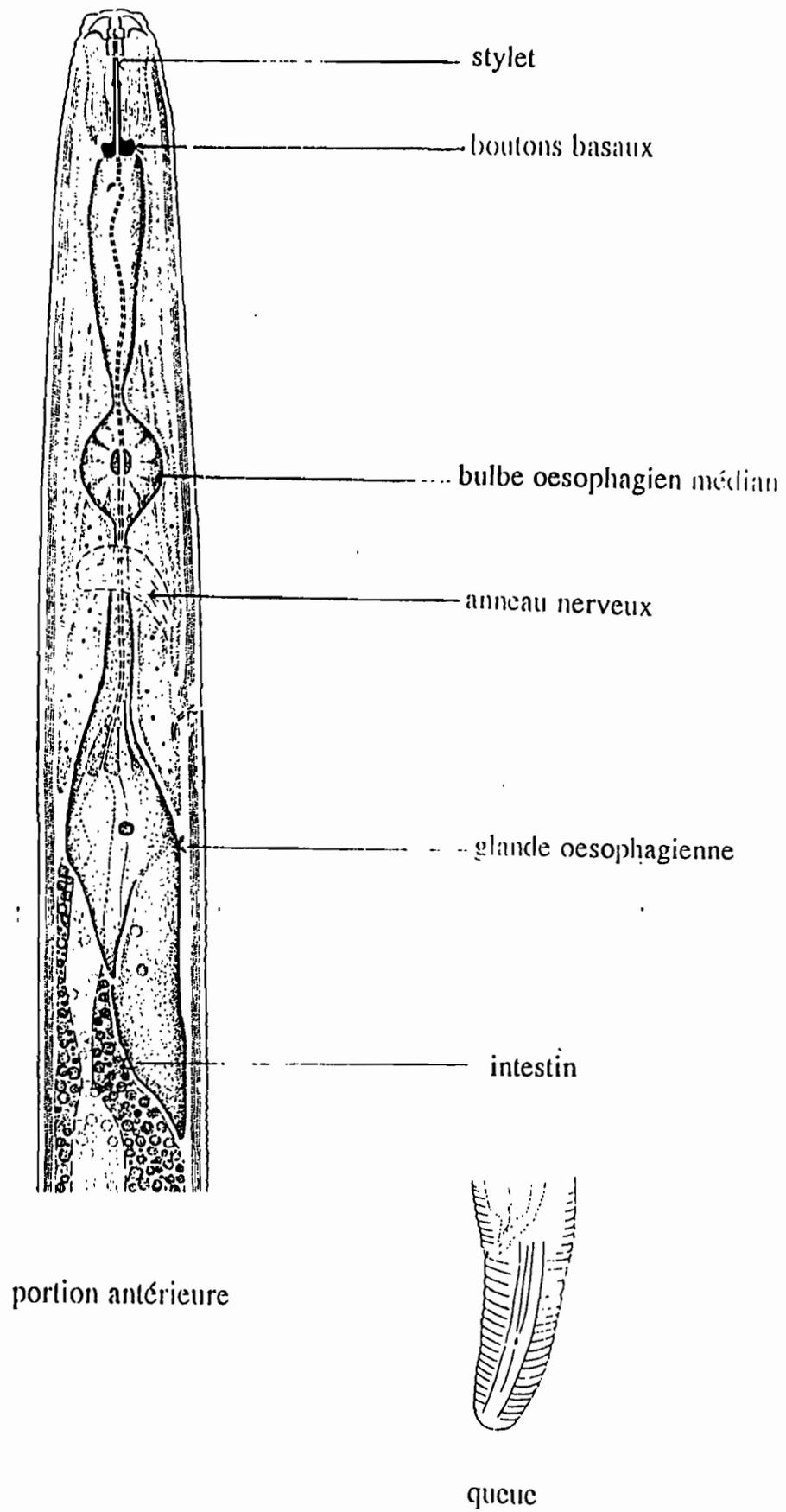


Figure I. *Pratylenchus sefaensis* Fortuner, 1973

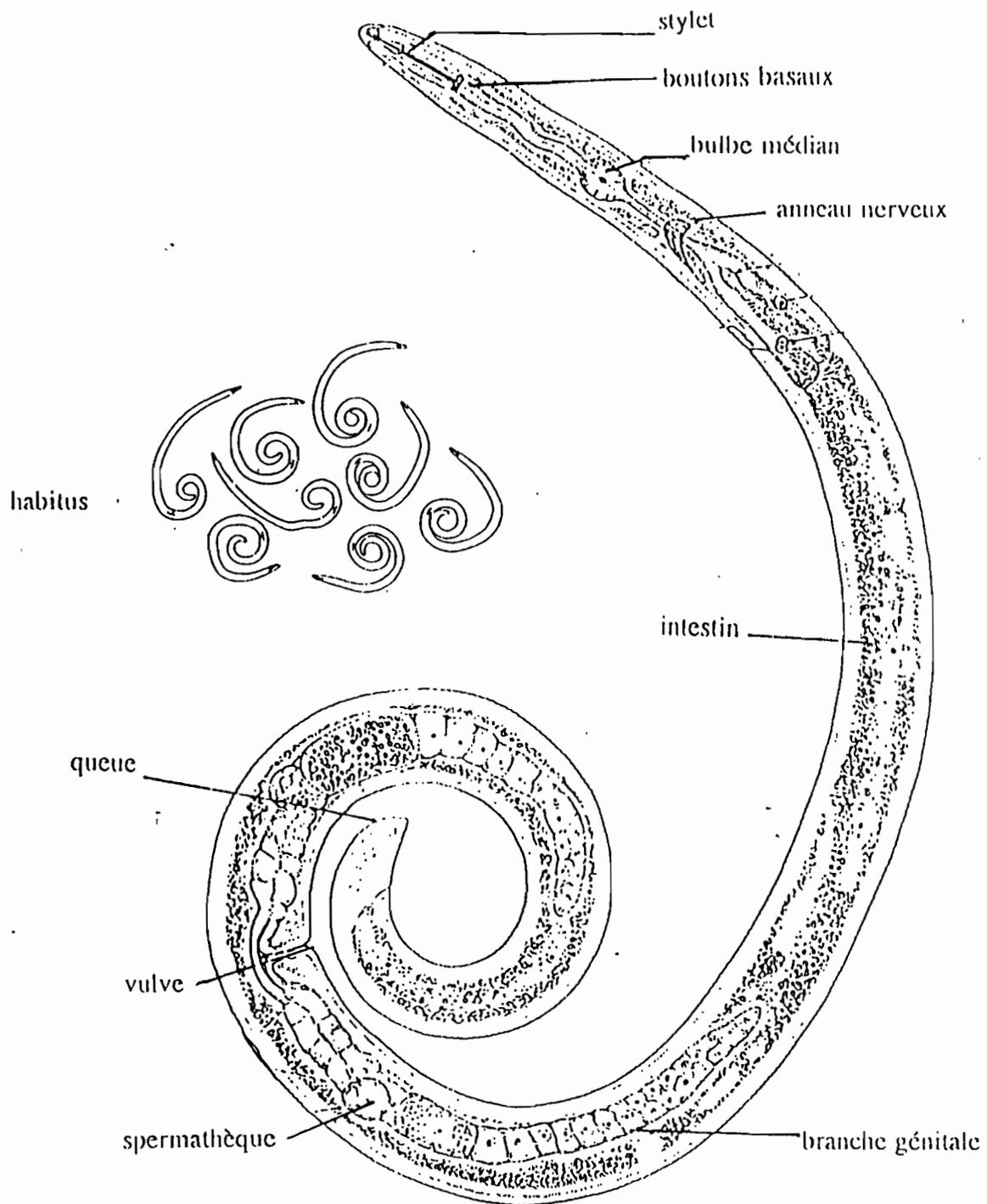


Figure J. *Helicotylenchus dihystra* Cobb, 1893

Tirée de (Siddiqi, 1972)

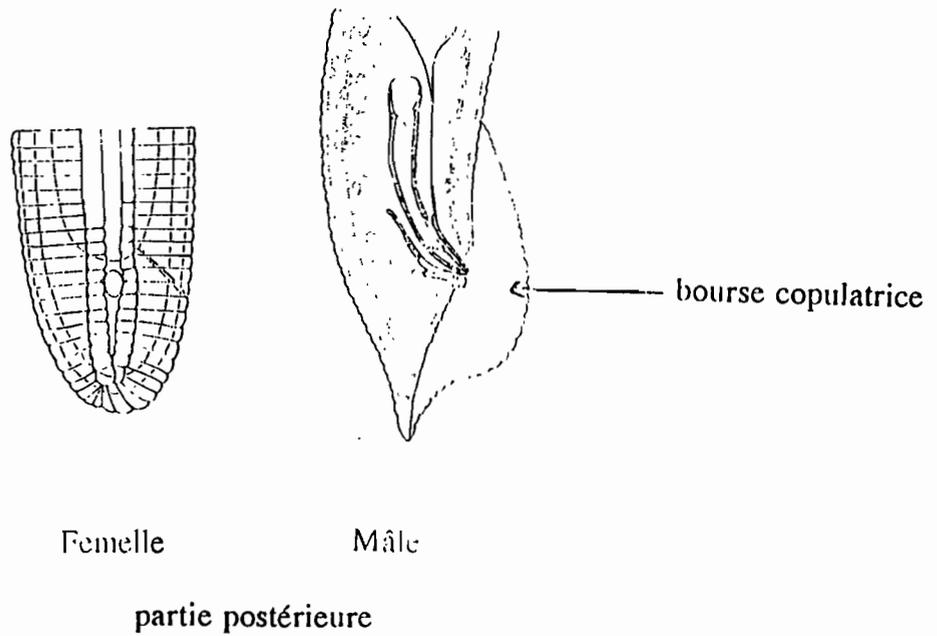
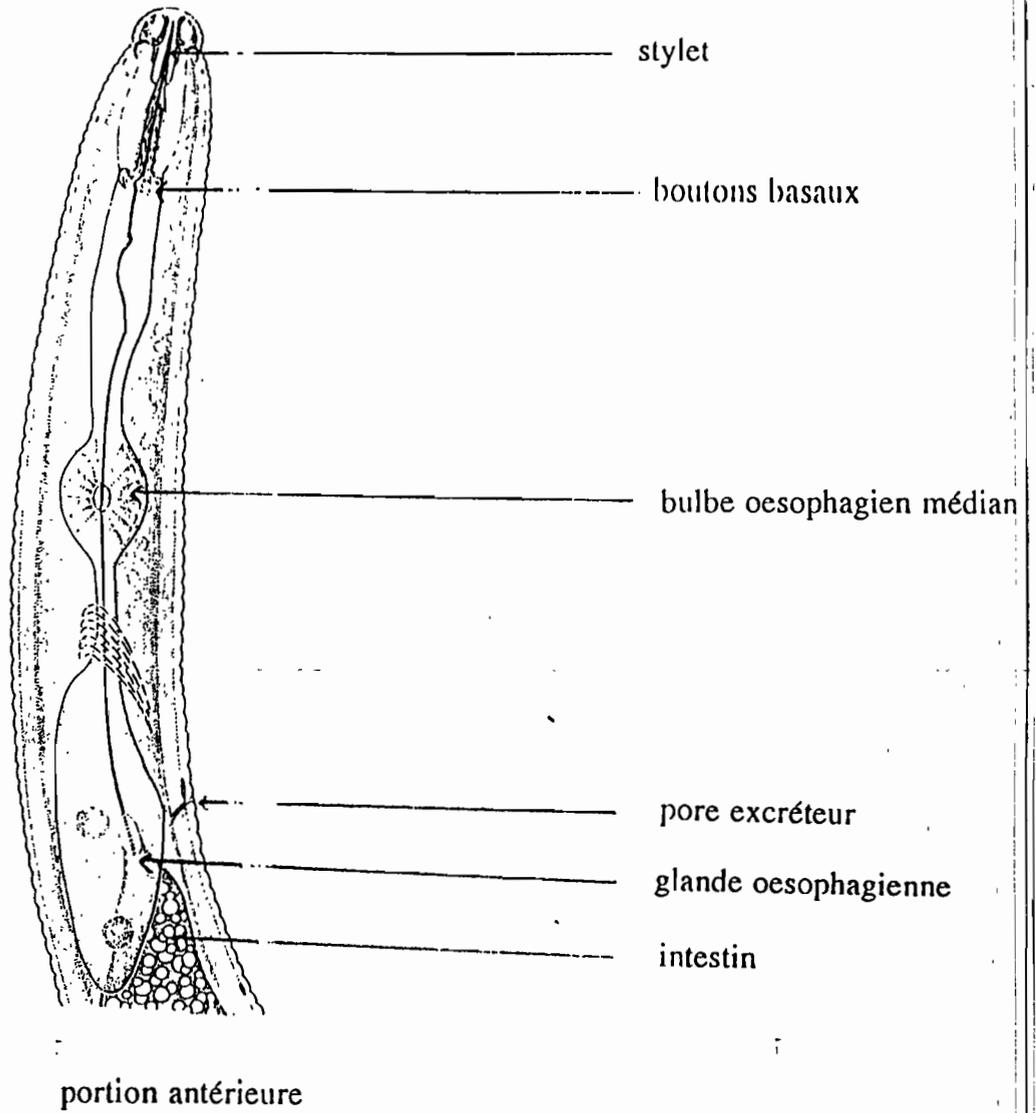


Figure K. *Scutellonema cavenessi* Sher, 1964
 Tirée de (Siddiqi, 1986)

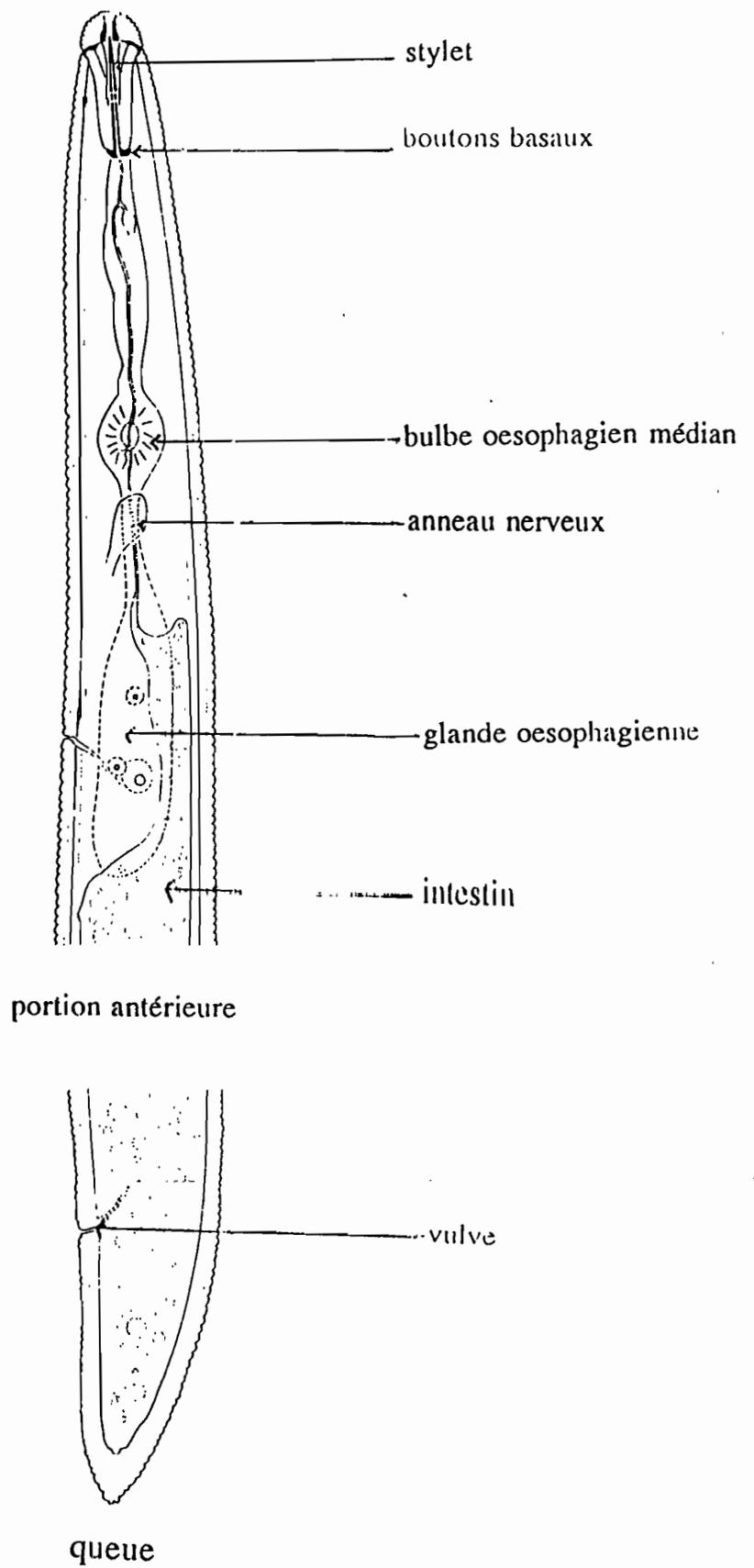


Figure L. *Aphasmatylenchus variabilis* Germani, Luc, 1984

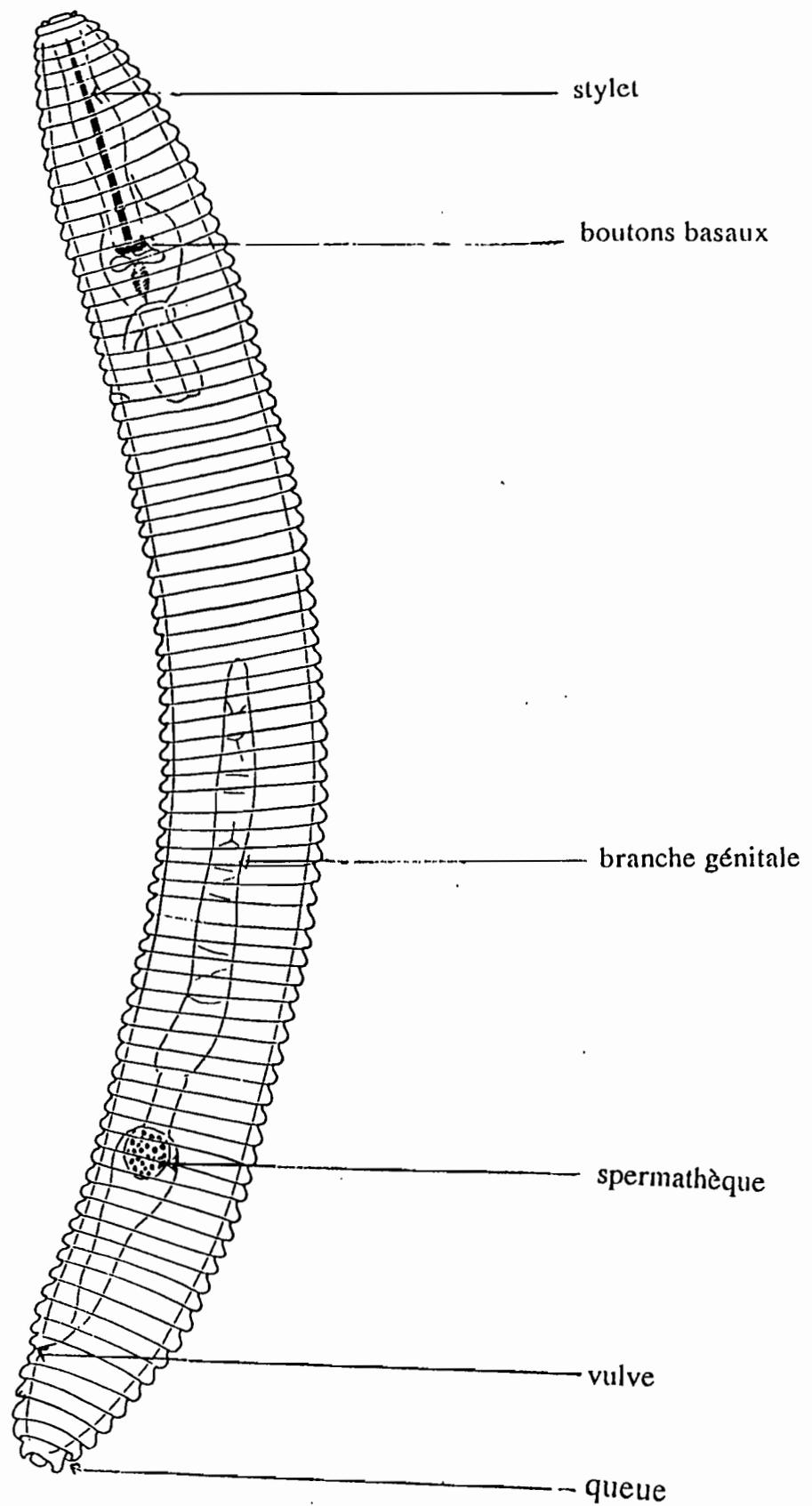


Figure M. *Criconemella curvata* Raski, 1952

Chez le mâle, le corps est mince et court. Il n'y a pas de stylet. Les spicules fins et courts sont courbés. Bursa peu développée et queue pointue.

Famille : *Tylenchulidae*

Sous famille : *Paratylenchinae*

Genre : *Gracilacus* Raski, 1962.

G. puvula

Exemple *G. longilabiata* Huang & Raski, 1986.

Femelle vermiforme, 0,24 à 0,44 mm de long. Le stylet mesure 41 à 119 μm de long. La vulve représente 67 à 84 % de la longueur totale du corps (Fig. N). Les spicules ont en moyenne 20 μm de long.

sous ordre : *Aphelenchina*

Famille : *Aphelenchoidea*

Sous famille : *Aphelenchinae*

genre : *Aphelenchus*

Aphelenchus avenae Bastian, 1865

Mesure 0,71 mm de long. Le corps est cylindrique et courbé ventralement après fixation (Fig. O). La queue est habituellement arrondie et enveloppée par la bursa. Les spicules, minces, mesurent 28 à 30 μm de long.

Ordre : *Dorylaimida*

Famille : *Longidoridae*

genre : *Longidorus*

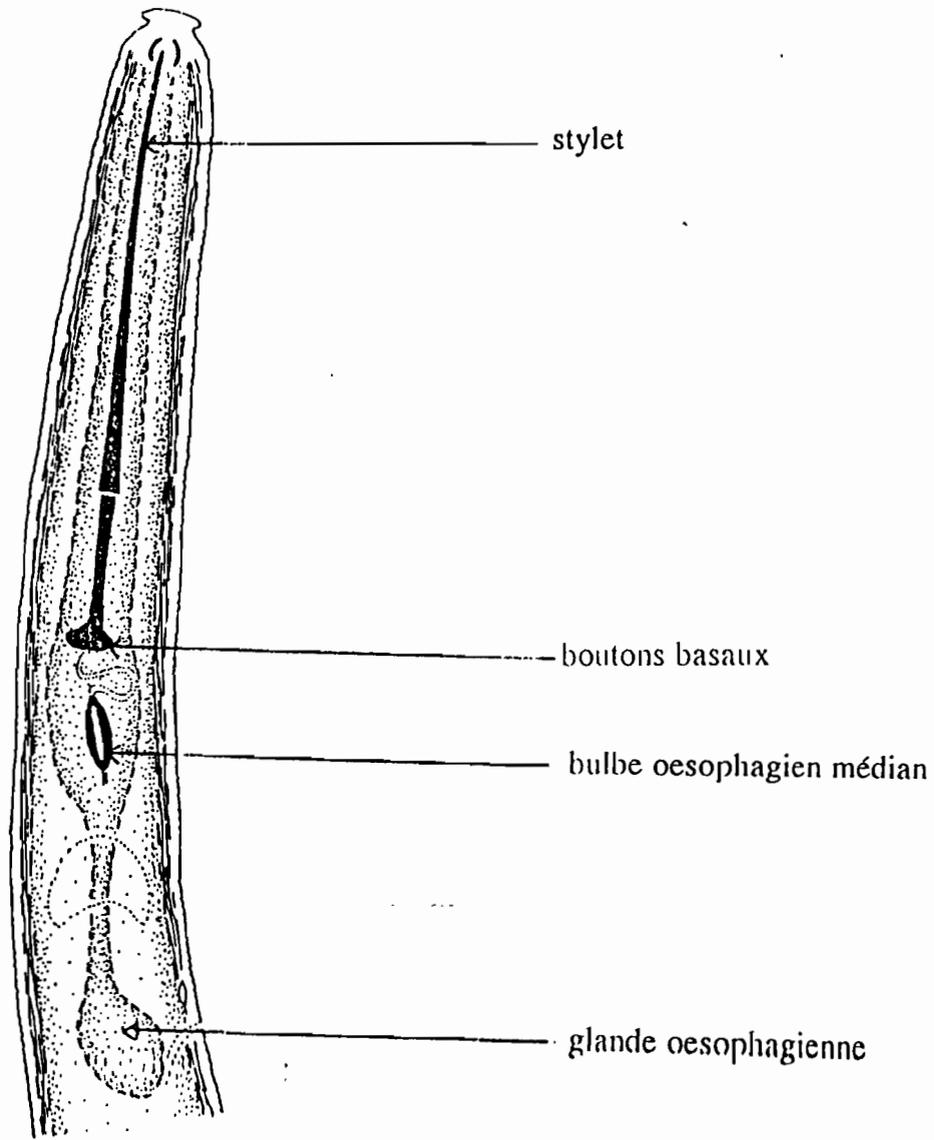
Exemple : *Longidorus macrosoma* Hooper, 1961

Ce sont des nématodes très longs. Ils peuvent atteindre 11 mm. La région céphalique est démarquée par rapport au reste du corps. Le stylet, très long, mesure 60 à 250 μm . La queue est très variable. Elle peut être petite et arrondie ou longue et filiforme. (Fig. P)

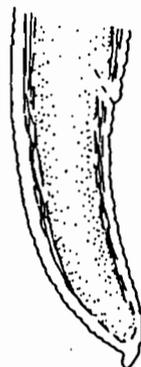
III.2. Fréquence et abondance des espèces (Fig. 4).

III.2.1. Diagramme fréquence-abondance

- Les espèces fréquentes et abondantes : *Gracilacus puvula*, *T. gladiolatus* et *Filenchus*.



portion antérieure



queue

Figure N. *Gracilacus longilabiata* Huang & Raski, 1986
Tirée de (Van Den Berg, Cadet, 1991)

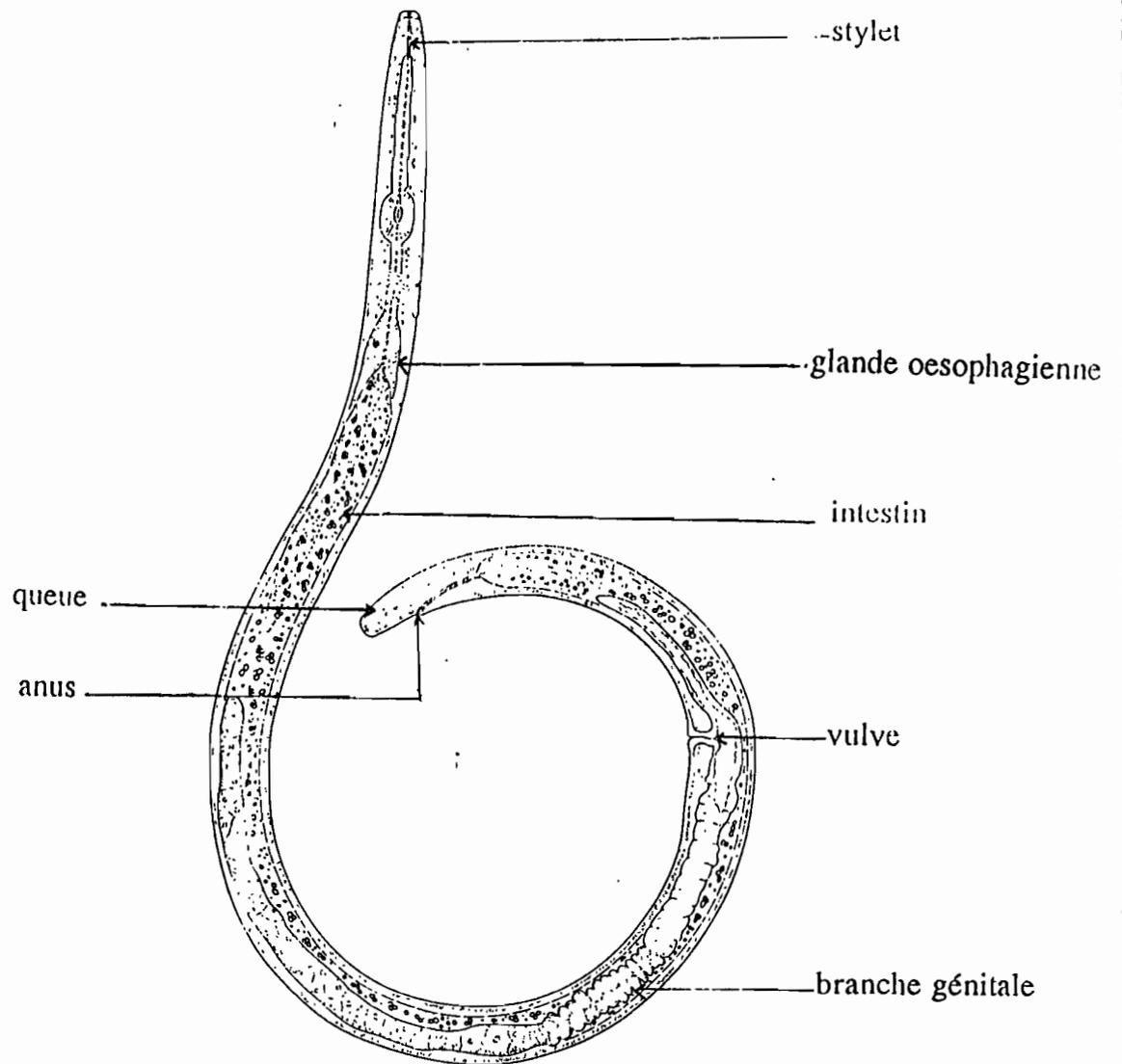


Figure O. *Aphelenchus avenae* Bastian, 1865 Hooper, 1965

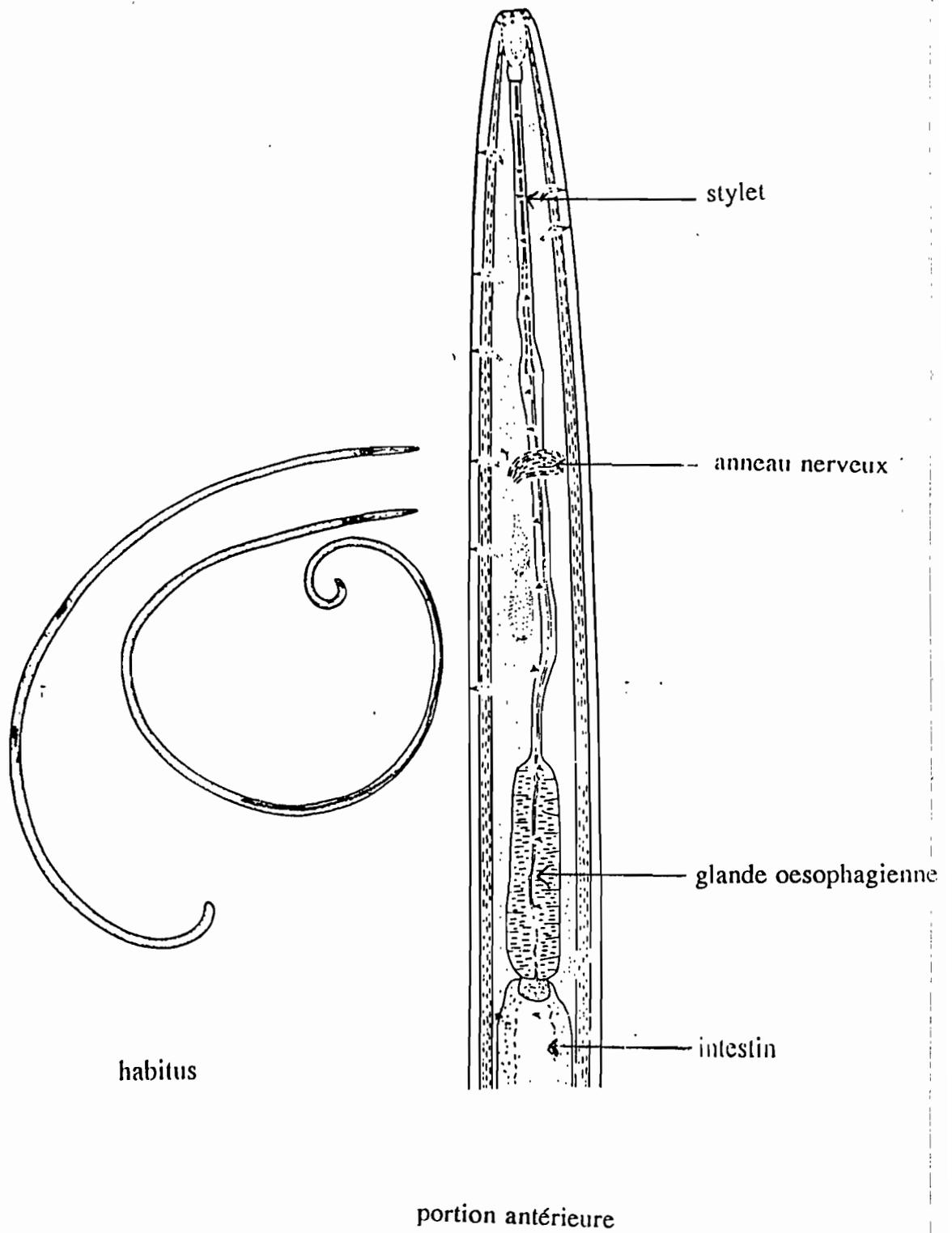


Figure P. *Longidorus macrosoma* Hooper, 1961 (Brown, 1975)

- Les espèces fréquentes et peu abondantes comme *Scutellonema*, *Helicotylenchus* et *Ditylenchus*. *S. cavenessi* est l'espèce la plus fréquente.

- Les espèces rares: *Pratylenchus*, les autres espèces de *Tylenchorhynchus*, *Aphasmatylenchus* et *Longidorus*.

Dans l'eau de ruissellement, il n'existe pas d'espèces qui soient à la fois abondantes et peu fréquentes.

III.2.2. Ordre d'abondance des espèces

Gracilacus pirvula, *T. gladiolatus*, *S. cavenessi* et *H. dihystra* sont, dans l'ordre, les espèces phytoparasites majeures les plus transportées par l'eau de ruissellement. Parmi les (250 millions de nématodes trouvés dans l'eau de ruissellement, 24 millions correspondent à l'espèce *S. cavenessi*. En ce qui concerne les espèces mineures, *Filenchus sp* et *Trichotylenchus sp* sont les plus abondantes.

III.2.3. Variation des populations spécifiques au cours de la saison des pluies (Fig. 5).

Selon la ^{le} mode de variation des populations spécifiques les nématodes peuvent être classées en deux grands groupes.

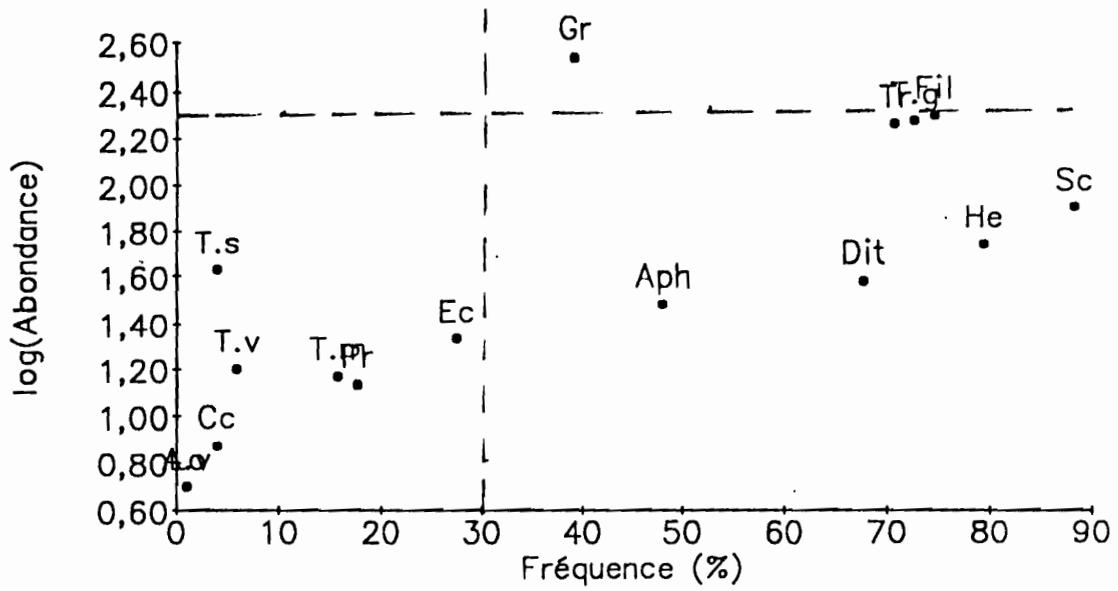
- Dans le premier groupe, se trouvent les espèces qui sont observées à toutes les pluies. C'est le cas de *H. dihystra* et de la plupart des espèces mineures.

- Le deuxième groupe renferme les espèces qui n'ont pas été observées au début et / ou à la fin de la saison des pluies. La grande majorité des espèces phytoparasites majeures se trouvent dans ce groupe. Il s'agit par exemple de *T. mashhoodi* ou de *S. cavenessi* qui n'est pas observée aux deux dernières pluies. Il y a surtout le cas de *G. pirvula* qui est, en moyenne, l'espèce la plus abondante et dont les 4/5 ont été récoltés au cours d'une seule pluie.

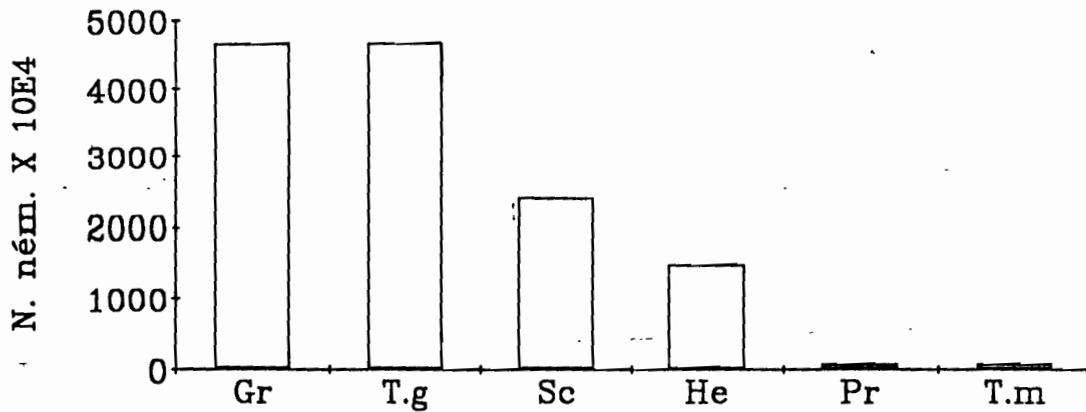
III.3. Structure du peuplement

III.3.1. Structure générale du peuplement dans l'eau de ruissellement (Fig. 6).

Les espèces majeures représentent 70 % du total des nématodes récoltés. Parmi les espèces considérées comme les plus dangereuses, *S. cavenessi* et *H. dihystra* représentent plus de 90 % des individus. Dans l'autre groupe, la presque totalité des nématodes présents sont des *Gracilacus* ou des *T. gladiolatus*.



Abondance des espèces majeures



Abondance des espèces mineures

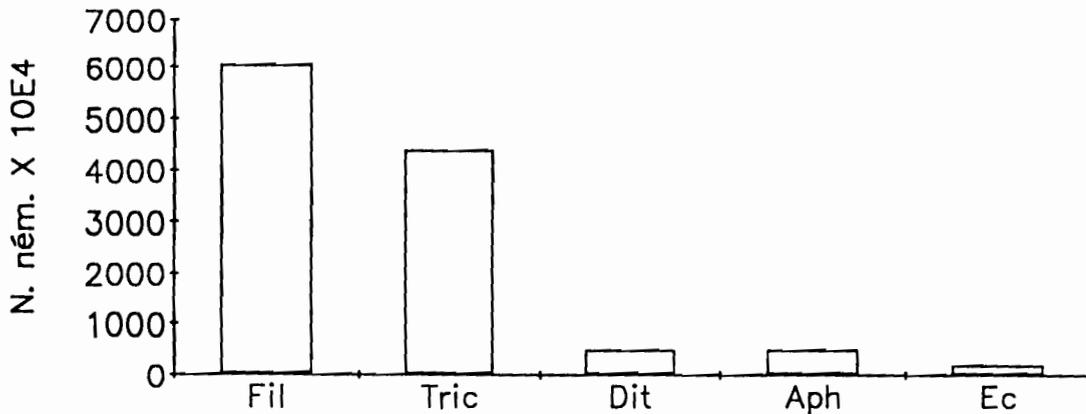


Fig. 4 Fréquence et abondance des espèces

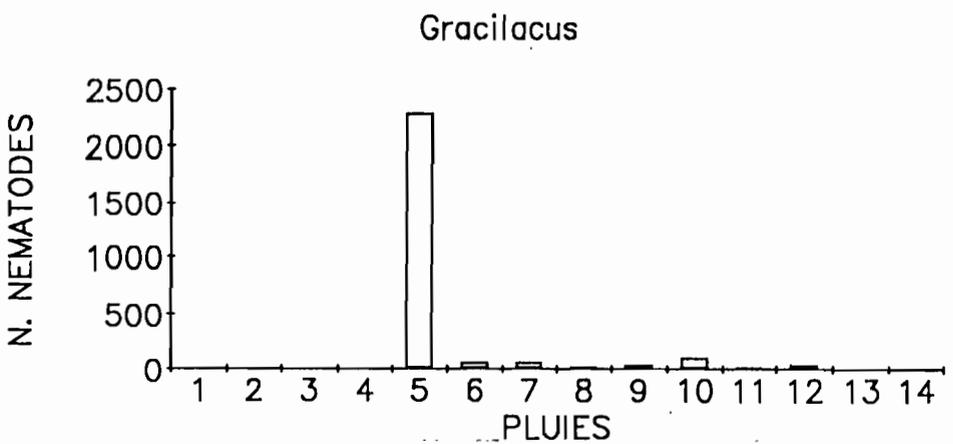
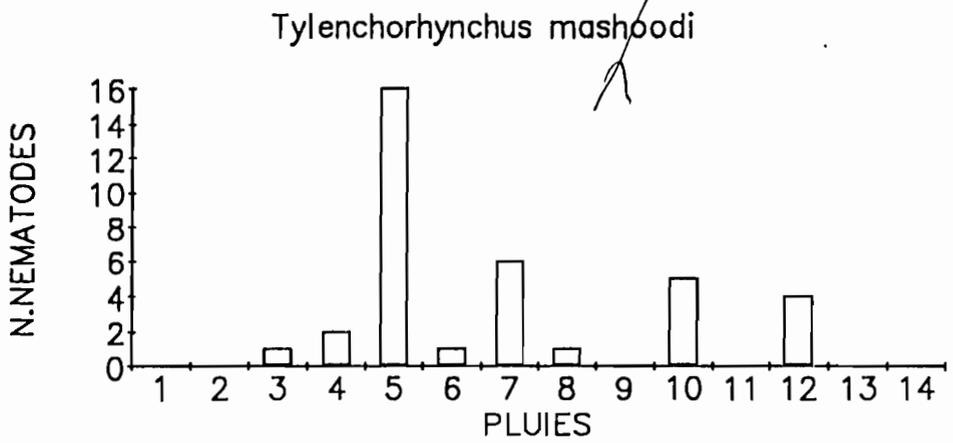
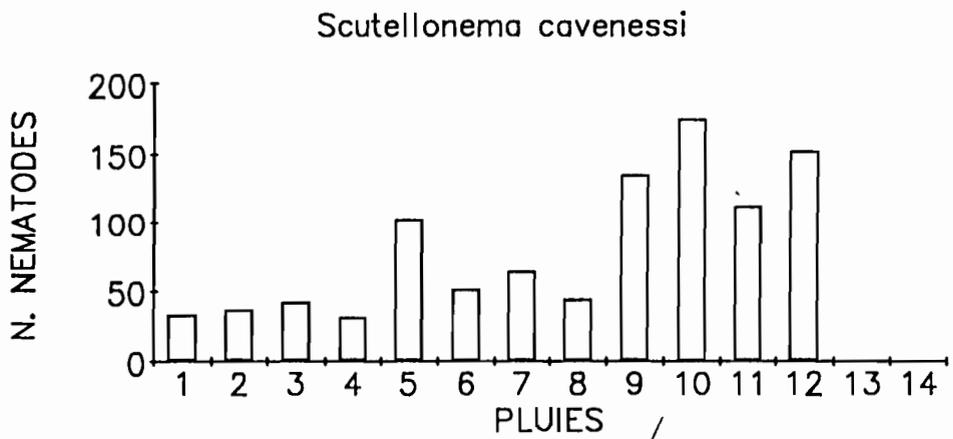
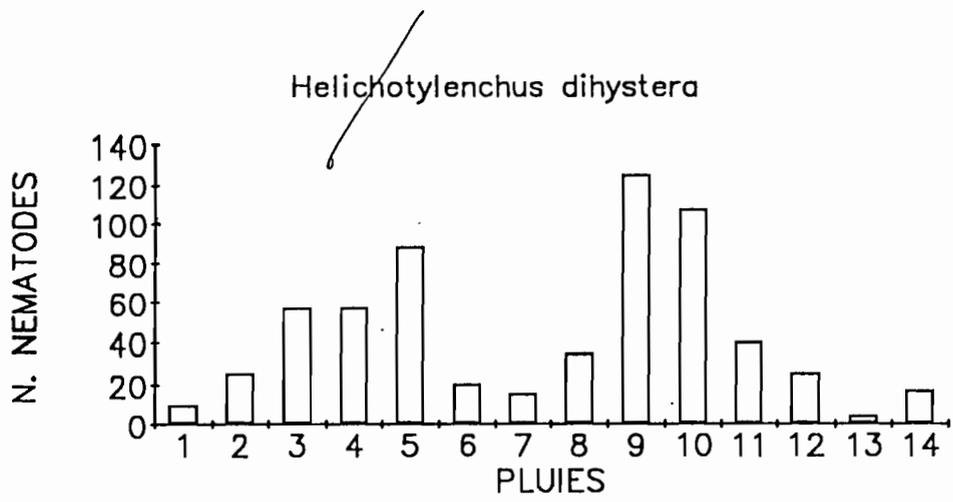


Fig. 5 Variation du nombre de nématodes par espèce au cours de la saison des pluies.

En ce qui concerne les genres ou espèces mineurs (30 % du nombre total de nématodes), *Filenchus* et *Trichotylenchus* représentent à elles seules plus de 80 % des nématodes avec toutefois une prédominance des *Filenchus*.

III.3.2. Comparaison entre la structure des peuplements dans l'eau et dans les plantes (Fig. 7).

Dans le cas des nématodes phytoparasites majeurs, ce sont les espèces les plus présentes dans le sol qui dominent dans l'eau de ruissellement. Les proportions de *H. dihystra*, de *T. gladiolatus* et de *Gracilacus puvula* sont presque les mêmes dans les deux milieux. Ce sont également les espèces les plus faiblement représentées dans le sol qui sont les moins observées dans l'eau de ruissellement. Il n'en est pas de même pour les espèces mineures chez lesquelles il existe une nette différence entre les proportions de *Ditylenchus* ou de *Trichotylenchus* observées dans les deux milieux.

III.3.3. Variation de la structure du peuplement au cours de la saison des pluies (Fig. 8).

La structure du peuplement a été suivie aussi bien dans l'eau de ruissellement que dans le sol. Tout au long de la saison des pluies, il a été observé une certaine constance du peuplement tellurique. Par contre, dans l'eau de ruissellement, la structure du peuplement varie beaucoup du début à la fin de la saison des pluies. Au début de l'hivernage, *S. cavenessi* et *H. dihystra* constituent essentiellement les espèces majeures observées aussi bien dans l'eau de ruissellement que dans le sol. Au fur et à mesure que l'on avance dans la saison des pluies, d'autres espèces, qui étaient déjà présentes dans le sol, sont progressivement observées dans l'eau de ruissellement. C'est le cas de *T. gladiolatus* et de *Gracilacus puvula* qui n'ont été observés respectivement qu'à la 3^{ème} et à la 5^{ème} pluie et qui sont devenues les principales espèces observées au début du mois d'août. A la fin de la saison des pluies la plupart d'entre elles n'apparaissent plus dans l'eau de ruissellement. En effet des 11 espèces majeures précédemment observées, il n'en reste plus que deux en l'occurrence *H. dihystra* et *T. gladiolatus*. Pourtant la plupart d'entre elles, en particulier *S. cavenessi*, sont observées dans le sol. Tous les phytoparasites mineurs, à l'exception d'*Ecphiadophora*, sont présents dans le peuplement durant toute la saison des pluies.

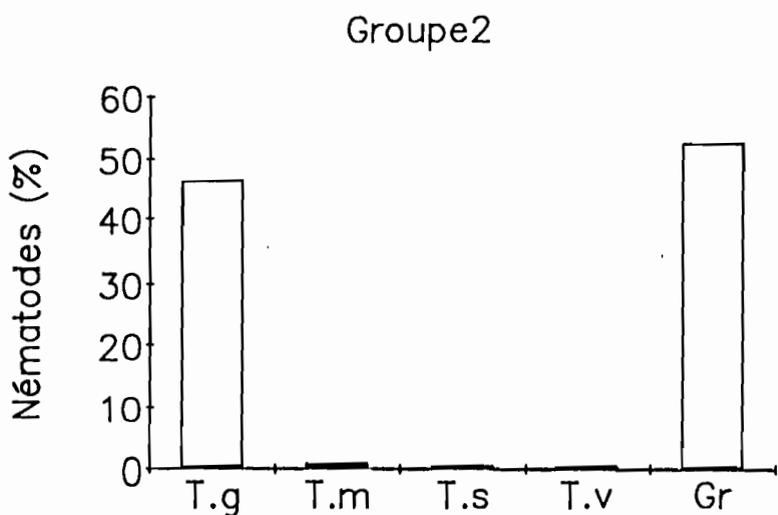
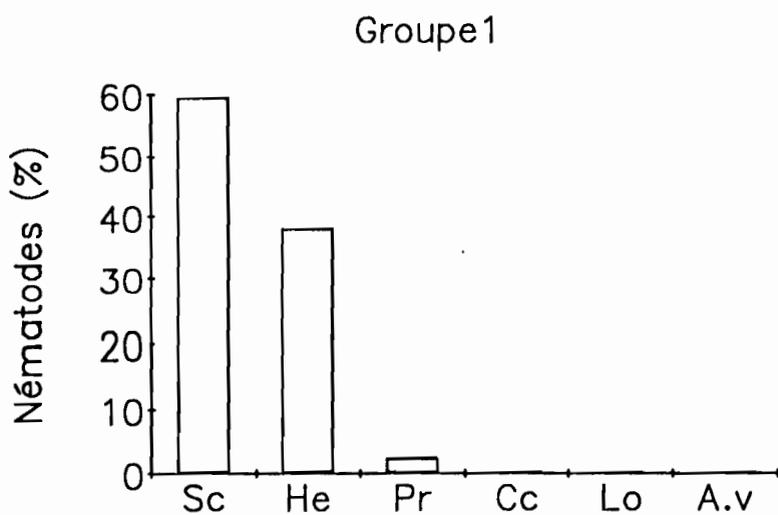
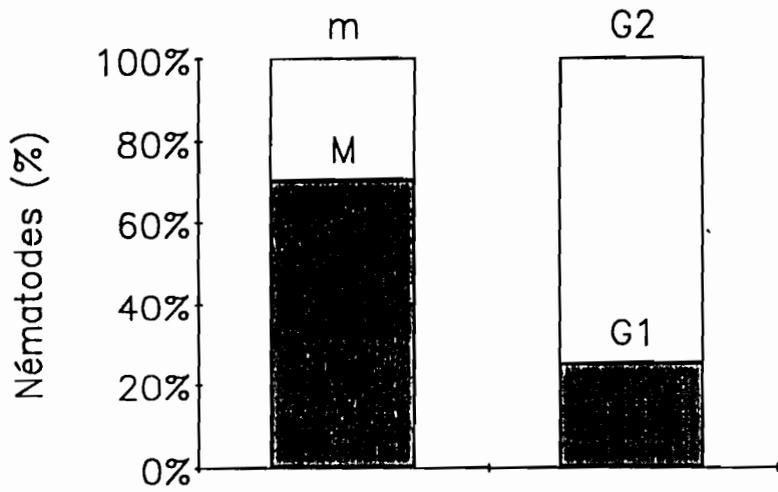


Fig. 6 Structure générale du peuplement

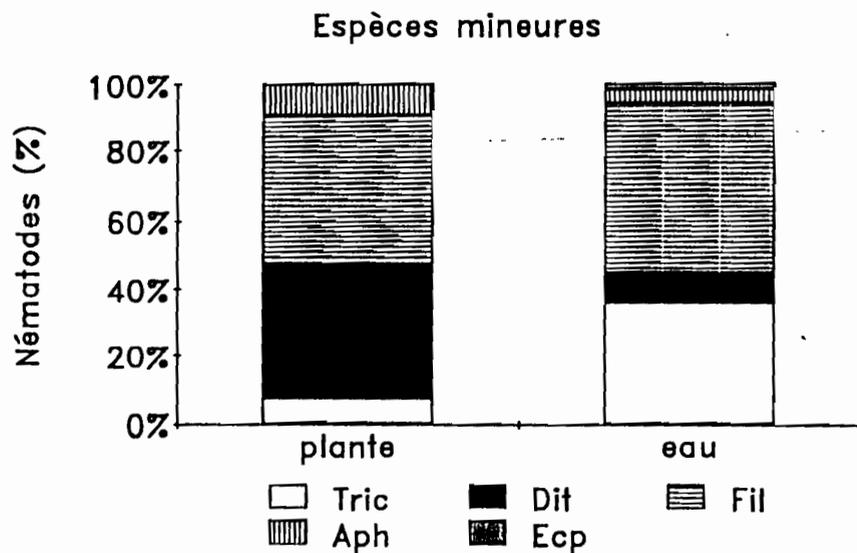
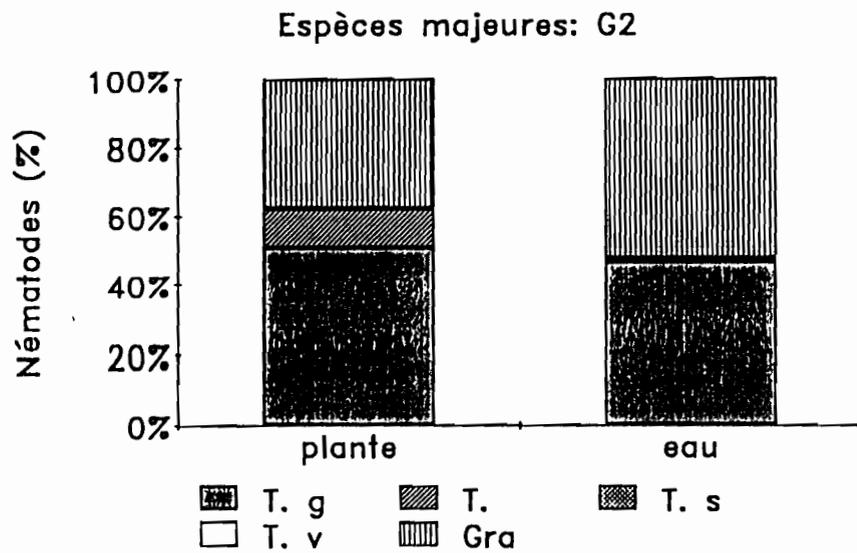
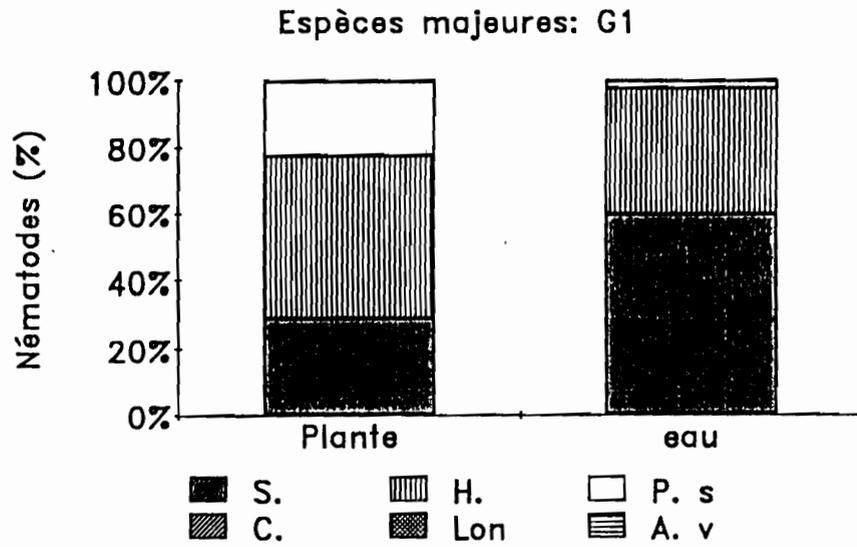


Fig. 7 Comparaison entre la structure du peuplement dans l'eau et dans le sol.

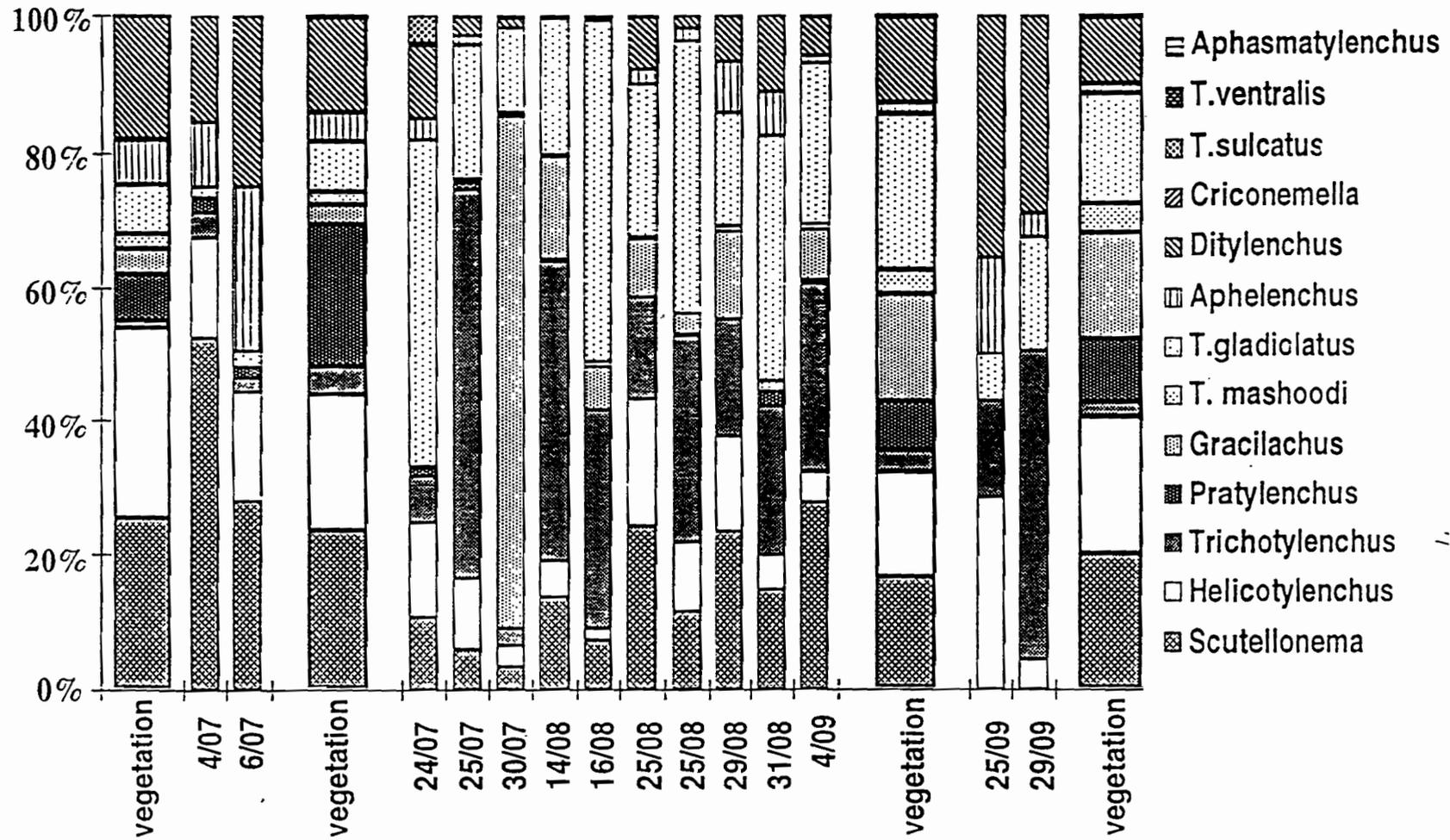


Fig. 8 Variation de la structure du peuplement au cours de la saison des pluies

Document
sur l'impact
de la végétation

III.4. Variation de la densité de nématodes au cours des pluies: influence de la végétation (Fig.9).

Au début de l'hivernage, au moment où la végétation est inexistante, les densités de nématodes sont très faibles dans l'eau de ruissellement. Par contre, à cette période, les volumes ruisselés sont très importants. Au fur et à mesure que l'on avance dans la saison des pluies, nous observons une augmentation très rapide des densités de nématodes parallèlement à la croissance et à la multiplication des plantes. Par contre, le ruissellement est beaucoup moins important par rapport au début de la saison des pluies. A la fin de l'hivernage, lorsque les pluies sont rares et peu intenses et la végétation pauvre et sèche, peu de nématodes sont observés.

III.5. Relation entre le nombre de nématodes, le volume ruisselé (V.R) et les particules transportées (P.T)

III.5.1 Variation du nombre de nématodes au cours d'une pluie en fonction du volume ruisselé et des particules transportées (Fig. 10)

Le nombre de nématodes observés augmente parallèlement au volume ruisselé et à la quantité de matériaux transportés. Les plus grands nombres de nématodes sont observés pendant la crue qui correspond au maximum d'eau ruisselée et de transport solide.

III.5.2 Evolution du nombre de nématodes (N), des particules transportées (P.T) et du volume ruisselé (V.R.) au cours des pluies (Fig. 11).

Les trois courbes ont à peu près la même allure. Durant les quatre premières pluies, plus de 40 % du total de nématodes ont été transportés avec 70 % des particules solides et par plus de la moitié du volume total ruisselé. C'est durant les 10 pluies qui ont suivi que le reste des nématodes a été transporté avec peu de particules solides et un ruissellement moins intense.

III.5.3. Corrélation entre le nombre de nématodes, le volume ruisselé et les particules transportées. (Fig. 12)

Pour mieux apprécier la relation existant entre ces trois variables, nous avons porté le nombre de nématodes en suspension soit en fonction de la quantité de matériaux transportés soit en fonction du volume ruisselé. Les points sont assez groupés et les valeurs des coefficients de corrélation sont respectivement

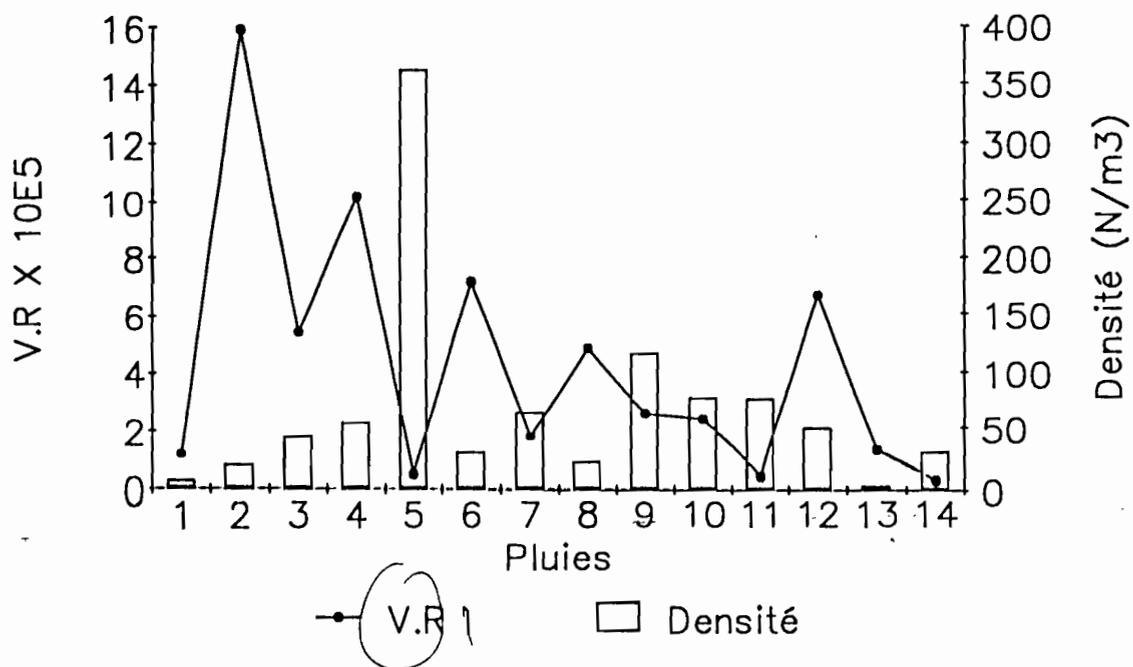


Fig. 9 Variation de la densité de nématodes au cours des pluies

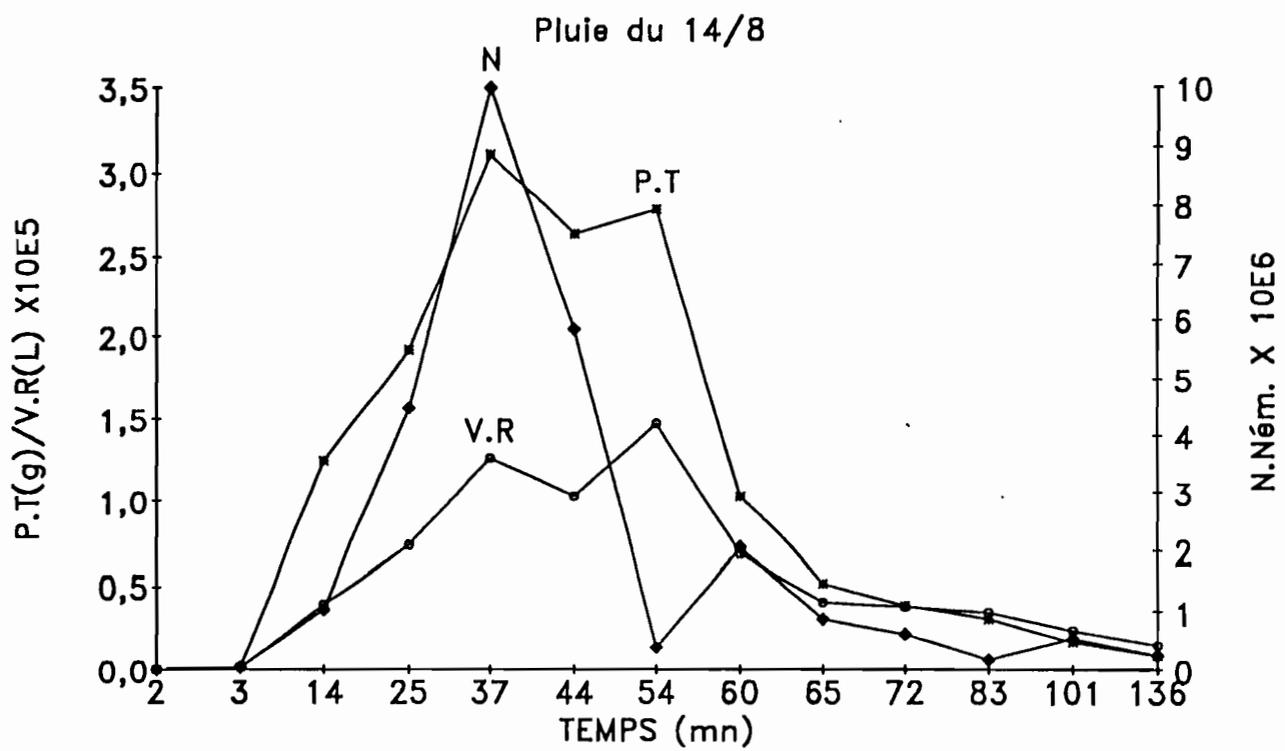


Figure 10 Variation du nombre de nématodes en fonction du volume ruisselé et de la quantité de particules transportées au cours d'une pluie.

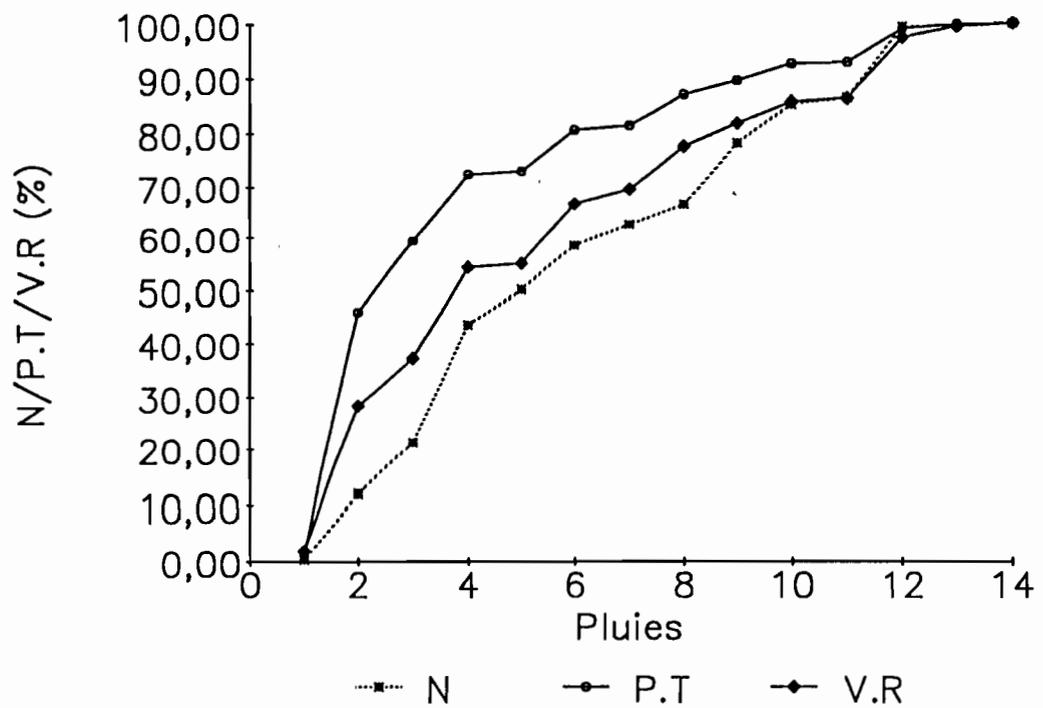


Fig. 11 Evolution des proportions de nématode (N) de volume ruisselé (V.R) et des particules transportées (P.T) au cours de la saison des pluies

Trancon Es limites - superlat au 1/1000.

égales à 0,77 et 0,83. Ceci montre qu'il existe une proportionnalité entre le nombre de nématodes et chacune de ces deux variables. Le calcul des coefficients de détermination montre que 69 % des variations du nombre de nématodes sont expliquées par celles du volume ruisselé. Ce taux n'est que de 59 % pour le cas des particules transportées. Par conséquent, la corrélation est légèrement plus forte avec le volume ruisselé qu'avec le poids de matériaux transportés.

IV. DISCUSSION

Bien

Sur le bassin versant, l'eau s'écoule de l'amont à l'aval suivant la pente du bassin versant. Elle emporte avec elle plusieurs tonnes de particules solides parmi lesquelles on trouve un grand nombre de nématodes phytoparasites qui sont pour la plupart très dangereux sur les cultures. En effet, environ 250 millions de nématodes, appartenant à 16 espèces différentes, ont été transportés avec 19 tonnes de particules solides et par un ruissellement global de 6000 m³. Ce transport se fait à travers les champs cultivés et les terrains mis en jachère. Cette dernière est un champ qui a été cultivé auparavant puis laissé au repos pendant un temps bien déterminé dans le but d'améliorer la fertilité du sol. Presque toutes les espèces observées sur les plantes se retrouvent dans les eaux de surface. Les espèces phytoparasites majeures y sont les plus importantes. *Gracilacus puvula*, *T. gladiolatus* et *S. cavenessi* sont dans l'ordre les espèces majeures les plus transportées. En ce qui concerne *S. cavenessi*, 24 millions d'individus ont été transportés au cours de la saison des pluies. En plus, cette espèce est la plus fréquente dans l'eau de ruissellement. Pourtant *S. cavenessi* est l'espèce la plus redoutable du bassin arachidier. Son action péjorative sur les rendements des cultures pluviales de la zone sahélienne ouest africaine a été démontrée au laboratoire sur soja et arachide (Germani, 1981). Au champ, il a été montré que le mil et le niébé sont les meilleurs hôtes pour ce nématode. Il se trouve que ces deux plantes constituent avec l'arachide les principales variétés cultivées sur le bassin versant. Au début de l'hivernage, de fortes pluies, tombant sur un sol nu et sec, ont provoqué un important ruissellement. Celui-ci se traduit par une forte érosion et un transport solide considérable. En effet, une pluie de 10 mm sur terrain sec provoque un transport en suspension beaucoup plus fort qu'une averse de 30 mm sur terrain saturé (Roche, 1963). C'est, certainement, ce qui explique le nombre important de nématodes

de nématodes trouvés dans l'eau de ruissellement au moment où leurs densités sont très faibles dans le sol et dans l'eau. La faible présence de nématodes dans l'eau peut être expliquée, d'une part, par les faibles taux de population initiale (population au début de l'hivernage) constatés chez la plupart des espèces majeures et, d'autre part, par l'absence quasi-totale de plantes hôtes sur le bassin.

- Faiblesse des taux de population initiale :

S. cavenessi et *H. dihystra* ainsi que d'autres espèces mineures comme *Aphelenchus*, *Ditylenchus* et *Filenchus* arrivent à maintenir, pendant la saison sèche, un niveau relativement élevé de leur population grâce à la possibilité qu'elles ont de se mettre sous la forme anhydrobiotique. Il s'agit d'un passage de la forme active à la forme inactive. Pour cela, les nématodes (juvéniles et adultes) subissent un processus de déshydratation qui leur permet de survivre aux conditions de sécheresse qui sévissent pendant 8 mois. Grâce à ce mode de survie, les pertes sont atténuées et, par conséquent, ces espèces sont les seules à obtenir un taux de population initiale suffisamment élevé pour être observées en grandes quantités dans l'eau de ruissellement. Les autres espèces qui ne sont pas observées sont celles dont la présence dans le sol est trop faible pour être détectée par nos prélèvements. Chez ces espèces, il y a eu au cours des 8 mois de sécheresse une forte mortalité de telle sorte qu'au début de la saison des pluies, il ne subsiste qu'une minorité ou population résiduelle. Certaines espèces comme *P. sefaensis* sans doute moins affectées que les précédentes sont épisodiquement détectées par nos prélèvements.

- Absence de plantes hôtes sur le bassin

Elle constitue le principal facteur limitant la reproduction des nématodes en général et des phytoparasites majeurs en particulier (les phytoparasites mineurs pouvant se nourrir en plus de champignons). Cependant, les adultes trouvent dans leurs réserves le minimum vital qui leur permet de survivre en attendant de trouver une racine.

Au fur et à mesure que l'on avance dans la saison des pluies, la végétation se met progressivement en place. Les plantes croissent, se multiplient et l'activité des racines augmente de plus en plus. Les nématodes migrent en direction des exsudats racinaires à la recherche d'un site alimentaire. Ils parasitent les nouvelles racines et commencent à se multiplier. Plus la végétation est abondante, plus il y a de sites alimentaires et plus les

nématodes sont nombreux. D'importantes populations se reconstituent rapidement. Par conséquent, il y a une forte augmentation du nombre de nématodes dans le sol. A cette période, les pluies sont intenses mais le ruissellement est moins important qu'au début à cause de l'abondance de la végétation qui limite la libre circulation de l'eau. Les nombreuses feuilles interceptent les gouttes qui tombent et amortissent ainsi leur chute. Cette situation étant le plus favorable à une filtration, la principale conséquence qui en découle est une diminution des volumes ruisselés et du transport solide. Malgré l'existence de ce facteur limitant, de grandes quantités de nématodes et surtout les plus fortes densités sont observées à cette période et même de nouvelles espèces sont détectées dans l'eau de ruissellement. En effet, les nématodes qui n'étaient pas observés au début de l'hivernage deviennent assez nombreux pour être transportés en quantités suffisantes qui permettent leur détection dans l'eau de ruissellement. Dans le cas de *Gracilacus puvula*, c'est un phénomène de pullulation qui fait qu'il est devenu l'espèce dominante au mois d'août. C'est probablement à cette période que ce nématode a trouvé les conditions (climatiques et trophiques) optimales pour sa reproduction et son développement.

A la fin de l'hivernage, les rares précipitations ne sont plus en mesure d'assurer l'humidification du sol. La baisse de l'intensité des pluies et la faiblesse des volumes ruisselés ne suffisent pas à expliquer, à elles seules, les faibles quantités de nématodes observées dans l'eau de ruissellement. En effet, cette période coïncide avec l'arrivée des plantes à la fin de leur cycle biologique. Elles sont matures et, par conséquent, leur métabolisme est fortement diminué. Ceci se traduit par une baisse très sensible de l'activité racinaire. Seulement, quelques nématodes arrivent à trouver un site alimentaire et les autres, la plupart, vont mourir. Ce sont ces effets conjugués de l'assèchement du sol et de la dégradation des racines qui expliquent les faibles quantités de nématodes dans le sol. Ainsi, les populations les plus touchées vont subir des pertes tellement importantes qu'elles ne sont plus détectées par nos prélèvements. Sous l'effet de l'assèchement du sol, certains se mettent sous la forme anhydrobiotique ou sous d'autres formes de résistance comme la migration verticale vers les profondeurs du sol. Cette dernière forme de résistance a été démontrée chez certaines espèces et en particulier chez *Meloidogyne sp* (Prot, 1984). Lorsque le sol se dessèche, ce nématode migre vers les horizons profonds suivant le gradient d'humidité. Cette même attitude pourrait

Est-ce
une opinion?

peut-être
contraire
à l'hivernage

expliquer l'absence de *S. cavenessi* dans l'eau de ruissellement en fin de saison des pluies au moment où nous le retrouvons dans les plantes. Nous allons supposer que ce nématode migre en profondeur à l'orée de la saison sèche pour entrer en anhydrobiose au fur et à mesure que les horizons superficiels se dessèchent.

Le nombre de nématodes étant plus lié au volume ruisselé qu'au poids de particules transportées (au moins dans le cas de notre échantillonnage), il peut arriver que ces parasites soient déplacés par un courant d'eau sans qu'il y ait un phénomène d'érosion des particules solides. Une telle situation peut être observée lors des pluies d'intensité très faible à la manière de celles qui tombent à la fin de la saison des pluies. Par conséquent, Les barrages anti-érosifs peuvent empêcher le transport des particules solides et non celui des nématodes. La relative facilité avec laquelle les nématodes sont transportés pourrait être liée à leur mobilité dans le sol.

V. CONCLUSION

L'eau de ruissellement se révèle comme un important mode de transport des nématodes. Les espèces phytoparasites majeures y sont largement représentées. Au cours de la saison des pluies, des quantités énormes de ces parasites sont drainées à travers les champs suivant la pente du bassin versant (et sans doute sur n'importe quel bassin versant). La conséquence directe de ce transport est une infestation des champs cultivés ou en jachère qui sont traversés par ces courants d'eau. Cette infestation est d'autant plus importante qu'au mois de juillet il y a coïncidence entre le maximum du transport des nématodes et le moment où les plantes commencent à germer. Par conséquent, on peut s'interroger sur l'efficacité d'une désinfestation des champs à la veille de la saison des pluies. En ce qui concerne les terrains mis en jachère, les résultats escomptés peuvent être compromis du fait de leur réinfestation périodique par les eaux de ruissellement.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- ANON, (1971a). *Ditylenchus dipsaci* en France. In : Nématodes des cultures. Journées françaises d'étude et d'information, Paris 3, 4, 5 novembre: 193 - 256.
- ANON, (1971b). Le problème *Meloidogyne*. In : Nématodes des cultures. Journées françaises d'étude et d'information, Paris 3, 4, 5 novembre : 448 -456.
- ARK, P.A. (1946). Leaf nematodes infestation of bird's nest fern. *Phytopathology*, oct. 1946 : 892 - 893.
- BAQRI, Q.H. & JAIRAJPURI, M.S. (1969). On the intra-specific variations of *Tylenchorhynchus mashoodi* and an emended key to species of *Tylenchorhynchus cobb*. *Rev. Brasil. Biol.*, 30 (1) : 61- 68.
- BAUJARD, P. (1986). Ecologie des nématodes phytoparasites dans le bassin arachidier du Sénégal. *Rev. Nématol.*, 9 : 188.
- (BAUJARD, P. & al. (1987). Rapport d'activité du laboratoire de nématologie pour l'année 1986. 120 p.
- (BAUJARD, P. & al (1987). Effet de quatre nématicides fumigants sur les nématodes et sur l'arachide au Sénégal. *Rev. Nématol.*, 10 : 355 - 360.
- BAUJARD, P. & MARTINI, B., (1991). Dommages causés par des nématodes aux arachides et aux cultures de rotations de la région sahélienne de l'Afrique de l'Ouest. *C.R. 2ème réunion. rég. ICRISAT. Arachide Afr. Ouest*, 11 - 14 septembre, 1990, Niamey, Niger : 46 (Abst).
- BAUJARD, P. & MARTINI, B. (1994). Transport of nematodes by wind in the peanut cropping area of Senegal, west africa. *Fundam. app. Nematol*, 1994, 17, (6): 543 - 550.
- BILGRAMI, A.L. & al. (1985a). Réponses of adult *Hirschmaniella oryzae* towards different plant roots. *Rev. Nématol.*, 8 : 265- 272.
- BILGRAMI, A.L. & al. (1985b). Factors influencing attraction of adult *Hirschmaniella oryzae* towards cabbage seedlings. *Rev. Nématol.*, 8 : 67 - 75.
- BLAKE, C.D. (1972). Nematodes diseases of banana plantations In : *Economic nematology* : 245 - 267.
- BOAG, B. (1985). The localized spread of virus-vector nematodes adhering to farm machinery. *Nématologica.*, 31 : 234 -235.
- BRILL, LEIDEN, E.J. (1967). The attraction of male cyst-nematodes by their femelles. *Nematologica.*, 13 : 172 - 174.
- BROWN, F.J.W. (1965). Cultural and biological contrôle in plant nematology, Southey, J.F. Technical bulletin (7) : 219 - 237.
- BROWN, D.J.F. (1975). Description of plant-parasitic Nematodes. Sct 5, No 67. C.I.H.
- CADET, P. (1985). Incidence des nématodes sur les repousses de canne à sucre au Bourkina Fasso et en Côte d'Ivoire. *Rev. Nématol.*, 8 : 27 - 284.
- CADET, P. & al . (1993). L'*Alpinia* en Martinique. Une espèce importée pour une espèce exportée. P.H.M. *Rev. hort.* 335 : 39 - 44.

- CADET, P. & QUENEHERVE, P. (1994). Fluctuation naturelle de *Scutellonema bradys* (*Nematoda* : *Hoplolaimidae*) au cours de la croissance et du stockage de l'igname à la Martinique. *Nématologica*, 40 : 587 - 600.
- CARROL, J.J. & VIGLERCHIO, V.R. (1980). Wind transport of nematodes. *J. Nematol.*, 13, (4), (1981). : 476 - 483.
- DE GUIRAN, G. & NETSCHER, G. (1970). Les nématodes du genre *Meloidogyne* parasites de cultures tropicales. *Cah. ORSTOM Sér. Biol.*, 11 : 151 - 186.
- DEMEURE, Y. (1978a). Les causes de la survie de certains nématodes phytoparasites (*Scutellonema cavenessi* et *Meloidogyne spp*) pendant la saison sèche dans le sahel Sénégalais. *Thèse* (3^{ème} cycle) : 105 p.
- DEMEURE, Y. (1978b). Influence des températures élevées sur les états actifs et anhydrobiotiques du nématode *Scutellonema cavenessi*. *Rev. nématol.*, 1 : 13 - 18.
- ELI COHN, (1972). Nematodes diseases of citrus IN : *Economic nematology* : 215 - 244.
- EVANS, K. (1970). Longivity of males and fertilization of females of *Heterodera rotochiensis*. *Nematologica*, 16 : 369-374.
- FAULKNER, L.R. & BOLANDER, W.J. (1966). Occurrence of large nematode populations in irrigation canals of south central Washington. *Nematologica*, 12 : 591 - 600.
- FAULKNER, L.R. & BOLANDER, W.J. (1970). Agriculturally-polluted irrigation water as a source of plant parasitic nematodes infestations. *J. Nématol.*, 2 : 368 -374.
- FORTUNER, R. & MERNY, G.(1973). Les nématodes parasites des racines associées au riz en Basse Casamance (Sénégal) et en Gambie. *Cah. ORSTOM., Sér. Biol.*, 21, : 3 - 20.
- FORTUNER, R. & AMOUGOU, J. (1973). *Tylenchorhynchus gladiolatus* n. sp. (*Nematoda: Tylenchida*), nématode associé aux cultures du Sénégal et de Gambie. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol.*, 21, : 21 - 24.
- FORTUNER, R. (1973). Description de *Pratylenchus sefaensis* n. sp. et de *Hoplolaimus clarissimus* n.sp. (*Nematoda: Tylenchida*). *Cah. ORSTOM., Sér. Biol.*, 21, (1973): 25 - 34.
- FORTUNER, R. (1974). Evaluation des dégâts causés par *Hirschmanniella oryzae* (Van Breda de Haan, 1962) Luc & Goodey, (1963), nématode endoparasite des racines du riz irrigué. *Agron. trop., Nogent.*, 29 : 708 - 714.
- GERMANI, G. (1981). Pathogenicity of the nematode *Scutellonema cavenessi* on peanut and soybean. *Rev. Nématol.*, 4 : 203-208.
- GERMANI, G. & LUC, M. (1984). Description de *Dolichodoros elegans* et *Aphasmatylenchus variabilis*. *Rev. Nematol.* 7 (1) : 81-86 (1984)
- GRIFFIN, G.D (1969). Attractiveness of resistant and susceptible alfalfa to stem and root - knot nematodes. *J. Nematol.* 1 : 9 (Abst).
- HOOPER, D.J. (1974). Description of plant-parasitic Nematodes. Set 4, No 50. C.I.H.
- HOOPER, D.J. (1972). Description of plant-parasitic Nematodes. Set 1, No 14. C.I.H.
- KHERA, S. & ZUCKERMAN, B.M. (1963). In vitro studies of host parasite relationships of some plant - parasitic nématodes. *Nematologica*, 9 : 1 - 6.

- LOOF, P.A.A. (1974). C.I.H. Description of plant-parasitic Nematodes. Set 4, No 58.
- LUC, M. (1961). Note préliminaire sur le déplacement de *Hemicycliophora paradoxa* dans le sol. *Nématologica*, 6 : 95 - 106.
- LUC, M. & al (1969). Marquage direct de *Hemicycliophora paradoxa* par le phosphore radioactif, utilisation pour l'étude des déplacements des nématodes phytoparasites dans le sol. *Nématologica*, 15 : 35 - 43.
- MAI, W.F. (1977). Worldwide distribution of potato-cyst nematodes and their importance in crop production. *J. Nematol.*, 9 : 30 - 34.
- MATEILLE, T. & ADJOVI, T. & HUGON, R. (1992). Techniques culturales pour la lutte contre les nématodes du bananier en Côte d'Ivoire: Assainissement des sols et utilisation de matériels sains. *Fruits*, 47 : 281 - 298.
- MEAGHER, J.W. (1977). World dissemination of the cereal-cysts nematodes (*Heterodera avenae*) and it's a potential as a pathogen of wheat. *J. Nematol.*, 9 : 9 - 15.
- MERNY, G. & al (1985). Technique d'éradication d'*Aphelenchoides besseyi* (Nematoda: *Aphelenchida*) dans les semences de *Panicum maximum*. *Rev. Nematol.*, 8 (2) : 155 - 160.
- NETSCHER, G. (1965). Nématodes du genre *Meloidogyne*: parasites des cultures maraichères en Afrique occidentale. 28 p.
- PROT, J.C (1975). Recherche concernant les déplacements des juvéniles de *Meloidogynes spp* vers les racines. *Cah. ORSTOM. Sér. Biol.*, 10 : 251 - 262.
- NETSCHER, G. (1970). Les nématodes parasites des cultures maraichères au Sénégal. *Cah. ORSTOM. Sér. Biol.*, 11 (1970) : 209 - 229.
- PROT, J.C. (1976). Amplitude et cinétique des migrations du nématode *Meloidogyne javanica* sous l'influence d'un plant de tomate. *Cah. ORSTOM. Sér. Biol* : 157 - 166.
- PROT, J.C. (1978 a). Influence of concentration gradients of salts on the movement of second stage juveniles of *Meloidogyne javanica*. *Rev. Nematol.*, 1 : 135 - 142.
- PROT, J.C. (1978 b). Behaviour of juveniles of *Meloidogyne javanica* in salts gradients. *Rev. Nématol.*, 1 : 135 - 142.
- PROT, J.C. (1978 c). Vertical migration of four natural populations of *Meloidogyne*. *Rev. Nématol.*, 1 : 109 - 112.
- PROT, J.C. (1979). Horizontal migration of second stages juveniles of *Meloidogyne javanica* in sand in concentration gradients of salts and in amoisture gradient. *Rev. Nématol.*, 2 : 17 - 21.
- PROT, J.C. (1980). Migration of plant parasitic nematodes towards plant roots. *Rev. Nematol.*, 3 : 305 - 318.
- PROT, J.C. & VAN GUNDY, S.D. (1981a). Effet of soil texture and the clay component on migration of *Melodogyne incognita* second stade-juveniles. *J. Nematol.*, 13, (2), 1981 : 213 - 217.
- PROT, J.C. & VAN GUNDY, S.D. (1981b). Influence of photoperiode and température on migration of *Meloidogyne*-juveniles. *J. Nematol.*, 13, (2), 1981 : 217 - 220.

- PROT, J.C. (1984). Les nématodes parasites des cultures maraîchères. *U.S.A.I.D.* 28 p.
- QUENEHERVE, P. & CADET, P. (1985). Etude de la dynamique de l'infestation en nématodes transmis par les rhizomes du bananier c.v Poyo en Côte d'Ivoire. *Rev. Nématol.*, 8 : 257 - 263.
- REVERSAT, G. & MERNY, G. (1973). Influence de quelques facteurs sur la pénétration du nématode *Heterodera oryzae* dans les racines du riz. *Cah. ORSTOM. Sér. Biol.*, 21. p 111.
- RIGGS, R.D. (1977). Worldwide distribution of soybean-cyst nematodes and it's economic importance. *J. Nematol.*, 9 : 35 - 39.
- ROCHE, M. (1963). *Hydrologie de surface*. Edition Gautiers-Villars, 1963.
- SASSER, J.N. (1987). A perspective on nématode world wide, in nematodes parasitic to cereales and legumes in temperature semi-arid regions Siaxema M, C (Eds) : 1 - 12.
- SIDDIQI, M.R. (1972). Description of plant-parasitic Nematodes. Set 8, No 109. C.I.H.
- SIDDIQI, M.R. (1986). TYLENCHIDA parasites of plants and Insects. *Commonwealth institute of parasitology*.
- ✓ SIVAPLAN, P. (1972). Nematodes pests of tea, in *Economic Nematologica* : 285 - 311.
- TAYLOR, L. (1968). Introduction à la recherche sur les nématodes phytoparasites : p 12 .
- VAN DEN BERG, E. & CADET, P. (1991). On five parasitic tylenchs from Martinique (Nemata). *Fundam. appl. Nematol.*, 1992, 15 (5) : 431 - 434.
- VILARDEBO, A. (1971a). Les nématodes du cocotiers, In : Nématodes des cultures. *Journées françaises d'étude et d'information* : 475 - 479.
- ✓ VILARDEO, A. (1971b). Les nématodes des citrus, In : Nématodes des cultures : 499 - 578.
- WALLACE, H.R. (1961). The orientation of *Ditylenchus dipsaci* to physical stimuli. *Nematologica.*, 6 : 222 - 236.
- WALLACE, H.R. (1971). Abiotic influence in the soil environnement in plant parasitic nématodes. *Academic press.*, Vol 1. p 345.
- Walliullah, M.I.S. (1989). Nematodes in irrigation canals of the Kashmir valley, India. *Nematol. med.*, 17, (1989) : 55 - 56.
- WILEY, J. (19). Diseases of flowers, leaves and stems, IN : Introduction to plant nematology : 160 - 181.
- WINSLOW, R.D. & WILLIS, R.J. (1972). Nematodes diseases of potatoes IN : Economic nematology : 17 - 48.

Titre : Transport passif des nématodes phytoparasites dans l'eau de ruissellement à Thyssé Kaymor (Nioro du Rip - Sénégal)

Nom du candidat : M. Libasse Diop

Nature de la soutenance : D.E.A. de Biologie Animale

Président : Mr Jean TROUILLET

Membre : MM. Jean ALBERGEL
Patrice CADET
Danamou MOUNPORT
Bhen Sikina TOGUEBAYE

Soutenu le 05 juillet 1995 à 15 heures à l'Amphi 7

RESUME : L'étude a été réalisée sur un bassin versant situé dans le département de Nioro du Rip. L'objectif de ce travail est de connaître l'importance des eaux de ruissellement dans le transport et la dissémination des nématodes. Pour les 14 pluies qui sont intervenues entre juillet et octobre 1995, environ 250 millions de nématodes phytoparasites ont été transportés avec 19 tonnes de particules solides, par un ruissellement global de 6 000 m³ d'eau. *S. cavenessi*, *H. dihystra*, *T. gladiolatus* et *Gracilacus sp* sont les espèces majeures les plus transportées. Dans cette eau de ruissellement, *Gracilacus sp* est l'espèce la plus abondante et *S. cavenessi*, la plus fréquente.

Au début de la saison des pluies, seules les espèces capables de survivre dans les couches superficielles du sol sous forme anhydrobiotique se retrouvent dans l'eau de ruissellement, mais généralement en densités très faibles du fait que ces nématodes, faute de plante, n'ont pas pu se multiplier.

Lorsque la végétation s'est développée, les nématodes, disposant de racines, vont pouvoir se multiplier. De ce fait, ils sont plus nombreux dans l'eau de ruissellement et, par conséquent, de nouvelles espèces sont observées.

A la fin de l'hivernage, les plantes sont arrivées à maturité et sont donc moins propices au développement des nématodes. Ceux-ci apparaissent en moins grand nombre dans les eaux de ruissellement dans lesquelles on trouve essentiellement *H. dihystra* et *T. gladiolatus*.

En revanche, *Scutellonema*, qui est encore présent dans le sol, a disparu complètement des eaux de ruissellement.

Mots clés : Eau, Bassin versant, Infestation, Jachère, Nématodes, Peuplement, Pluie, Ruissellement, Sol, Végétation.