

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION



LABORATOIRE DE NEMATOLOGIE
DAKAR SENEGAL

**RAPPORT D'ACTIVITES
DU LABORATOIRE DE NEMATOLOGIE
POUR L'ANNEE 1986**

P. BAUJARD
F. BERTHOU
Y. BODIAN
B. MARTINY
A. PARISELLE
E. SARR

F 255
F 255.07

Dakar, avril 1987

04 JUIN 1987 → dept E

12

Ch. Documents
Min. des Cultures

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

ORSTOM

LABORATOIRE DE NEMATOLOGIE
DAKAR SENEGAL

DIFFUSION RESTREINTE
Ce document ne constitue pas une publication.
Il ne doit faire l'objet d'aucun compte-rendu ou
résumé, ni d'aucune citation sans l'autorisation
de l'O.R.S.T.O.M.

RAPPORT D'ACTIVITES DU LABORATOIRE DE NEMATOLOGIE
POUR L'ANNEE 1986

par

P. BAUJARD, F. BERTHOU, Y. BODIAN, B. MARTINY,
A. PARISELLE & E. SARR

H = 58513

A 25507
Z E
I H

Dakar, avril 1987

ID

AVANT PROPOS

Le Laboratoire de Nématologie de l'ORSTOM à Dakar regroupe actuellement quatre chercheurs, un technicien expatrié et douze techniciens locaux. Deux stagiaires sont en poste au laboratoire : un ingénieur de la Protection des Végétaux reçoit une formation en nématologie et un maître assistant du Laboratoire de Biologie Animale de la Faculté des Sciences de Dakar travaille, à temps partiel, sur l'étude ultrastructurale de la cuticule des nématodes en microscopie électronique à transmission.

Deux grands thèmes de recherches sont abordés : le premier concerne les nématodes de la zone sahélienne ouest-africaine, tant au niveau des cultures pluviales (arachide, mil, niébé et sorgho) qu'au niveau des cultures irriguées (maraîchage). Le second thème aborde les problèmes de résistance variétale aux nématodes.

Ces deux grands thèmes sont présentés sous deux grands chapitres dans ce rapport : les résultats qui y sont consignés n'engagent que leurs auteurs respectifs.

Photographies de couverture :

-recto : Xiphinema sp. (barre = 10 μ m)

-verso : Hoplolaimoidea (barre = 2 μ m)

Spécimens collectés à Sourountouna, région de San, Mali, en octobre 1986.

Photographies réalisées au Service de Microscopie Electronique de la Faculté des Sciences de Dakar, Sénégal.

SOMMAIRE

1. LES NEMATODES DE LA ZONE SAHELIENNE OUEST-AFRICAINE

1.1. Les nématodes associés aux cultures pluviales

1.1.1. Introduction

1.1.2. Etudes sur les nématicides

1.1.2.1. Effets directs et résiduels du DBCP sur les rendements de l'arachide et du niébé et sur les populations de nématodes

1.1.2.2. Comportement du DBCP

1.1.2.2.1. Décalage du semis par rapport au traitement nématicide

1.1.2.2.2. Décalage du traitement nématicide par rapport au semis

1.1.2.3. Effets de l'acide usnique et du dichlorodiisopropyl éther sur les populations de nématodes telluriques et les rendements de l'arachide

1.1.2.4. Effets du DBCP sur les rendements du mil et du sorgho

1.1.2.5. Effets comparés du DBCP, de l'EDB et de la date du traitement nématicide sur les rendements du mil et sur le nématode Scutellonema cavenessi

1.1.2.6. Résultats nématologiques des traitements nématicides expérimentaux ISRA

1.1.2.7. Traitements nématicides à Touba Guèye

1.1.2.8. Résultats des essais de traitements nématicides au Mali

1.1.2.9. Effets in vitro du DBCP

1.1.2.10. Effets en serre du DBCP

1.1.2.11. Conclusions

1.1.3. Etudes sur les nématodes telluriques

1.1.3.1. Dynamique des populations en fonction de l'hôte et de la rotation culturale ; influence des facteurs biotiques et abiotiques

1.1.3.2. Dynamiques comparées en présence de niébé et d'arachide

1.1.3.3. Mise à jour de la gamme d'hôtes des nématodes du bassin arachidier du Sénégal

1.1.3.4. Influence de la température du sol sur le développement du nématode Scutellonema cavenessi

1.1.3.5. Influence du taux d'humidité du sol sur le développement du nématode Scutellonema cavenessi

1.1.3.6. Facteurs variétaux influençant le développement des nématodes parasites du niébé

1.1.3.7. Résultats de la prospection faunistique des zones

arachidières du Mali : relations entre les caractéristiques granulométriques des sols et la structure des populations

1.1.3.8. Etudes morphologiques en microscopie électronique à balayage : technique et résultats

1.1.3.9. Notes sur la systématique du genre Dolichorhynchus

1.1.3.10. Conclusions

1.2. Premières données sur les nématodes associés aux cultures maraîchères

1.3. Références bibliographiques

1.4. Congrès, missions et collaborations en 1986

1.5. Liste des publications en 1986

1.6. Perspectives

2. LE CONTROLE DES NEMATODES A L'AIDE DE VARIETES RESISTANTES

2.1. Le contexte

2.2. Variabilité génétique des Meloidogyne sp en relation avec leur virulence à l'encontre des tomates

2.3. L'analyse en électrophorèse de variétés de tomate : la mise en évidence directe du gène Mi sans recours aux tests variétaux de résistance

2.4. Mise au point de tests variétaux en serre : procédé de culture mixte utilisé pour accélérer la croissance des plants infestés

2.5. Recherches de nouveaux gènes de résistance au nématode dans les variétés de tomates sauvages

2.6. L'efficacité des plantes pièges

2.7. Bibliographie

1. LES NEMATODES DE LA ZONE SAHELIENNE OUEST-AFRICAINE (P. BAUJARD, Y. BODIAN, B. MARTINY, A. PARISELLE et E. SARR).

Les résultats détaillés dans ce chapitre sont l'aboutissement soit de recherches individuelles, soit de recherches collectives au sein du même grand thème de recherches ; ils sont présentés ici de manière collective dans le cadre de ce rapport d'activités du Laboratoire de Nématologie de Dakar.

Nous tenons à exprimer notre gratitude aux membres du Laboratoire de Nématologie de l'ORSTOM, Mme J. LOPEZ, MM. Y. DIABANG, M. N'DIAYE, S.B. N'DIAYE, L. DIEDHIOU, V. DIEDHIOU, M. DIOUF, M. SAGNA, R. SARA et B. TRAORE pour leur disponibilité et leur contribution lors de cette année de travail.

Nous remercions A. DIOP et A. KHOUDOS SYLL qui ont suivi les essais sur le terrain et ont pris une part décisive dans l'accomplissement de ce travail.

Nous remercions enfin les paysans du bassin arachidier et plus spécialement la famille SYLL de Darou Mousty, la famille FALL de Touba Guèye et les familles LO, LY, DIOUF et THIAM à Nebe pour leur accueil chaleureux et leur aide constante.

1.1. Les nématodes associés aux cultures pluviales

1.1.1. Introduction

Les conclusions des études nématologiques entreprises en 1985 dans le bassin arachidier du Sénégal étaient les suivantes : "les recherches à entreprendre dans les mois qui viennent devront i) démontrer expérimentalement au laboratoire l'existence de l'effet phytostimulant des nématicides fumigants bromés, ii) vérifier si cet effet s'exerce également vis à vis des céréales, iii) éventuellement préciser ses caractéristiques (élément chimique actif - doses efficaces - mode d'action, soit direct sur la physiologie de la plante, soit indirect sur les symbiontes, Rhizobium ou mycorhizes - stade végétatif le plus réceptif - durée de persistance dans le sol - effets sur les rendements). Ces recherches ne sont pas du ressort direct de la nématologie et ne peuvent être réclimées sans le concours de compétences extérieures dans les domaines de la physiologie végétale, la microbiologie et la chimie organique.

Les recherches nématologiques viseront à démontrer l'hypothèse d'une migration verticale des populations de nématodes en relation avec le taux d'humidité des sols, à préciser la dynamique des populations de nématodes sur niébé et arachide. Les gammes d'hôtes, la nocuité des espèces de nématodes phytoparasites et les caractéristiques des cycles

biologiques de ces espèces seront analysées en relation avec les cultures pratiquées dans le bassin arachidier du Sénégal.

La prospection faunistique de cette zone sera initiée en 1987. Dès maintenant, la prospection des zones arachidières du Mali permettra d'en évaluer les caractéristiques nématologiques, pédologiques et climatologiques pour déterminer si les résultats prometteurs obtenus dans le cadre de l'agriculture sahélienne sénégalaise y sont transposables" (Baujard et al., 1986).

Les études développées cette année se sont attachées à répondre à ces préoccupations. Seule l'étude sur la migration verticale des populations au cours de la saison des pluies n'a pu être entreprise.

1.1.2. Etudes sur les nématicides

L'analyse des résultats des traitements nématicides au champ des deux précédentes campagnes agricoles (1984 et 1985) a permis d'élaborer l'hypothèse d'un effet phytostimulant du DBCP (Baujard et al., 1986). Dans le cadre de cette hypothèse, il importait alors de vérifier i) la réalité de l'effet résiduel du traitement nématicide au champ en le comparant à un effet direct, ii) l'hypothèse d'une "évaporation" du DBCP du sol lorsque le semis est décalé par rapport au traitement, iii) l'existence d'un effet "phytostimulant" de la part de l'EDB, iv) le comportement des céréales vis à vis du DBCP et de l'EDB, v) l'effet phytostimulant de ces deux nématicides fumigants bromés au laboratoire.

1.1.2.1. Effets directs et résiduels du DBCP sur les rendements de l'arachide et du niébé

Cette étude a été menée sur les deux essais mis en place en 1984 à Darou Sale et à Nebe.

- . caractéristiques des essais :
- localisation : Darou Sale, km 5, route Darou Mousty-Touba ; Nebe, km 5, route Diourbel-Gossas
- dispositif expérimental : carré latin à six traitements : témoin, DBCP à 22,5 kg/ha m.a. en 1984 (= DBCP 85), Telone II EC à 30 kg/ha de produit commercial en 1984 (= TELONE), metam sodium à 38,50 kg/ha m.a. en 1984 (= V75), metam sodium à 25,50 kg/ha m.a. en 1984 (= V 50), metam sodium à 12,75 kg/ha m.a. en 1984 + DBCP à 22,5 kg/ha m.a. en 1986 (= DBCP 86). Surface parcellaire = 2x36 m2 (arachide et niébé) ; allées de 3 m de large ; surface totale = 5301 m2
- précédents culturaux Darou Sale : 1984/arachide ; 1985/mil ; Nebe : 1984/arachide ; 1985/sorgho
- semis : Darou Sale : arachide cv 55 437 semée à 45x15 cm ; niébé cv N57-58 semé à 50x50 cm à raison de trois graines par poquet. Nebe : arachide cv 55 437 semée à 45x15 cm ; niébé cv Bambey 21 semé à 50x50 cm à raison de trois graines par poquet
- fertilisation : 14N-7P-7K à Darou Sale, 6N-20P-10K à Nebe, à la dose de 150 kg/ha
- moyens : semis et fertilisation réalisés manuellement. Traitements nématicides réalisés par stériculteur à traction animale pour injection à 15 cm de profondeur. Analyses nématologiques des populations telluriques par élutriation de 250 cm3 de sol provenant de trois échantillons prélevés au hasard dans chaque parcelle et pour chaque culture puis soigneusement mélangés. Analyses nématologiques des populations endocracinaires sur trois systèmes racinaires prélevés au hasard dans

chaque parcelle et pour chaque culture. Mesure du taux d'humidité du sol au laboratoire par double pesée (sol humide et sol sec après passage à l'étuve à 120° C pendant 7 jours). Récolte effectuée sur une surface parcellaire de 10,8 m² pour l'arachide, de 36 m² pour le niébé après suppression des lignes de bordure. La récolte du niébé a été effectuée en trois fois à Darou Sale, quatre fois à Nebe.

-calendrier des opérations (tableau 1)

-pluviométrie : 251 mm en 22 jours à Darou Sale, 325 mm en 36 jours à Nebe (fig. 2).

TABLEAU 1 : CALENDRIER DES OPERATIONS (l'astérisque signifie que, en plus des analyses nématologiques des populations telluriques, celles des populations endoracinaires ont été effectuées)

	DAROU SALE	NEBE
analyses nématologiques	13-05-86	13-05-86
	04-08-86	04-08-86
	*18-08-86	*11-08-86
	*01-09-86	*25-08-86
	*15-09-86	*08-09-86
	*29-09-86	*22-09-86
	*13-10-86	*06-10-86
	27-10-86	*20-10-86
	10-11-86	03-11-86
	24-11-86	17-11-86
	08-12-86	01-12-86
	26-01-87	02-02-87
traitement nématicide..	03-04-86	01-08-86
semis.....	04-08-86	02-08-86
fertilisation.....	01-09-86	01-09-86
récolte-arachide.....	20-10-86	21-10-86
-niebe		
	première 07-10-86	29-09-86
	deuxième 13-10-86	06-10-86
	troisième 20-10-86	13-10-86
	quatrième -----	21-10-86

.Résultats (tableaux 2 et 3, fig. 1)

-rendements des cultures : l'analyse des rendements obtenus après traitement direct au DBCP confirme les résultats antérieurs. Par contre, nous n'obtenons pas d'augmentation statistiquement significative des rendements de l'arachide et du niébé sur les parcelles traitées en 1984. Cette observation est en contradiction avec les données antérieures (Germani, Baujard et Luc, 1984) qui annonçaient des augmentations de rendement de l'ordre de 51% en troisième année avec l'arachide. Ce phénomène peut être mis en relation i) avec la reconstitution des populations de nématodes phytoparasites dans le cadre de l'hypothèse d'une nocuité de ces espèces vis à vis de l'arachide et du niébé (cf 1.1.3.2.), ii) avec l'hypothèse d'une disparition de ce produit du sol dans le cadre de l'hypothèse d'un effet "phytostimulant" de ce nématicide.

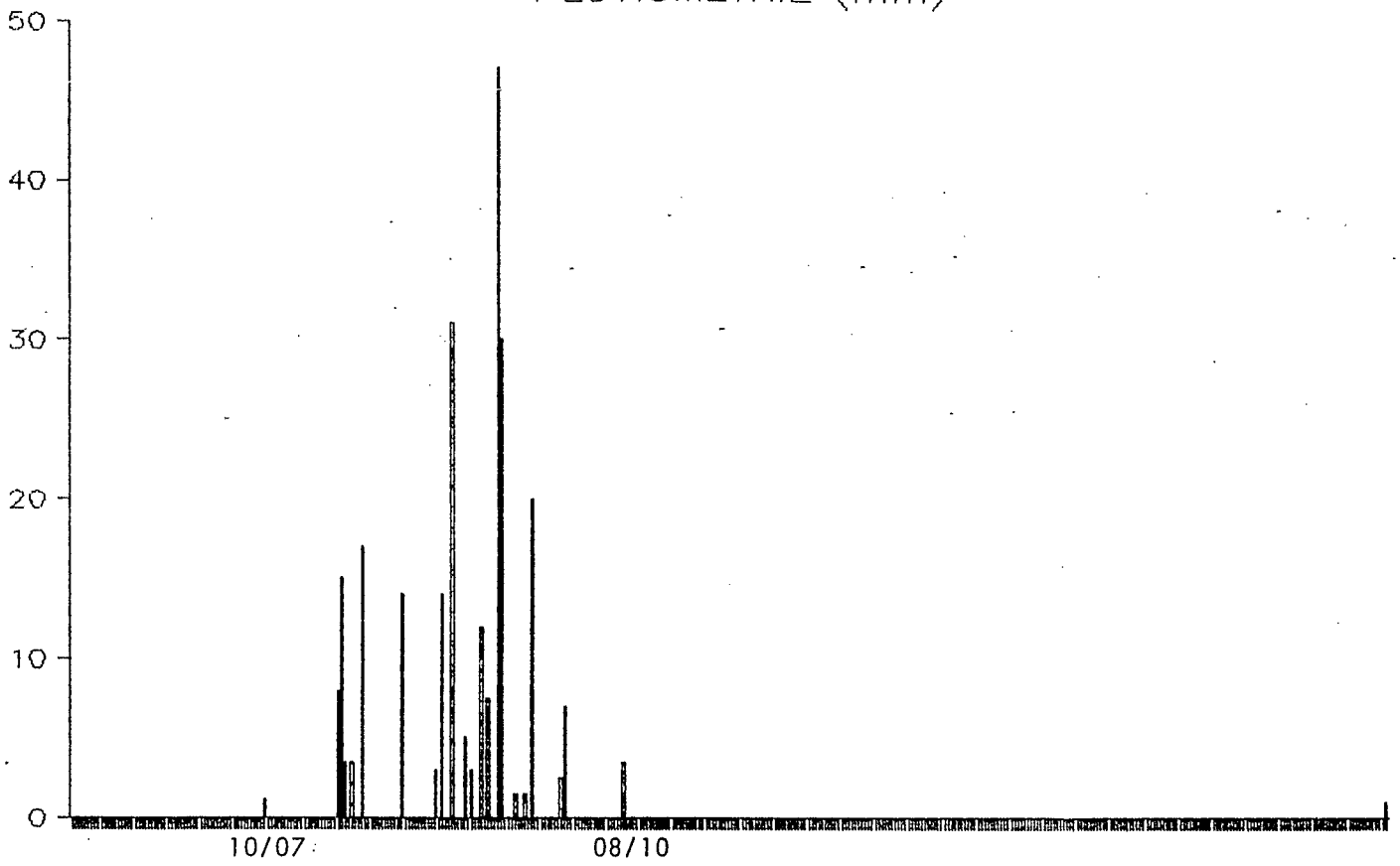
TABLEAU 2 : RENDEMENTS (kg/ha) DE L'ARACHIDE ET DU NIEBE SUR LES DEUX SITES D'ESSAI (pour chaque paramètre mesuré, les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5%).

	ARACHIDE		NIEBE	
	GOUSSES	FANES	NOMBRE DE GOUSSES	GRAINS
DAROU SALE				
TEMOIN	1747 b	2631 bc	2248 b	2399 bc
DBCP 85	2170 ab	3095 ab	2408 b	2578 b
DBCP 86	2335 a	4699 a	4144 a	4320 a
TELONE	1352 b	2236 c	1585 c	1533 c
V75	1797 b	2672 bc	2328 b	2295 bc
V50	1755 b	2841 b	2313 b	2354 bc
NEBE				
TEMCIN	867 b	1381 b	596 b	484 b
DBCP85	945 b	1527 b	75 b	607 b
DBCP86	2164 a	3230 a	1198 a	1153 a
TELONE	832 b	1442 b	561 b	437 b
V75	1089 b	1811 b	727 b	610 b
V50	771 b	1522 b	558 b	469 b



Fig. 1 : Nebe, effets du traitement direct des sols au DBCP sur la végétation de l'arachide.

DAROU SALE PLUVIOMETRIE (mm)



NEBE PLUVIOMETRIE (mm)

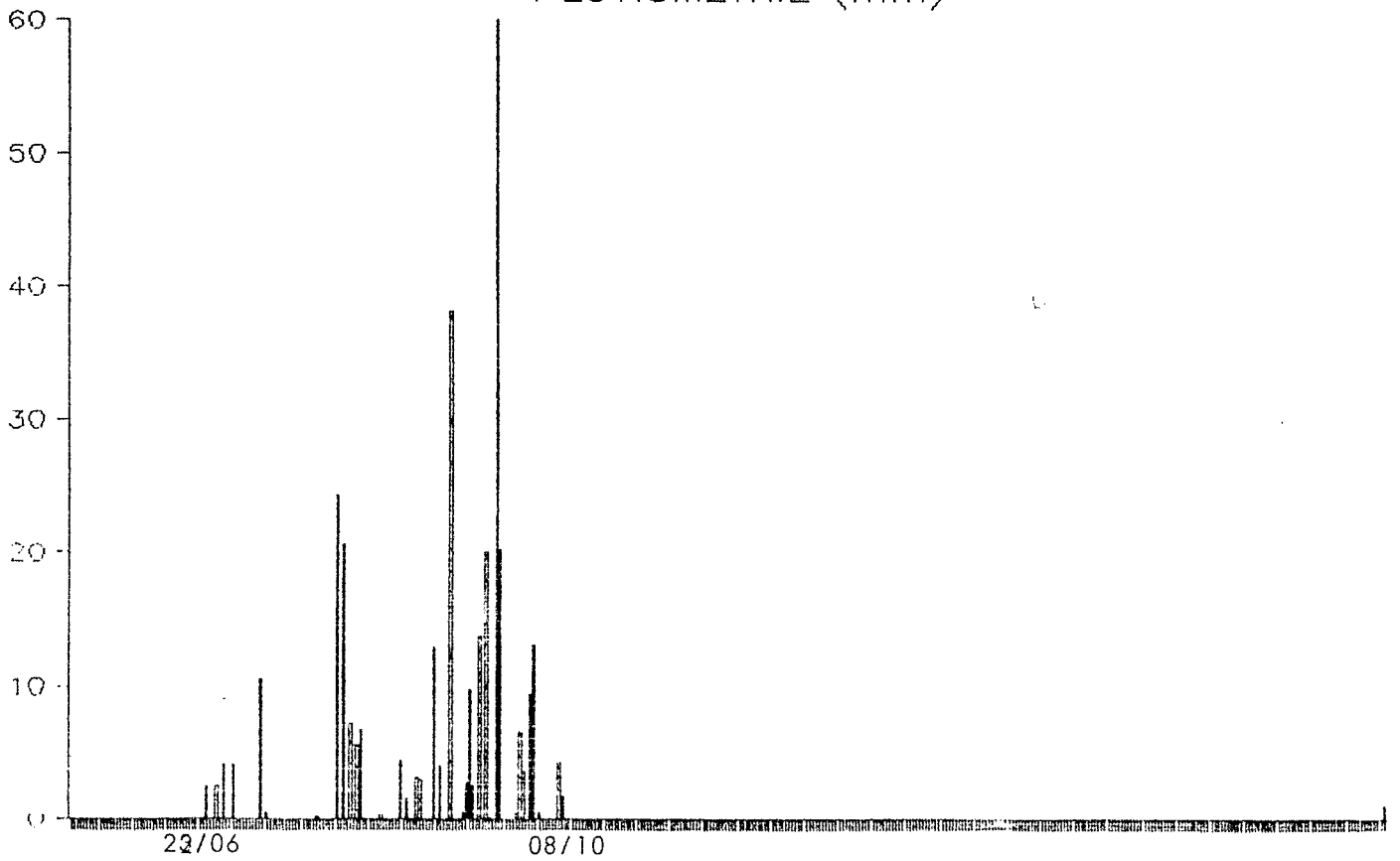


Fig. 2 : pluviométrie de l'hivernage 1986 à Darou Sale et à Nebe.

L'analyse des différentes récoltes de niébé (tableau 3), récoltes effectuées à intervalles de 7 jours, montrent que les traitements nématicides au DBCP effectués en 1984 et 1986 augmentent nettement la vitesse de maturation de cette plante.

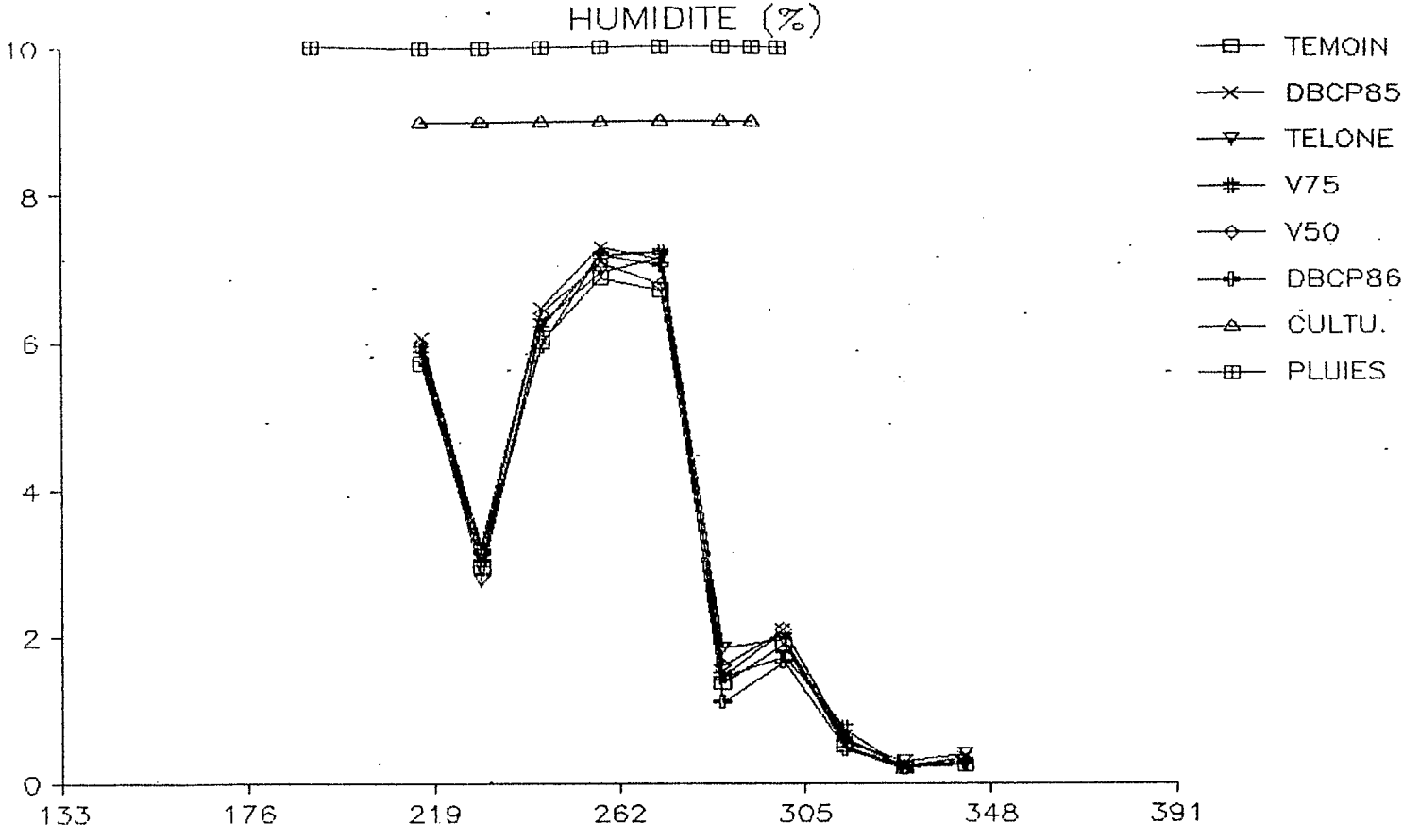
TABLEAU 3 : EVOLUTION DE LA MATURATION DU NIEBE SUR LES DEUX SITES D'ESSAIS (résultats en nombre de gousses et poids de grains exprimés en pourcentage de la récolte totale).

RECOLTE		DAROU SALE		NEBE	
		NOMBRE DE GOUSSES	GRAINS	NOMBRE DE GOUSSES	GRAINS
		-----	-----	-----	-----
PREMIERE	TEMOIN	12,18	10,34	2,00	2,67
	DBCP85	18,66	17,30	11,75	13,78
	DBCP86	14,53	16,24	13,63	13,70
	TELONE	4,73	4,43	1,96	2,27
	V75	9,38	10,34	3,70	4,08
	V50	10,86	11,98	1,28	1,49
DEUXIEME	TEMCIN	47,38	54,54	29,30	33,60
	DBCP85	51,80	52,27	40,18	40,97
	DBCP86	45,73	50,26	44,48	47,64
	TELONE	31,06	37,81	31,30	34,56
	V75	45,20	46,53	32,93	34,68
	V50	33,79	39,32	28,51	31,82
TROISIEME	TEMCIN	39,82	35,11	56,11	52,98
	DBCP85	29,46	30,52	31,03	28,36
	DBCP86	39,68	33,50	30,10	28,60
	TELONE	64,15	57,73	55,35	53,08
	V75	45,36	43,13	50,18	48,07
	V50	49,31	48,55	53,73	51,26
QUATRIEME	TEMOIN			12,48	10,75
	DBCP85			16,98	16,88
	DBCP86			11,70	10,05
	TELONE			9,03	10,08
	V75			13,13	13,17
	V50			16,25	15,43

Le traitement nématicide induit, l'année de sa réalisation, un fort développement végétatif des légumineuses entraînant par là même une diminution considérable des taux d'humidité du sol ; tant à Darou Sale qu'à Nebe, les taux d'humidité des parcelles traitées au DBCP en 1986 sont, après un mois de végétation, constamment inférieurs à ceux des autres parcelles (fig. 3 et 4). Remarquons également que la culture de l'arachide conduit à une diminution du taux d'humidité du sol par rapport à celui du niébé.

-populations de nématodes (fig. 5 et 6) : les traitements nématicides au DBCP effectués en 1986 provoquent une diminution importante des taux de population pour toutes les espèces présentes. Cet effet est net pour toutes les espèces de l'ordre des Tylenchida ; notons que le contrôle de ces populations est meilleur que celui enregistré avec le même nématicide en 1984 sur l'essai de Darou Sale (Baujard et al., 1985). Cette

DAROU SALE - ARACHIDE



DAROU SALE - NIEBE

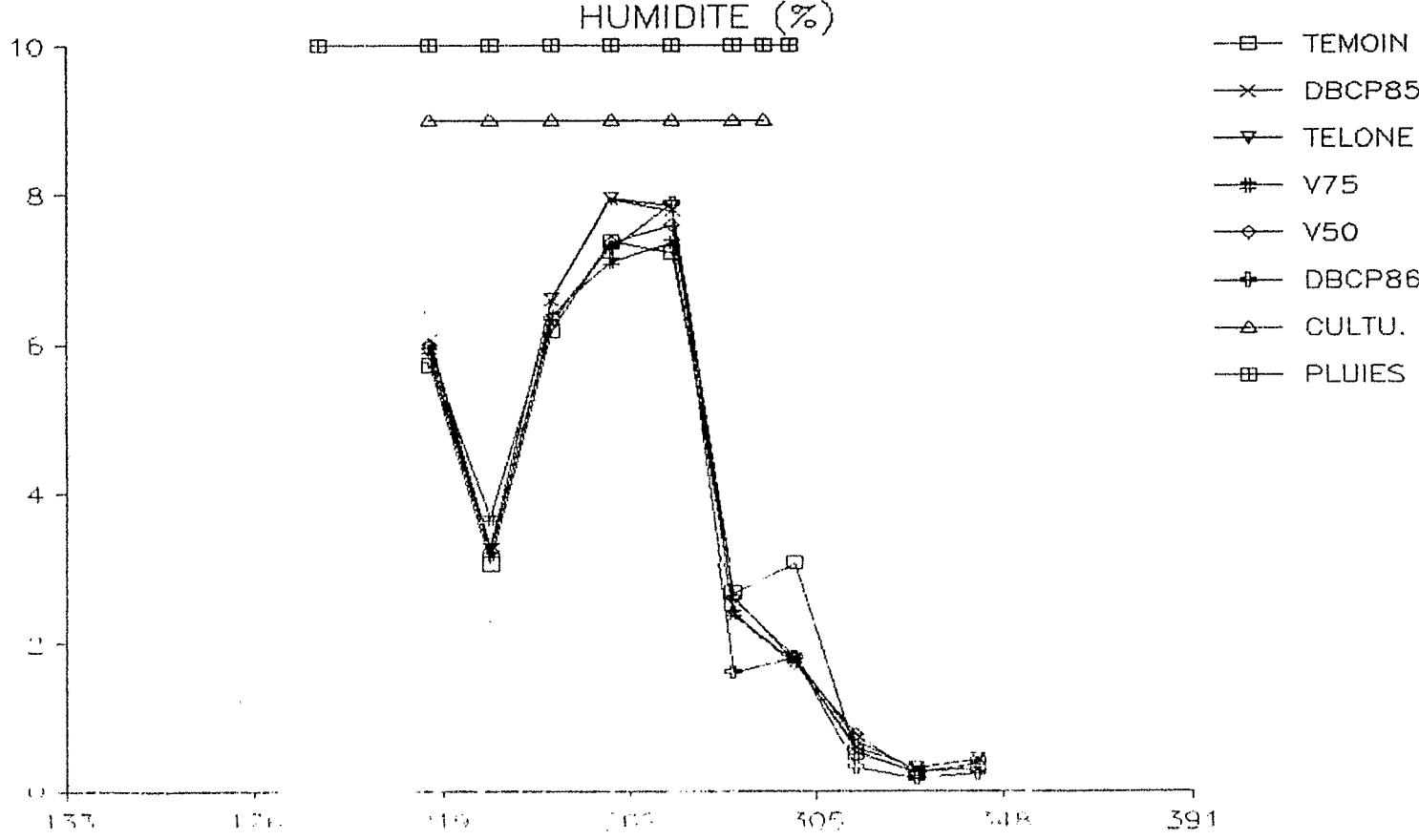
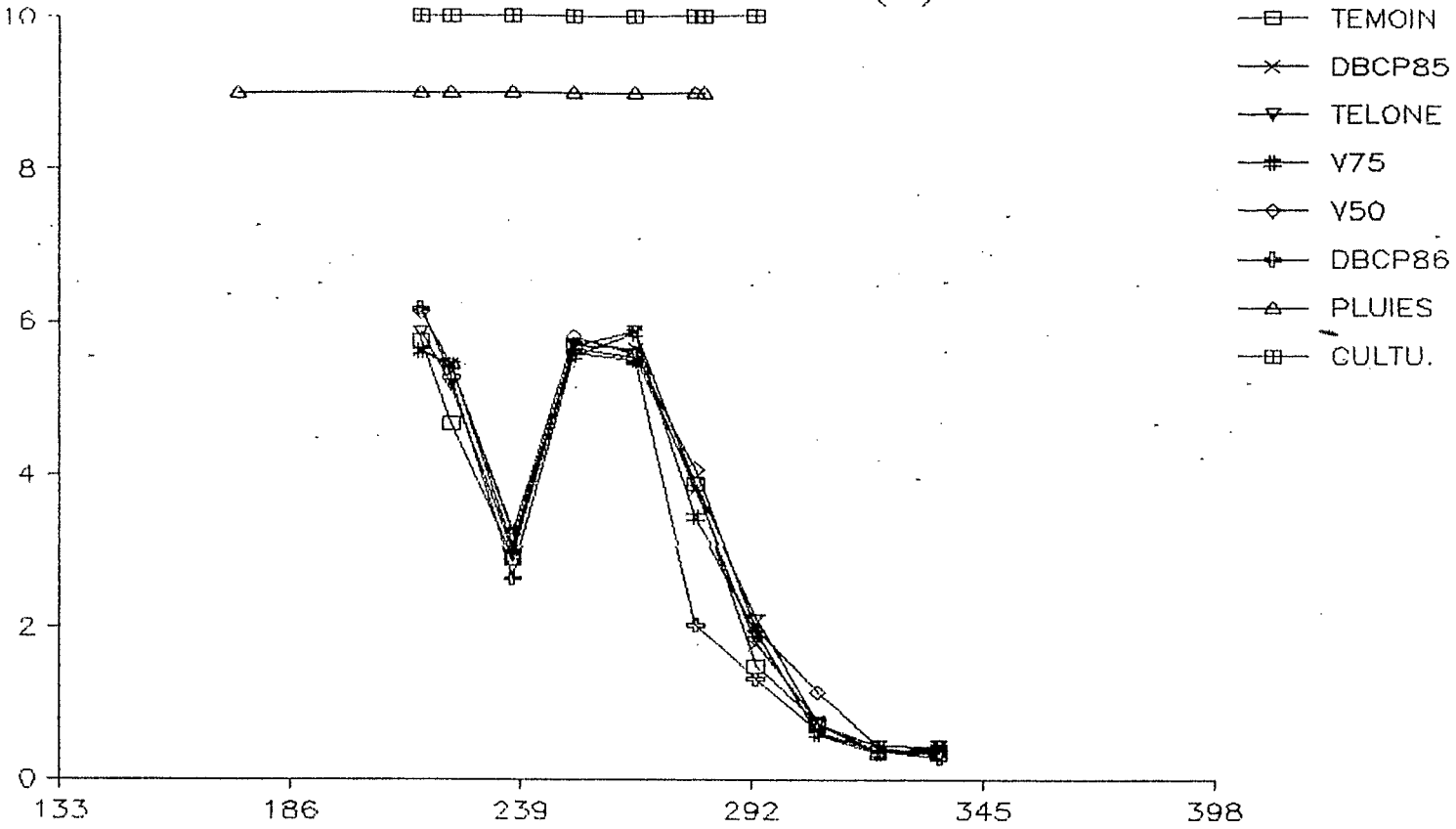


Fig. 3 : Darou Sale, évolution du taux d'humidité des sols pendant l'hivernage

NEBE-ARACHIDE

HUMIDITE DU SOL (%)



NEBE-NIEBE

HUMIDITE DU SOL (%)

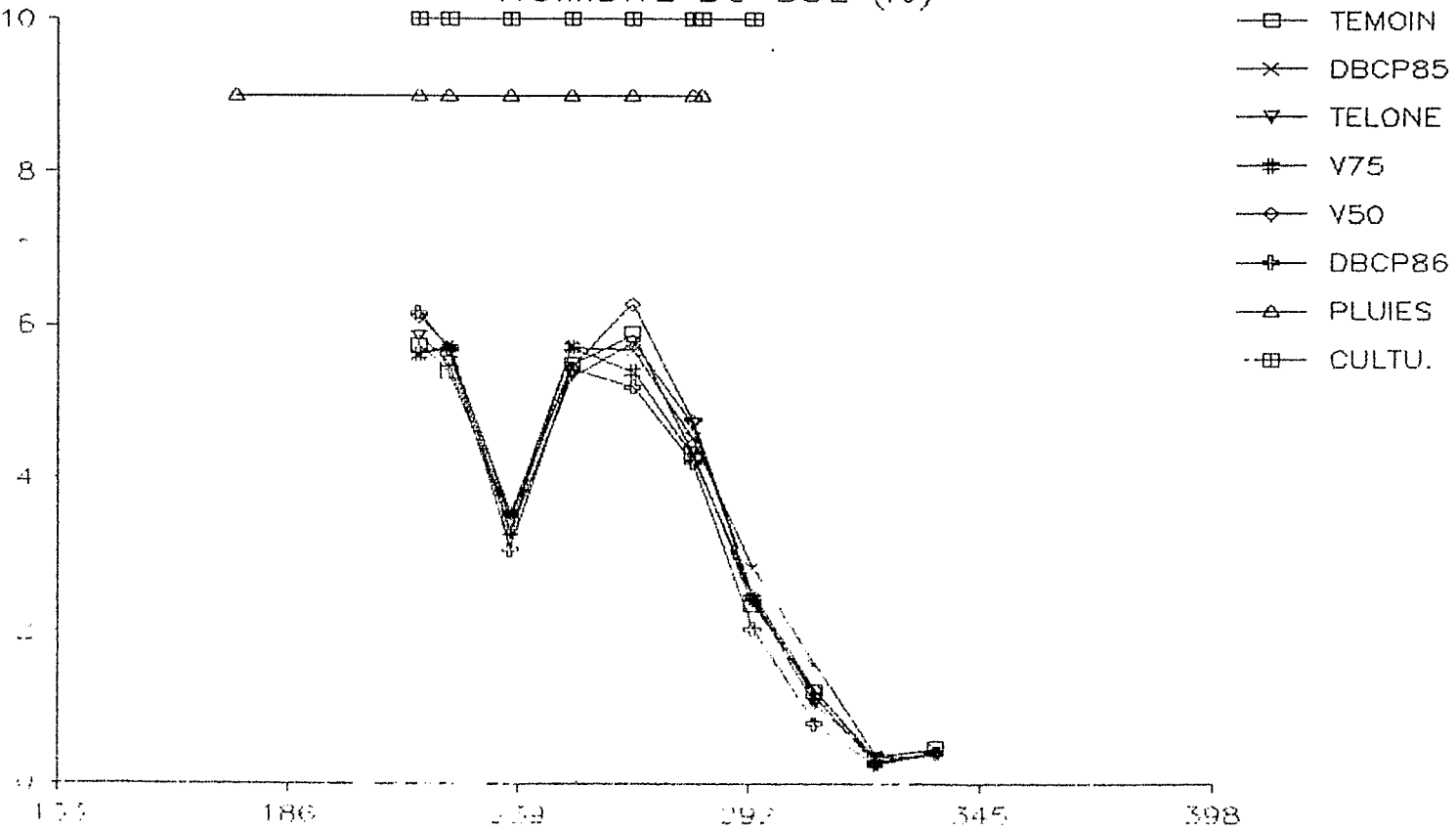


Fig. 4 : Nebe, évolution du taux d'humidité des sols pendant l'hivernage

amélioration est à rapporter à la profondeur d'injection du nématicide (15 cm en 1986 vs. 10 cm en 1984), confirmant les données antérieures (Duncan et Baujard, 1986). Nous enregistrons également la reconstitution des populations de Scutellonema cavenessi, Hoplolaimus pararobustus, Helicotylenchus dihystera et Peltamigratus macbethi sur les parcelles qui ont reçu le traitement nématicide au DBCP en 1984. Notons que cette reconstitution apparaît plus rapide sur le niébé que sur l'arachide à Darou Sale et à Nebe. Les niveaux de population du nématode S. cavenessi sur les parcelles traitées au DBCP (15 cm de profondeur) en 1984 à Nebe sont équivalents à ceux des parcelles traitées en 1986 avec le même nématicide pour la culture d'arachide ; ce n'est pas le cas à Darou Sale pour l'arachide et le niébé.

Le suivi des dynamiques des populations permet de constater que les espèces de l'ordre des Rhabditida subissent également le traitement nématicide ; la mortalité est inférieure à celle constatée pour les Tylenchida. La reconstitution des populations est extrêmement rapide (15 à 30 jours) ; les populations finales sont alors plus importantes sur les parcelles ayant subi le traitement nématicide au DBCP en 1986 que sur les autres. Le DBCP exerce une action dépressive considérable sur les espèces de l'ordre des Dorylaimida ; il n'y a pas reconstitution des populations tout au long de l'hivernage. Cette observation diffère de celle effectuée sur ces mêmes essais en 1984 (Baujard et al., 1985) ; nous émettions alors l'hypothèse d'une différence de sensibilité des espèces de nématodes corrélée à leur appartenance taxonomique. Cette corrélation pouvait être attribuée à des différences soit cuticulaires, soit physiologiques. Cette différence d'effet du DBCP vis à vis des Dorylaimida de 1984 à 1986 est probablement à rapporter au décalage entre la première pluie de l'hivernage et le traitement nématicide, beaucoup plus important en 1986 qu'en 1984 ; les espèces de l'ordre des Dorylaimida ont pu être réactivées (éclosion des oeufs ou sortie d'anhydrobiose) et devenir alors plus sensibles au nématicide. L'étude des formes de résistance à la sécheresse des espèces de ce groupe et de leur vitesse de réactivation permettra probablement de résoudre ce problème.

1.1.2.2. Comportement du DBCP

Les résultats des essais conduits en 1985 à Touba Guèye (Baujard et al., 1986) traduisait i) la possibilité d'une "évaporation" du DBCP du sol obérant l'effet "phytostimulant" du DBCP si le semis était trop décalé par rapport au traitement nématicide (21 jours en 1985), ii) la possibilité d'une diminution de cet effet "phytostimulant" au fur et à mesure que le traitement était décalé par rapport au semis.

La confirmation de ces observations nécessitait de reconduire ces essais.

1.1.2.2.1. Décalage du semis par rapport au traitement nématicide

. Caractéristiques de l'essai

-localisation : Darou Sale, km 5, route Darou Mousty-Touba ; Nebe, km 5, route Diourbel-Gossas

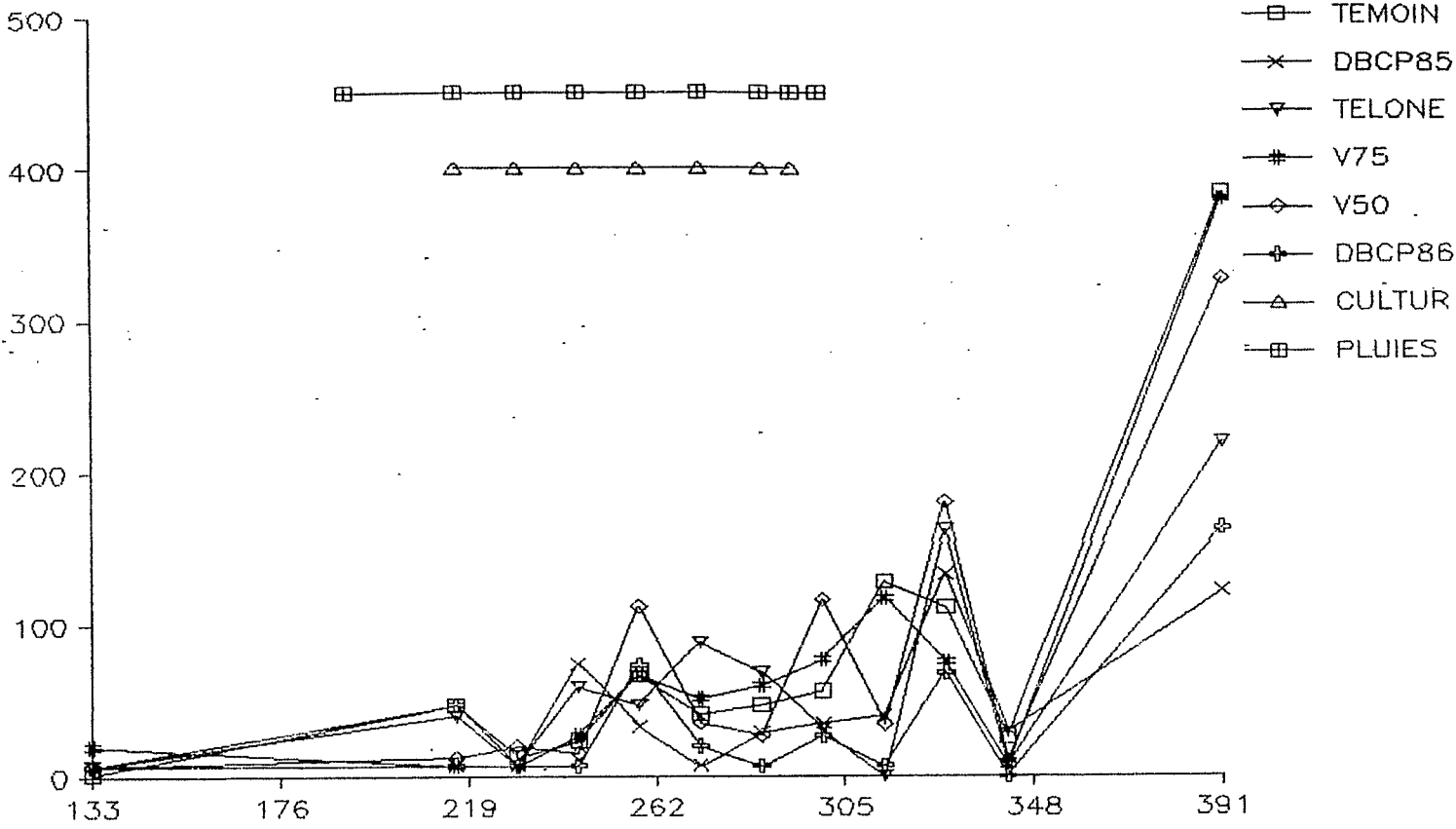
-dispositif expérimental : essai en blocs de Fisher à deux traitements (témoin et traité au DBCP à 22,5 kg/ha m.a. en dilution à 100 l/ha) et dix répétitions. Sur chaque parcelle,

Fig. 5 : évolution des taux de population à Darou Sale pendant l'hivernage 1986

- Ditylenchus sp.
- Tylenchorhynchidae
- Scutellonema cavenessi (sol et racines)
- Hoplolaimus pararobustus
- Rhabditida
- Dorylaimida

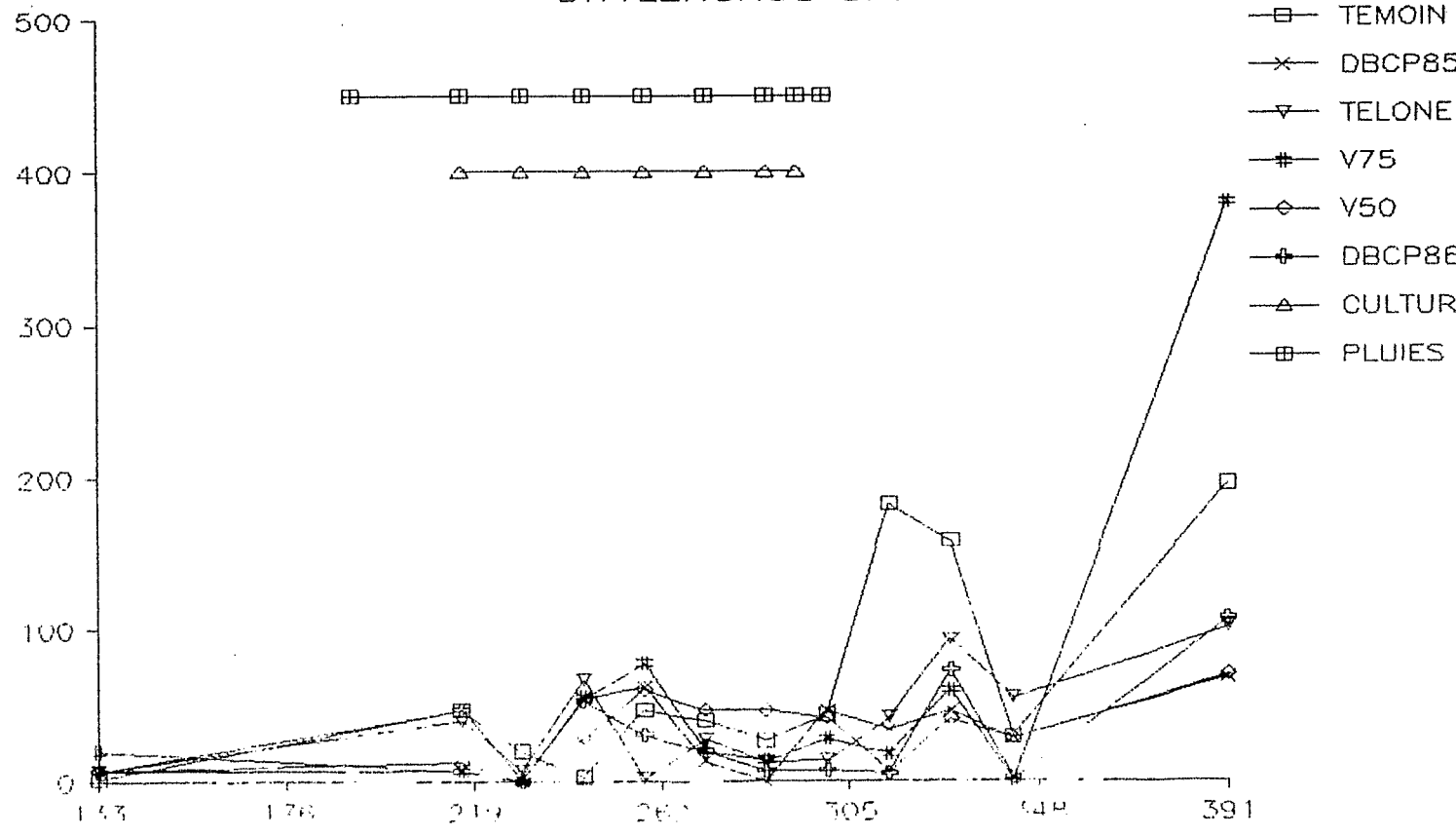
DAROU SALE - ARACHIDE

DITYLENCHUS SP.



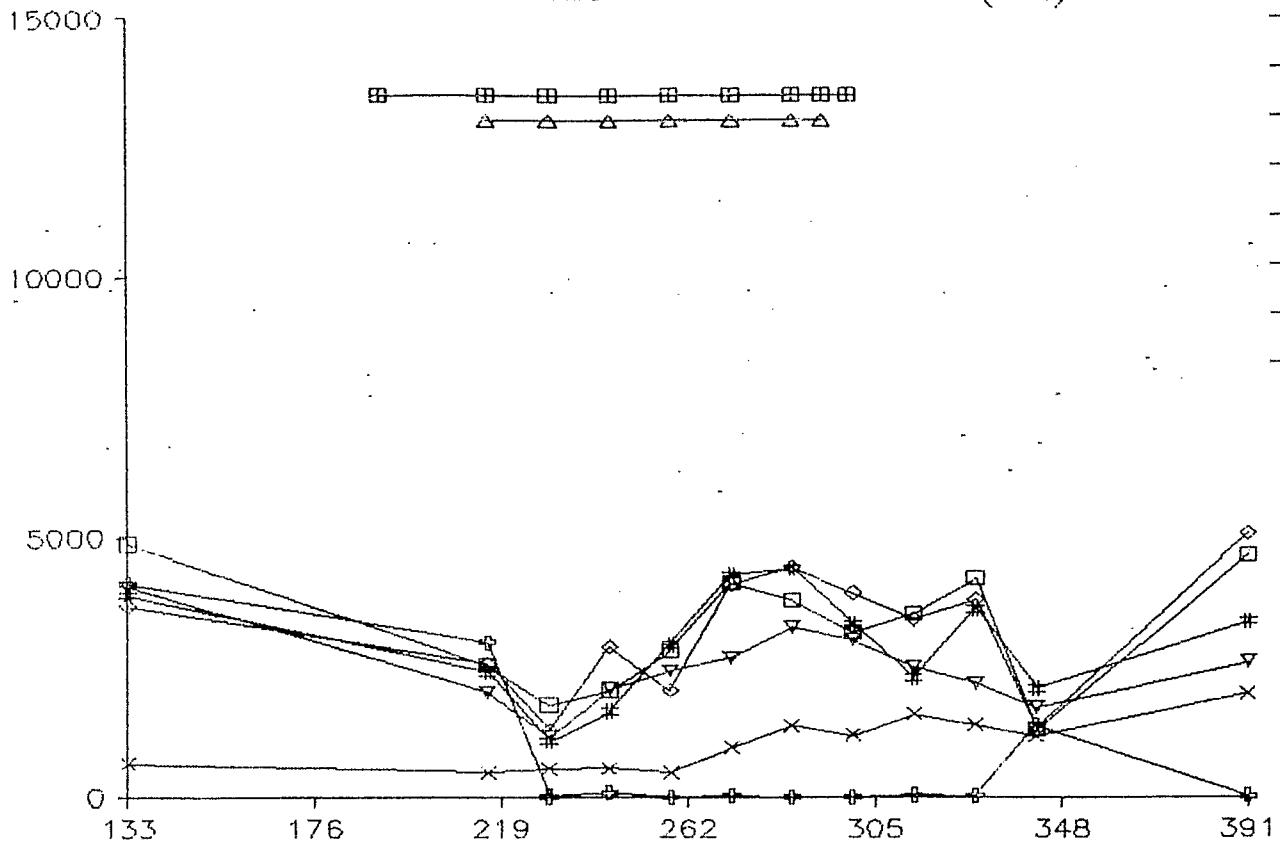
DAROU SALE - NIEBE

DITYLENCHUS SP.



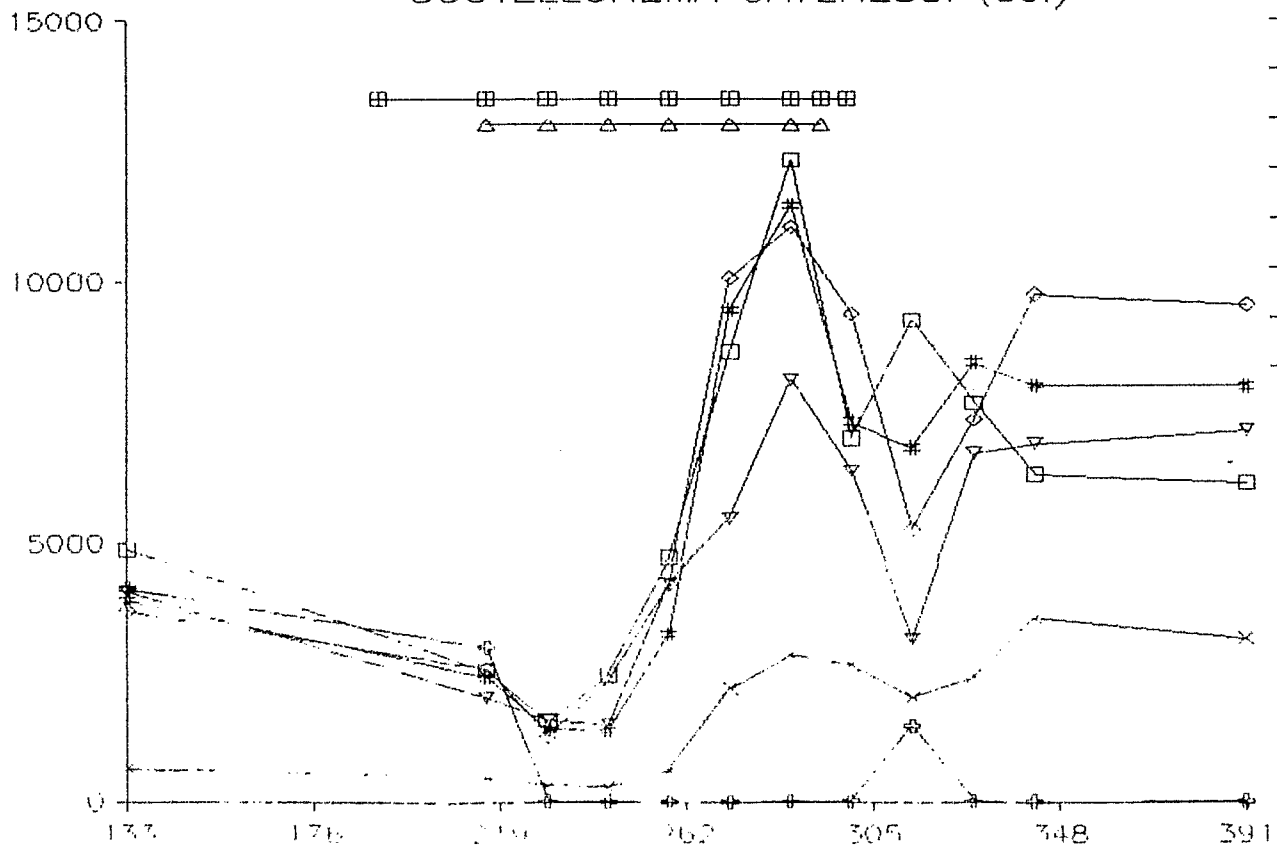
DAROU SALE - ARACHIDE

SCUTELLONEMA CAVENESSI (sol)



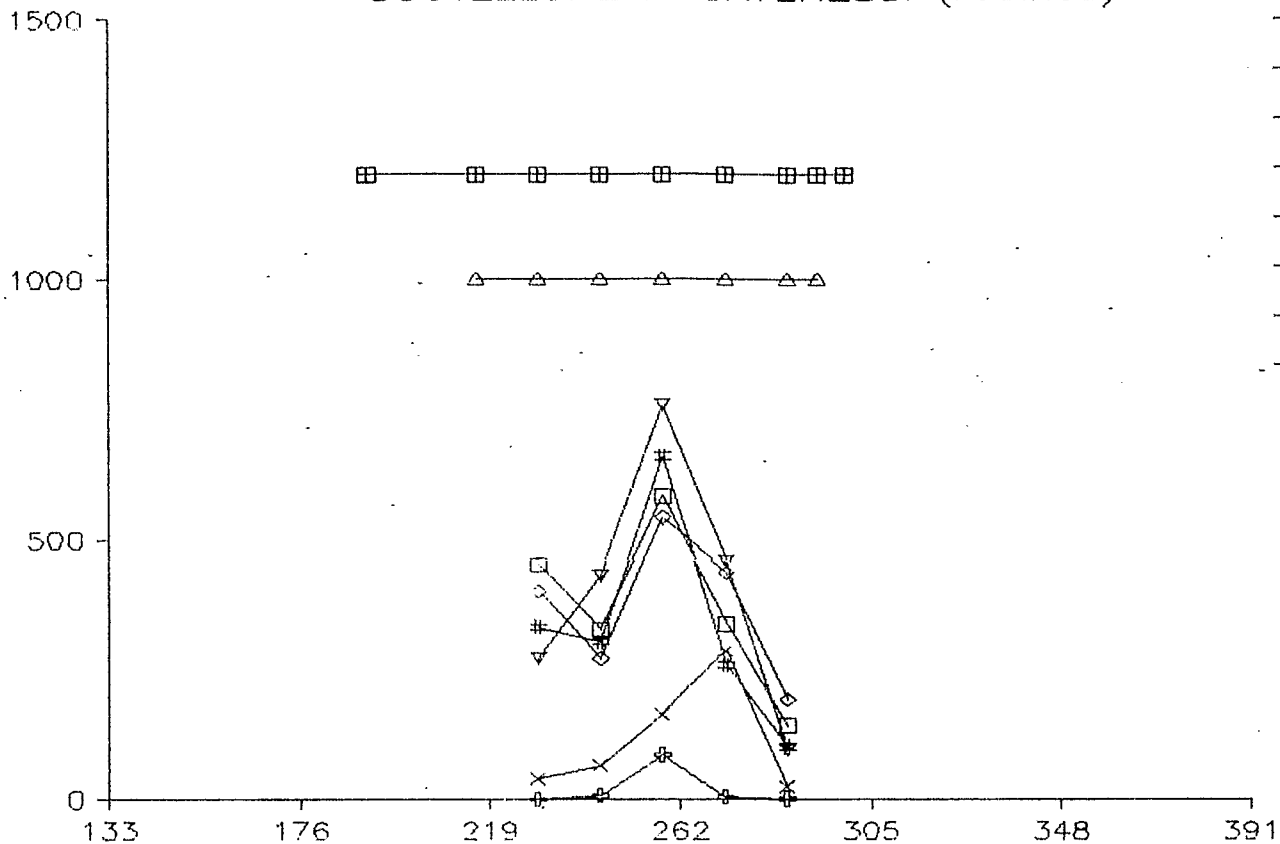
DAROU SALE - NIEBE

SCUTELLONEMA CAVENESSI (sol)



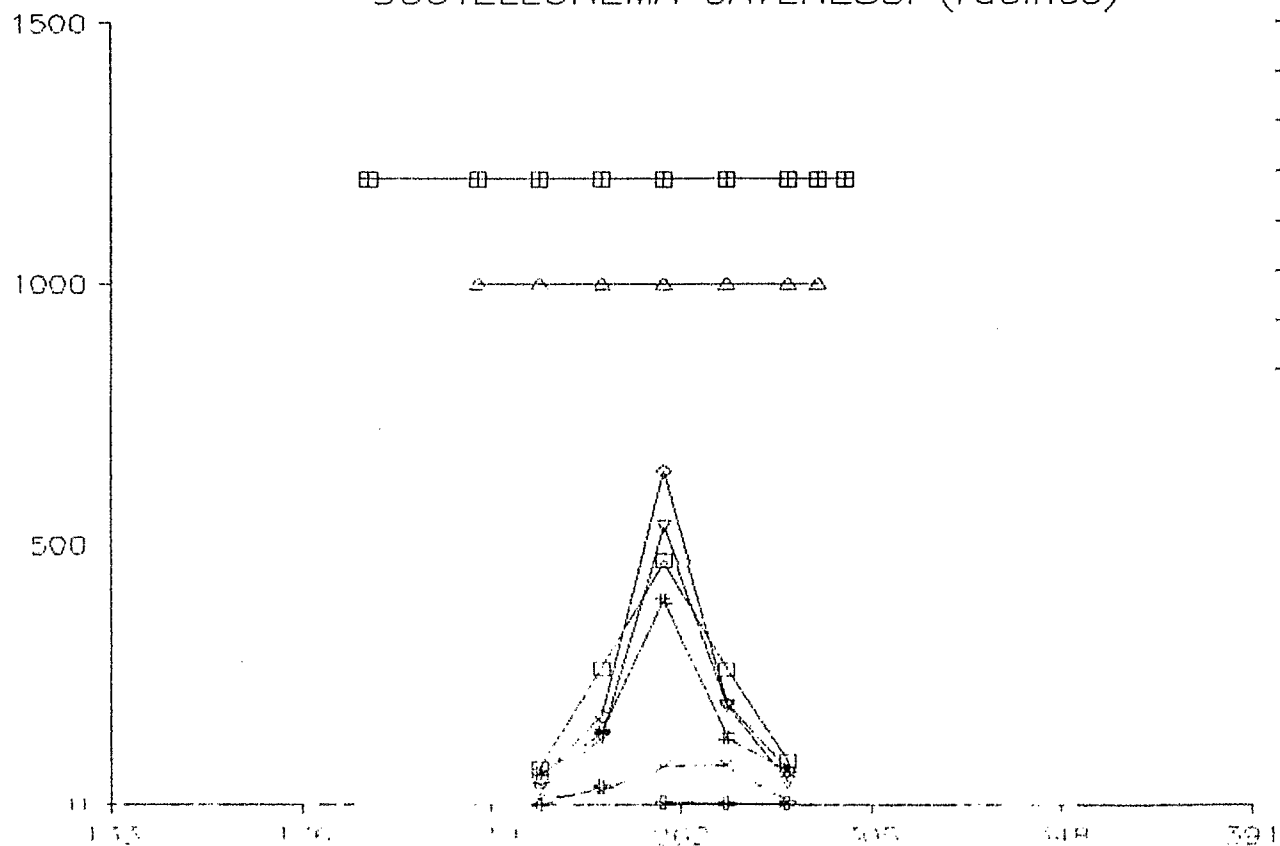
DAROU SALE - ARACHIDE

SCUTELLONEMA CAVENESSI (racines)



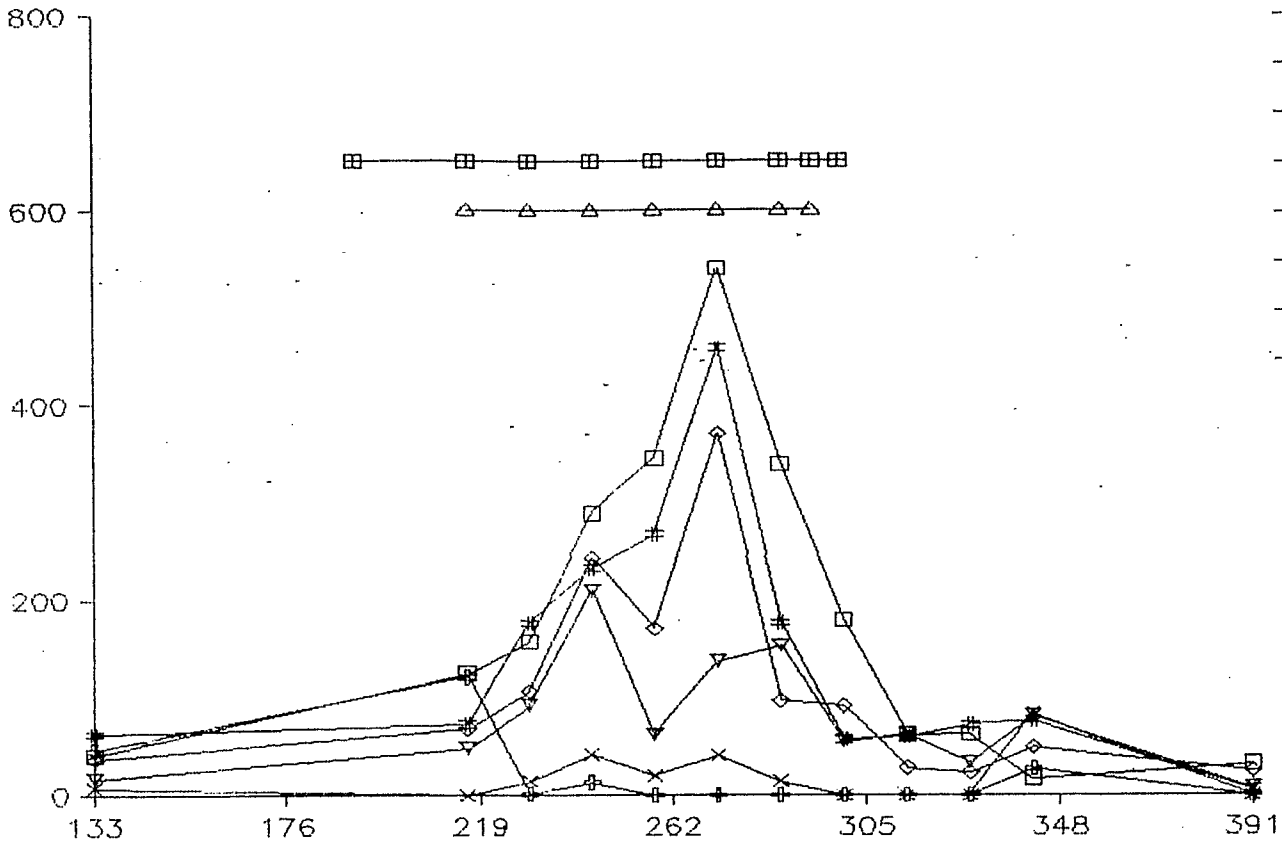
DAROU SALE - NIEBE

SCUTELLONEMA CAVENESSI (racines)



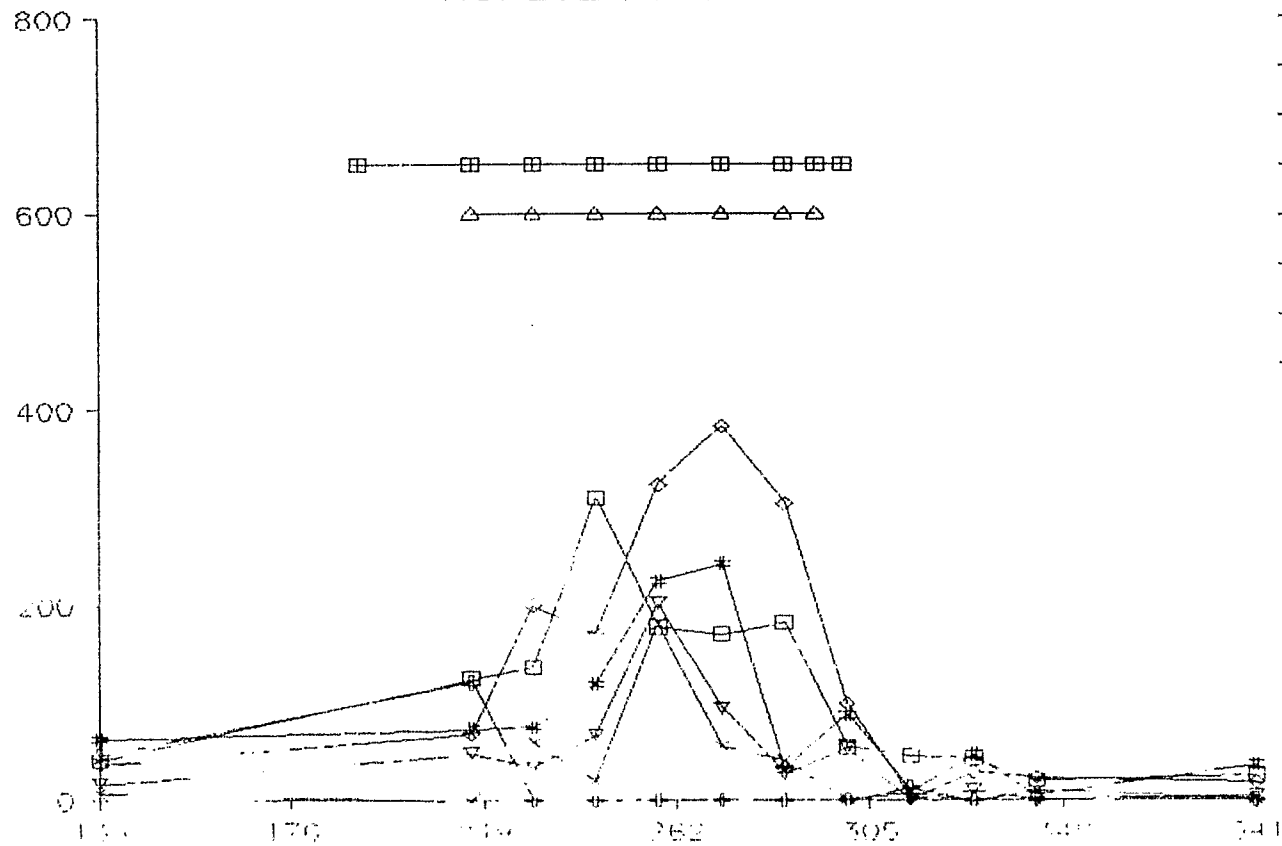
DAROU SALE - ARACHIDE

HOPLOLAIMUS PARAROBUSTUS



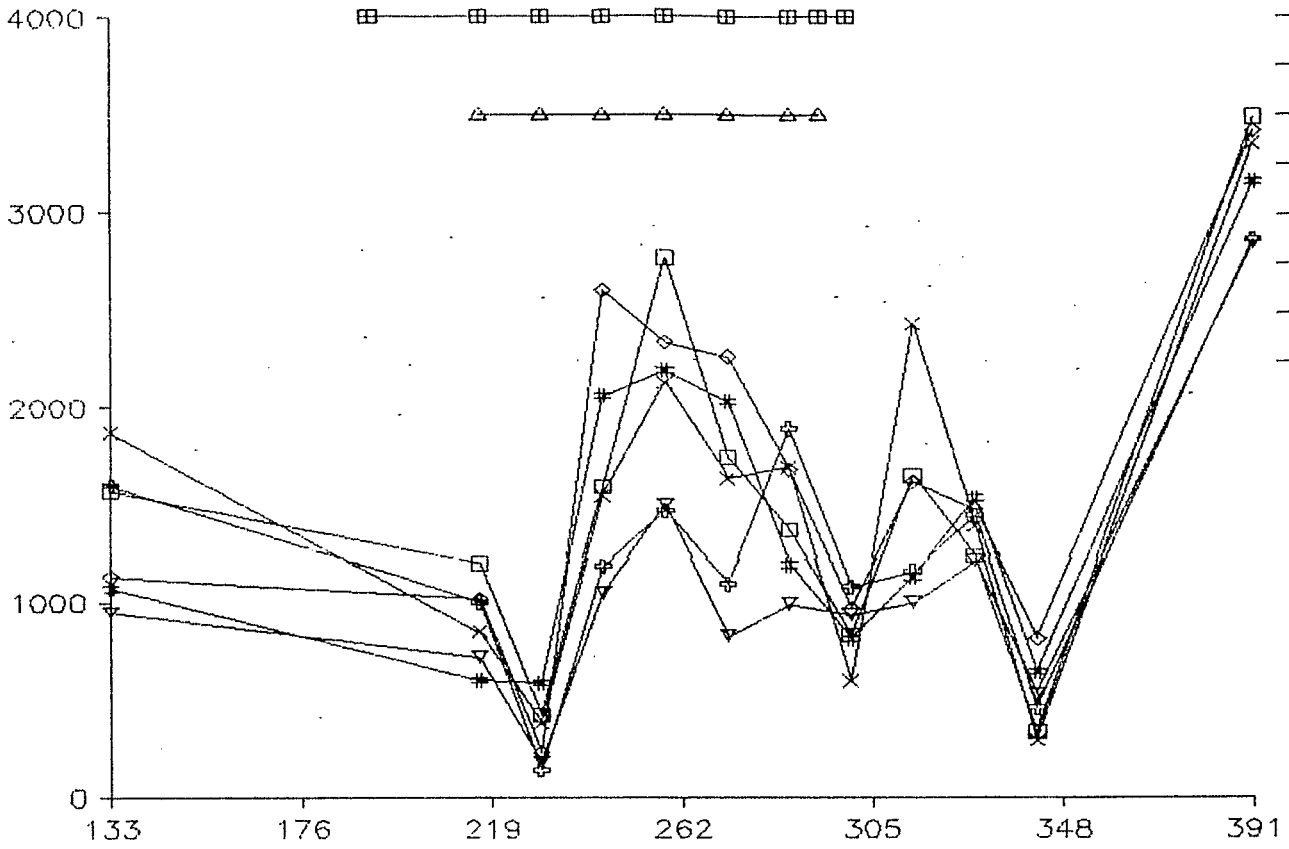
DAROU SALE - NIEBE

HOPLOLAIMUS PARAROBUSTUS



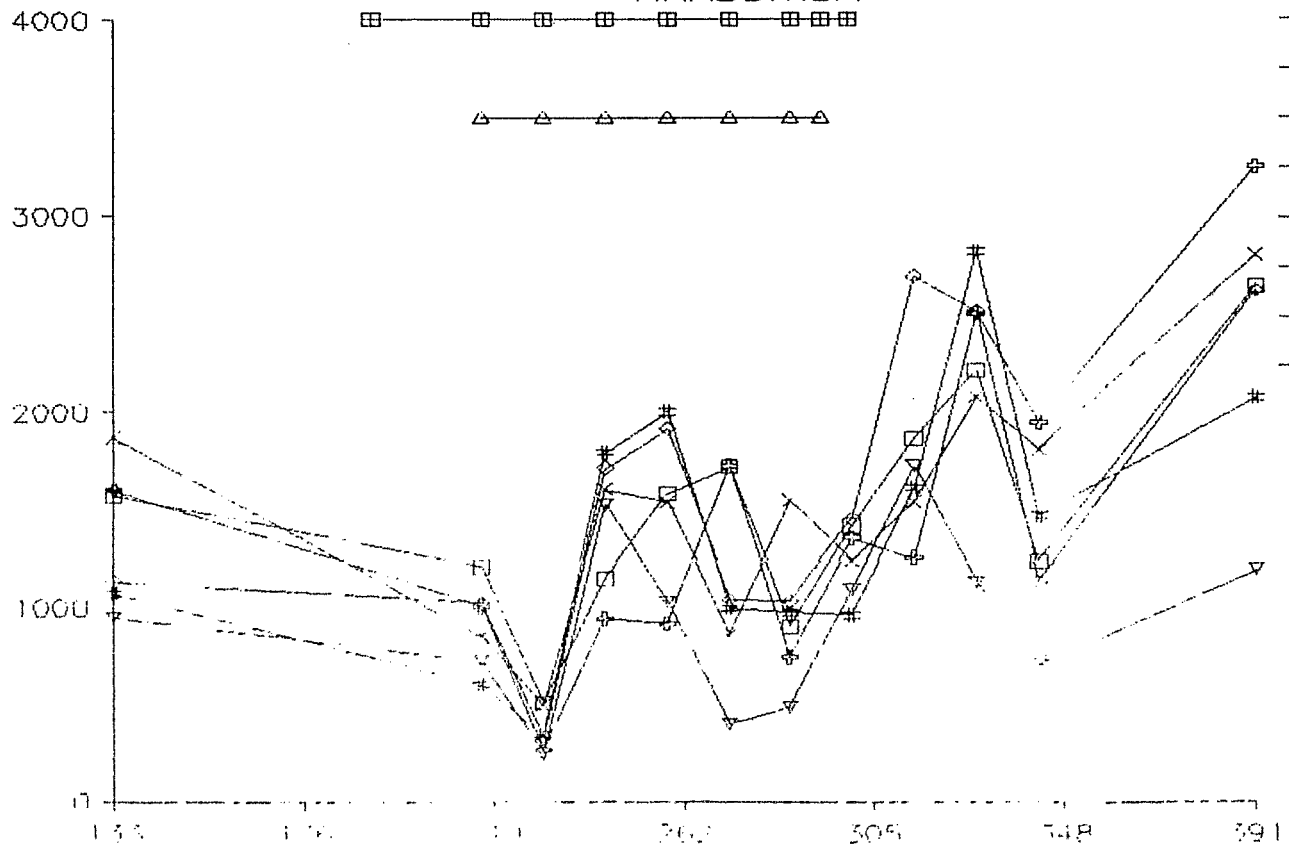
DAROU SALE - ARACHIDE

RHABDITIDA



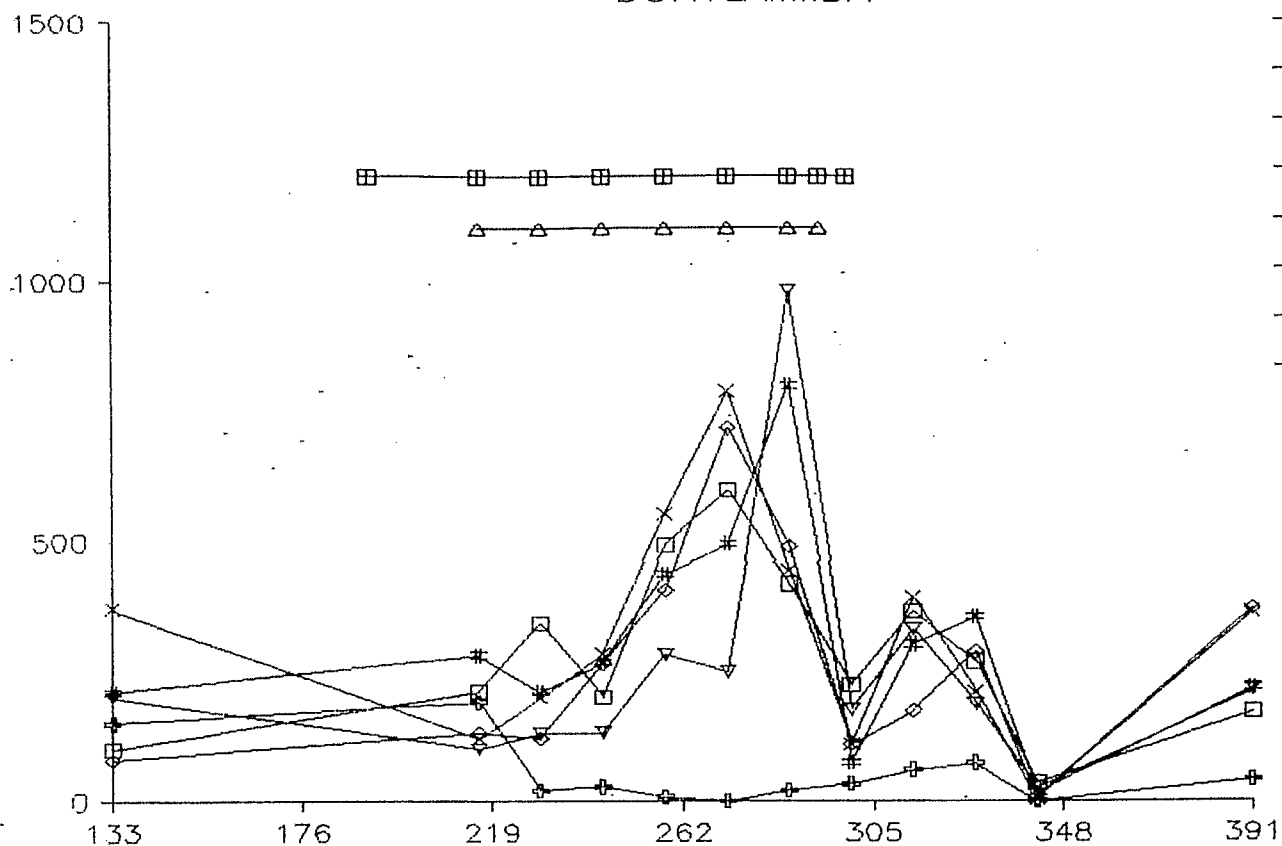
DAROU SALE - NIEBE

RHABDITIDA



DAROU SALE - ARACHIDE

DORYLAIMIDA



DAROU SALE - NIEBE

DORYLAIMIDA

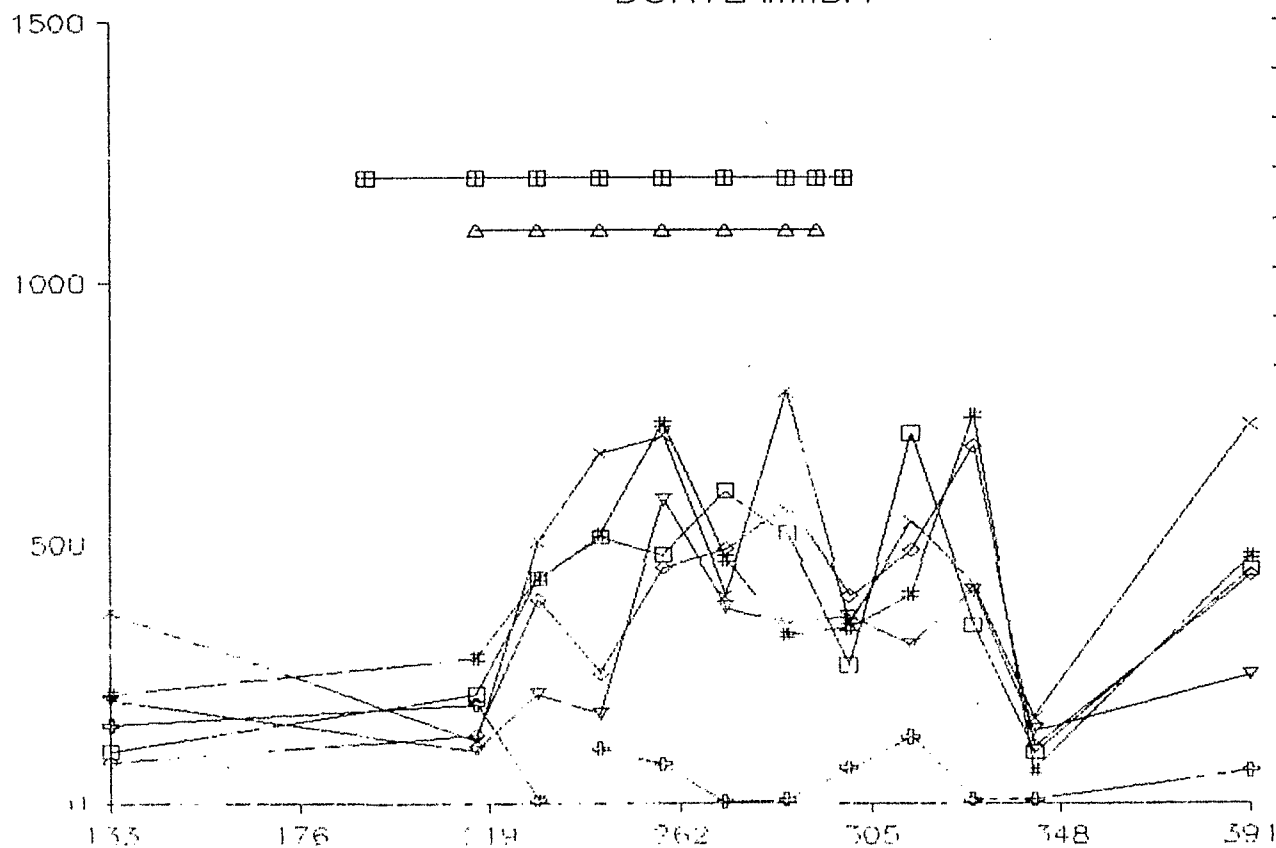
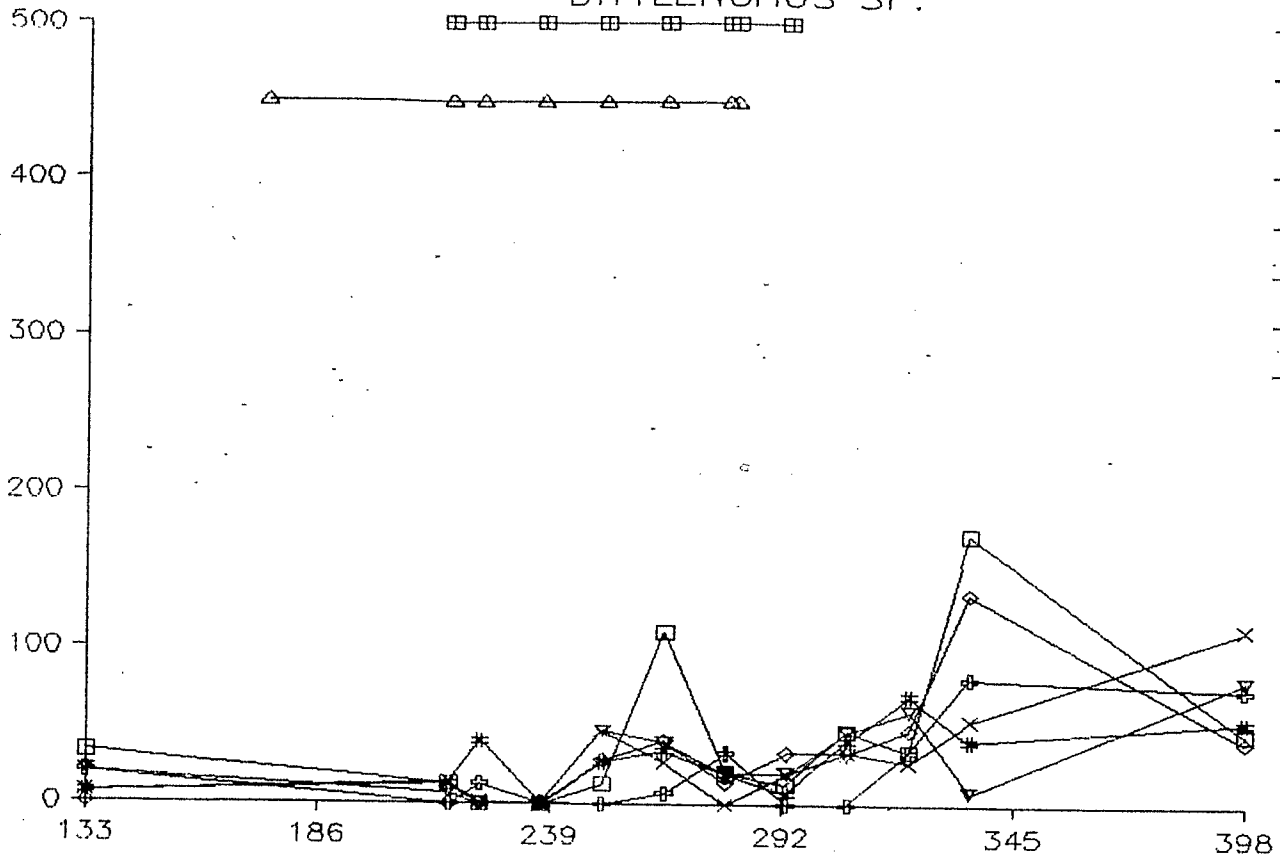


Fig. 6 : évolution des taux de populations de nématodes à Nebe pendant l'hivernage 1986

- Ditylenchus sp..
- Tylenchorhynchidae
- Scutellonema cavenessi (sol et racines)
- Hoplolaimus pararobustus
- Helicotylenchus dihystra
- Peltamigratus macbethi
- Rhabditida
- Dorylaimida

NEBE-ARACHIDE

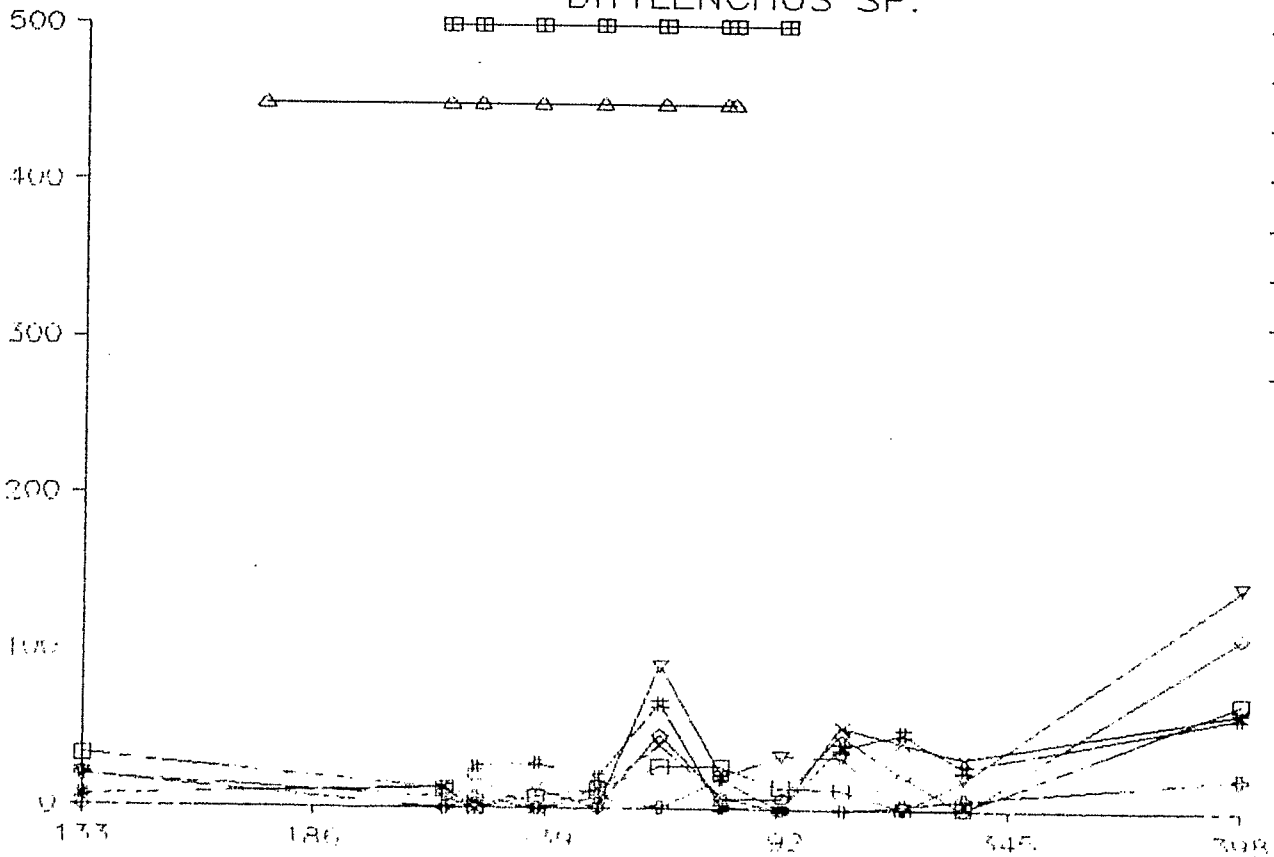
DITYLENCHUS SP.



- TEMOIN
- × DBCP85
- ▽ TELONE
- ⊛ V75
- ◇ V50
- ⊕ DBCP86
- △ PLUIES
- ⊞ CULTU.

NEBE-NIEBE

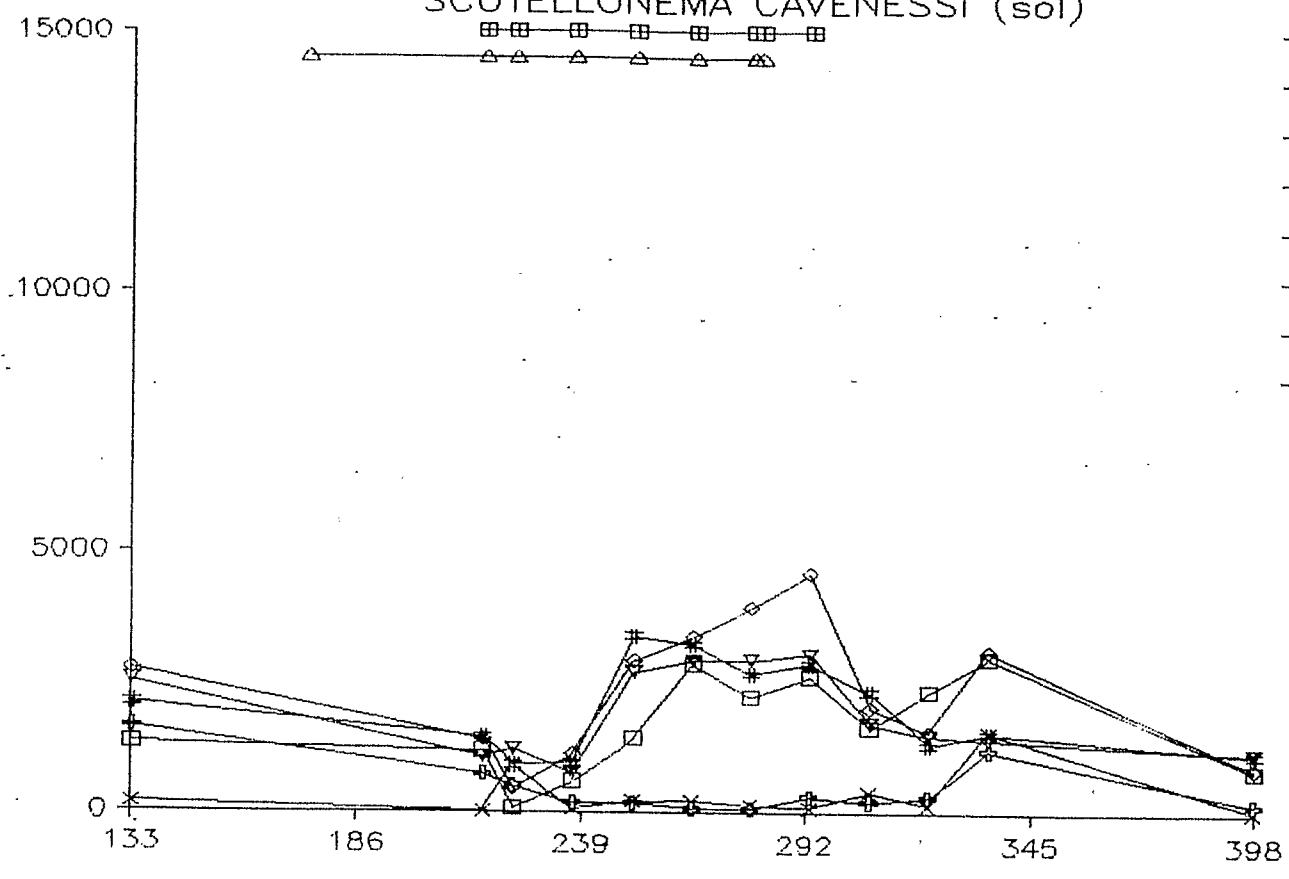
DITYLENCHUS SP.



- TEMOIN
- × DBCP85
- ▽ TELONE
- ⊛ V75
- ◇ V50
- ⊕ DBCP86
- △ PLUIES
- ⊞ CULTU.

NEBE-ARACHIDE

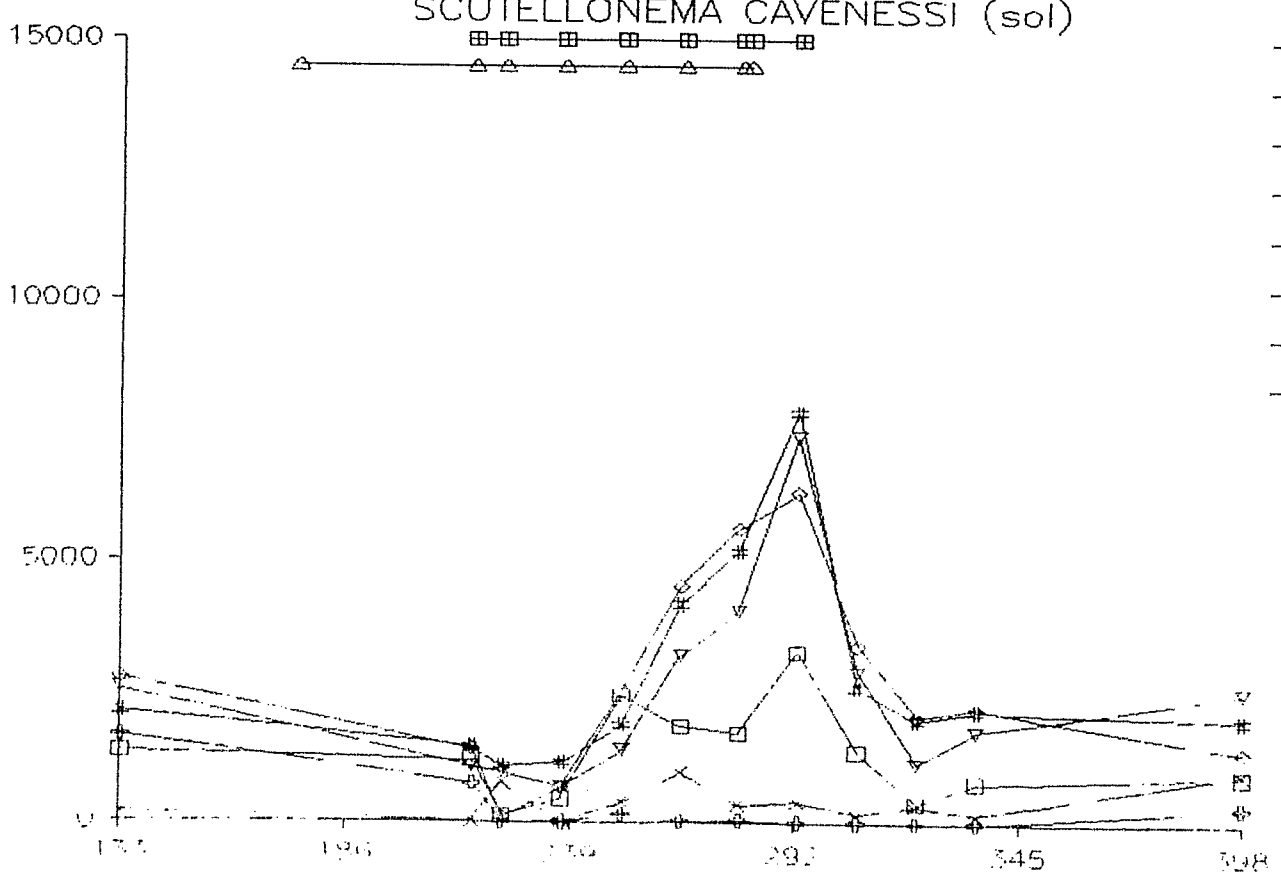
SCUTELLONEMA CAVENESSI (sol)



- TEMOIN
- x— DBCP85
- v— TELONE
- #— V75
- ◇— V50
- +— DBCP86
- △— PLUIES
- CULTU.

NEBE-NIEBE

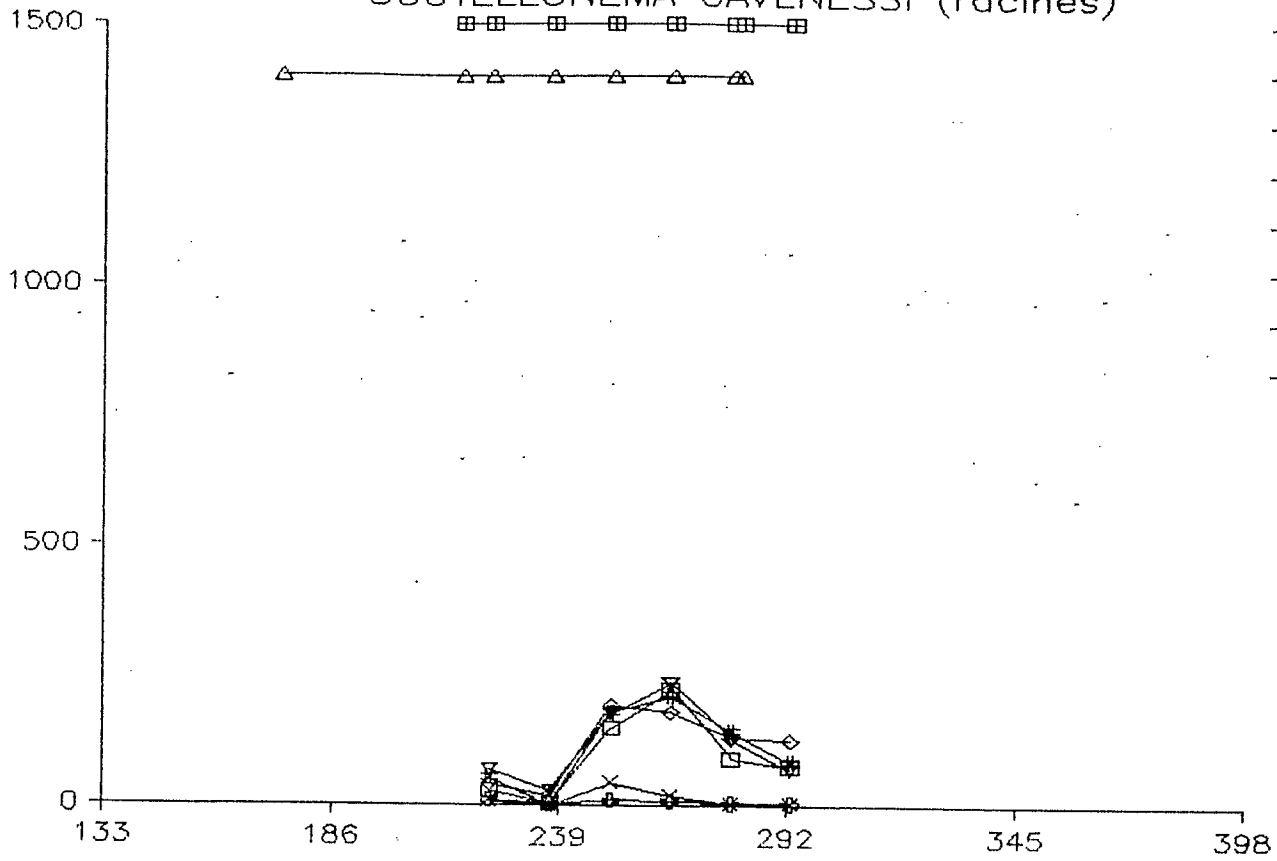
SCUTELLONEMA CAVENESSI (sol)



- TEMOIN
- x— DBCP85
- v— TELONE
- #— V75
- ◇— V50
- +— DBCP86
- △— PLUIES
- CULTU.

NEBE-ARACHIDE

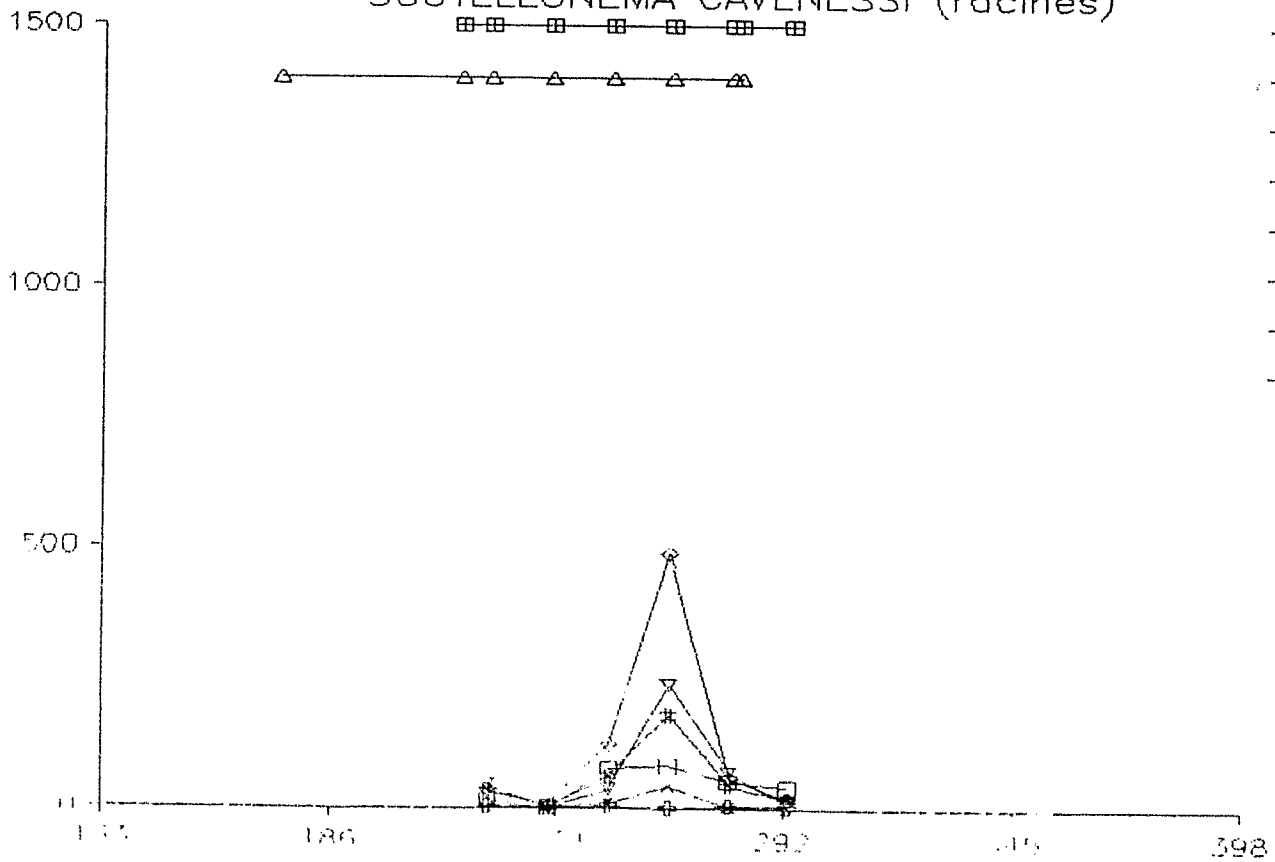
SCUTELLONEMA CAVENESSI (racines)



- TEMOIN
- × DBCP85
- ▽ TELONE
- # V75
- ◇ V50
- ◆ DBCP86
- △ PLUIES
- ▣ CULTU.

NEBE-NIEBE

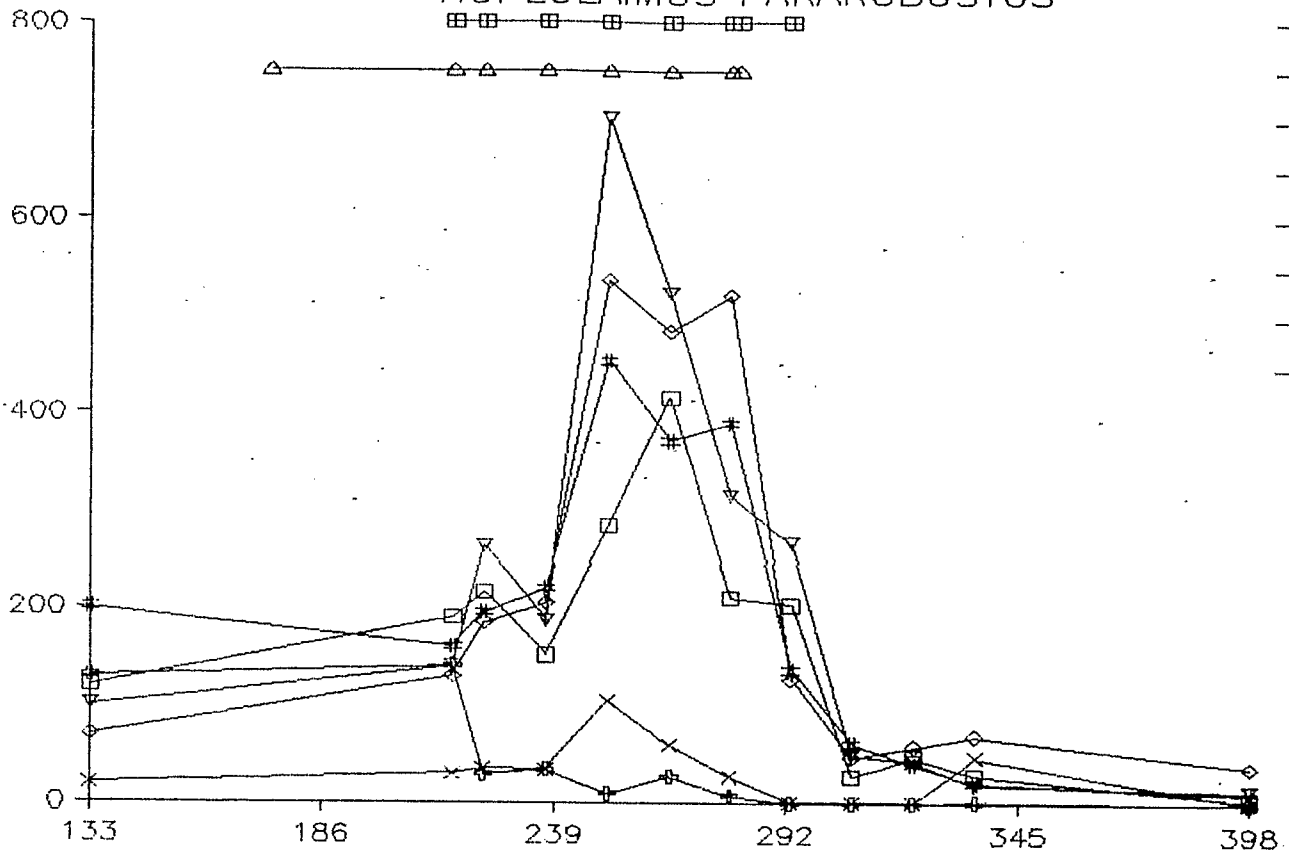
SCUTELLONEMA CAVENESSI (racines)



- TEMOIN
- × DBCP85
- ▽ TELONE
- # V75
- ◇ V50
- ◆ DBCP86
- △ PLUIES
- ▣ CULTU.

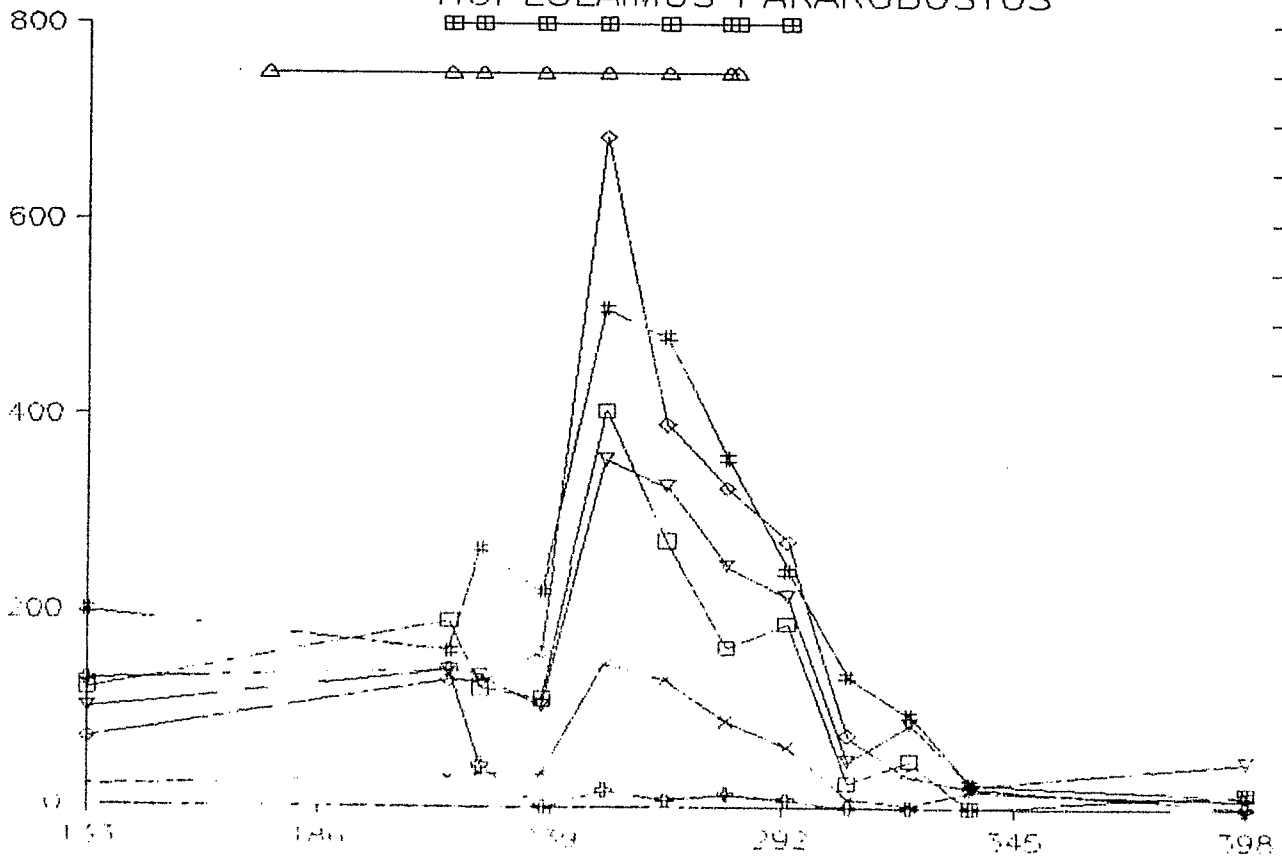
NEBE-ARACHIDE

HOPLOLAIMUS PARAROBUSTUS

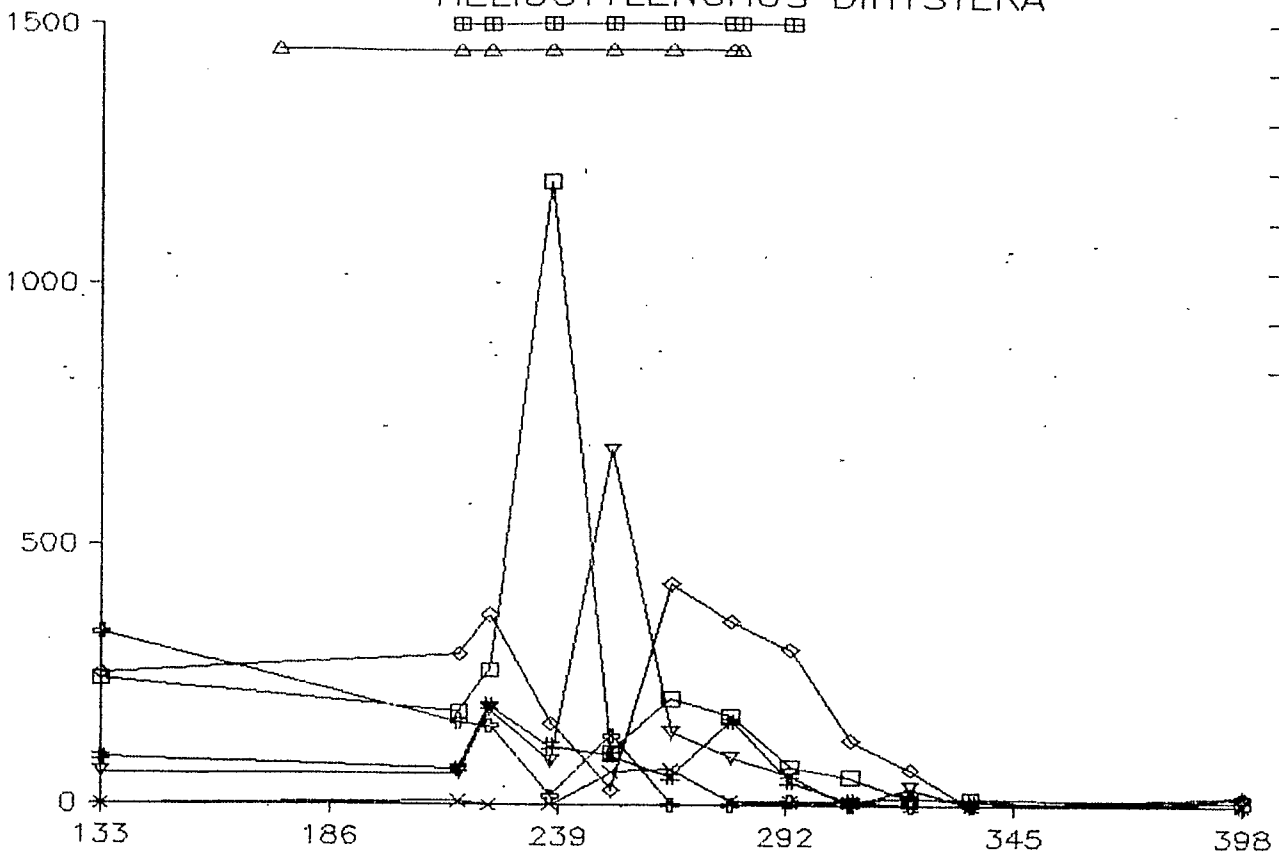


NEBE-NIEBE

HOPLOLAIMUS PARAROBUSTUS

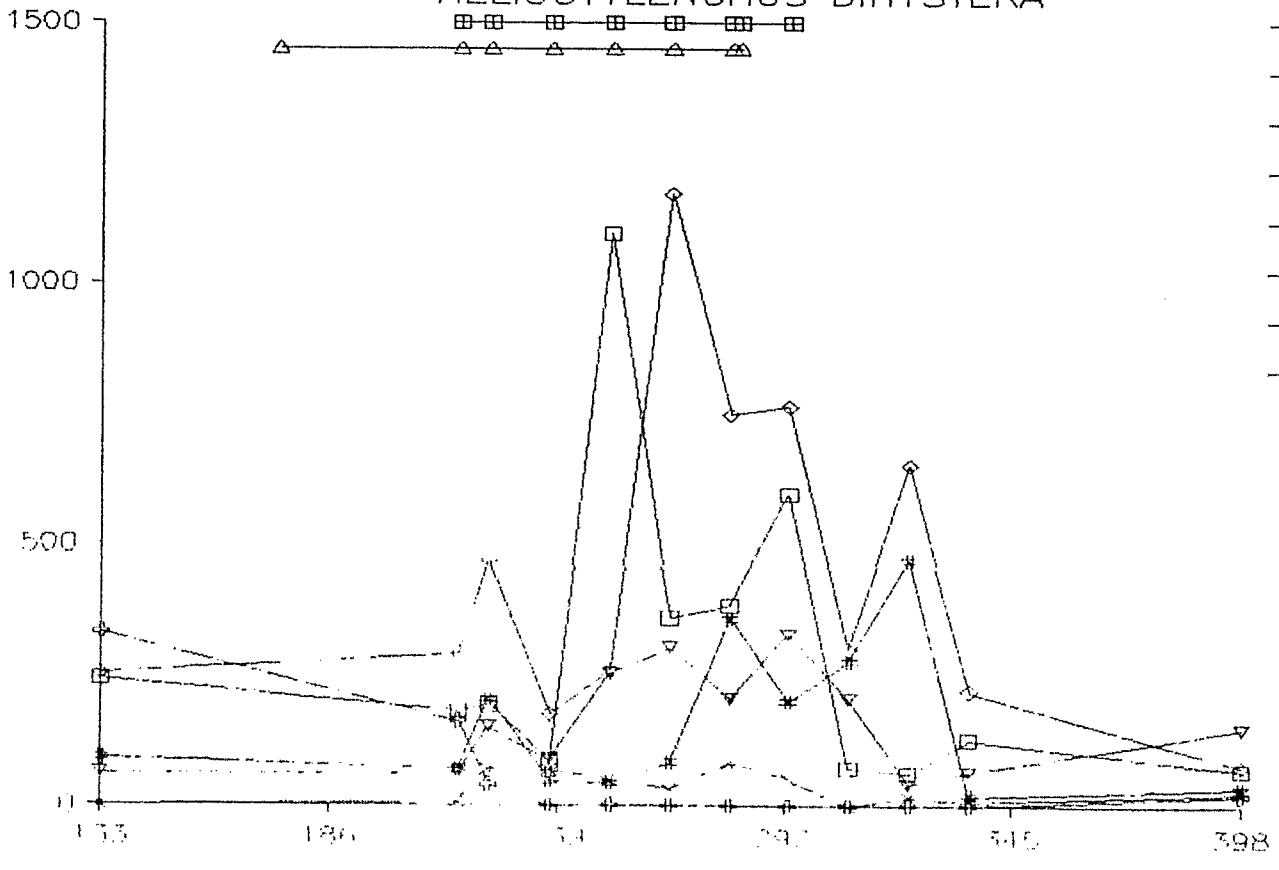


NEBE-ARACHIDE HELICOTYLENCHUS DIHYSTERA



- TEMOIN
- × DBCP85
- ▽ TELONE
- # V75
- ◇ V50
- ⊕ DBCP86
- △ PLUIES
- ▣ CULTU.

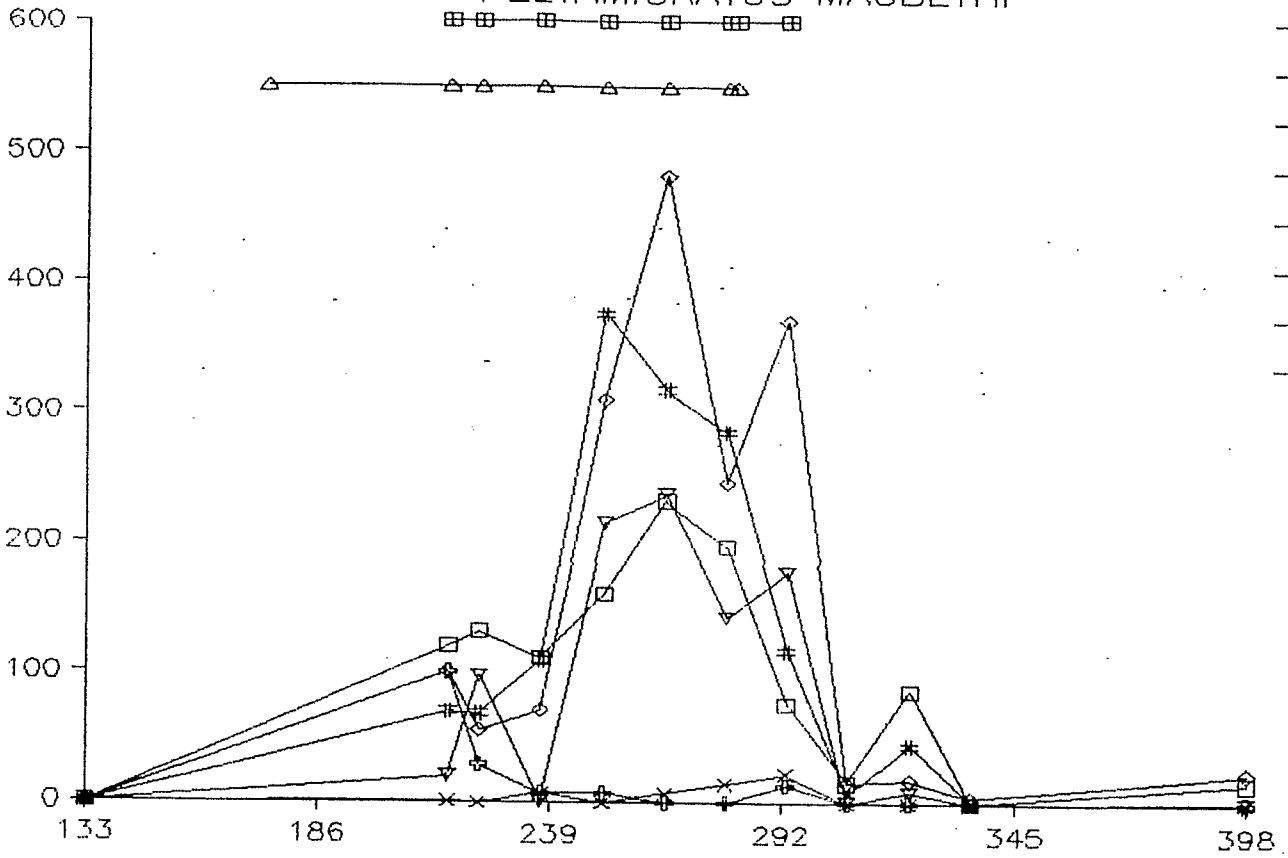
NEBE-NIEBE HELICOTYLENCHUS DIHYSTERA



- TEMOIN
- × DBCP85
- ▽ TELONE
- # V75
- ◇ V50
- ⊕ DBCP86
- △ PLUIES
- ▣ CULTU.

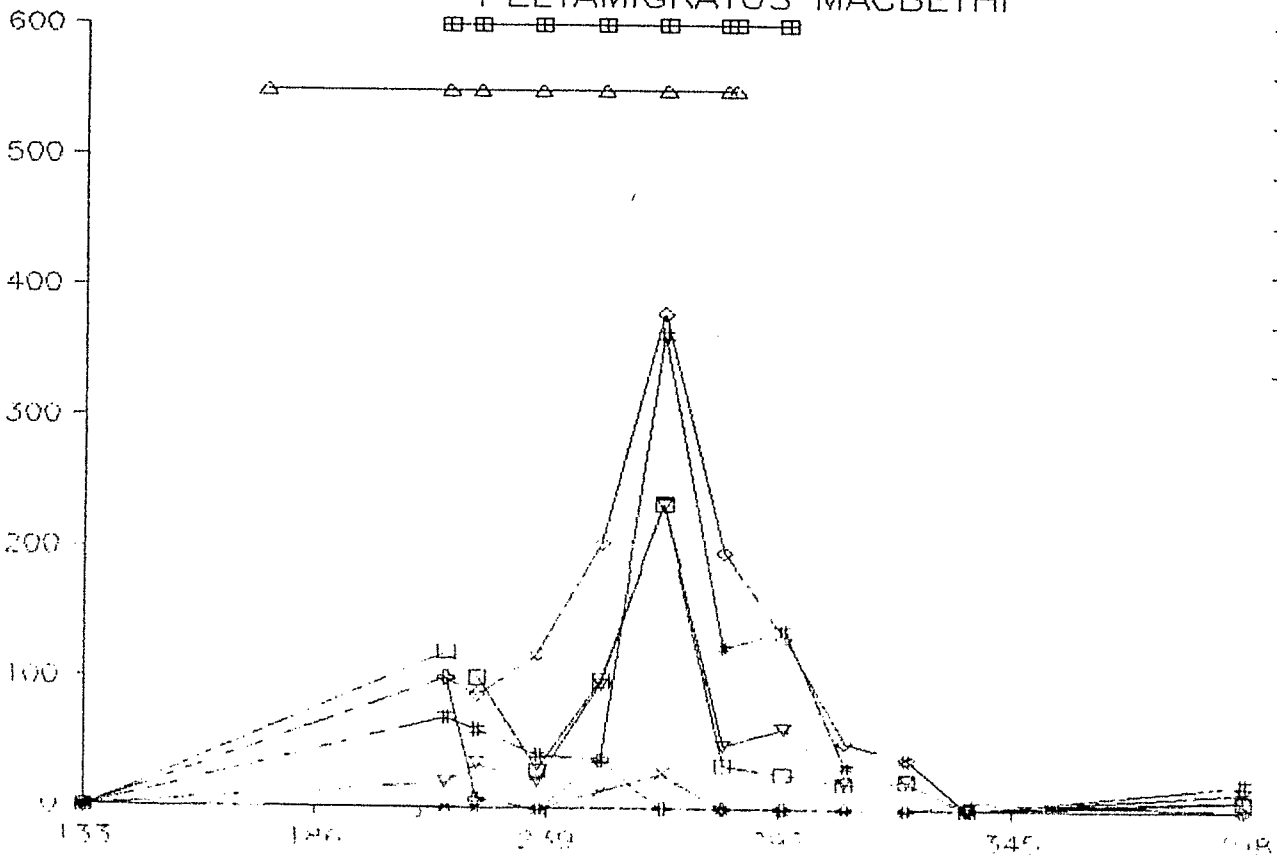
NEBE-ARACHIDE

PELTAMIGRATUS MACBETHI



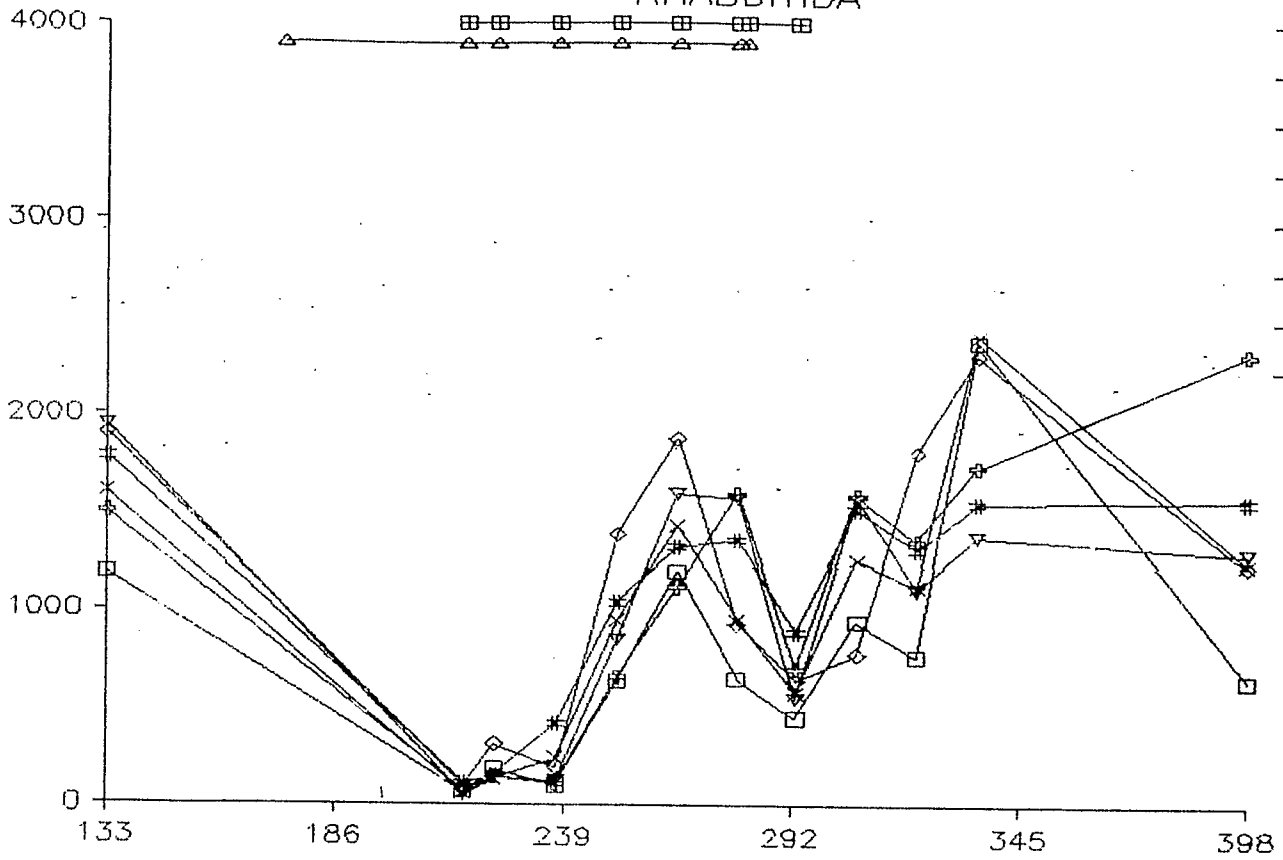
NEBE-NIEBE

PELTAMIGRATUS MACBETHI



NEBE-ARACHIDE

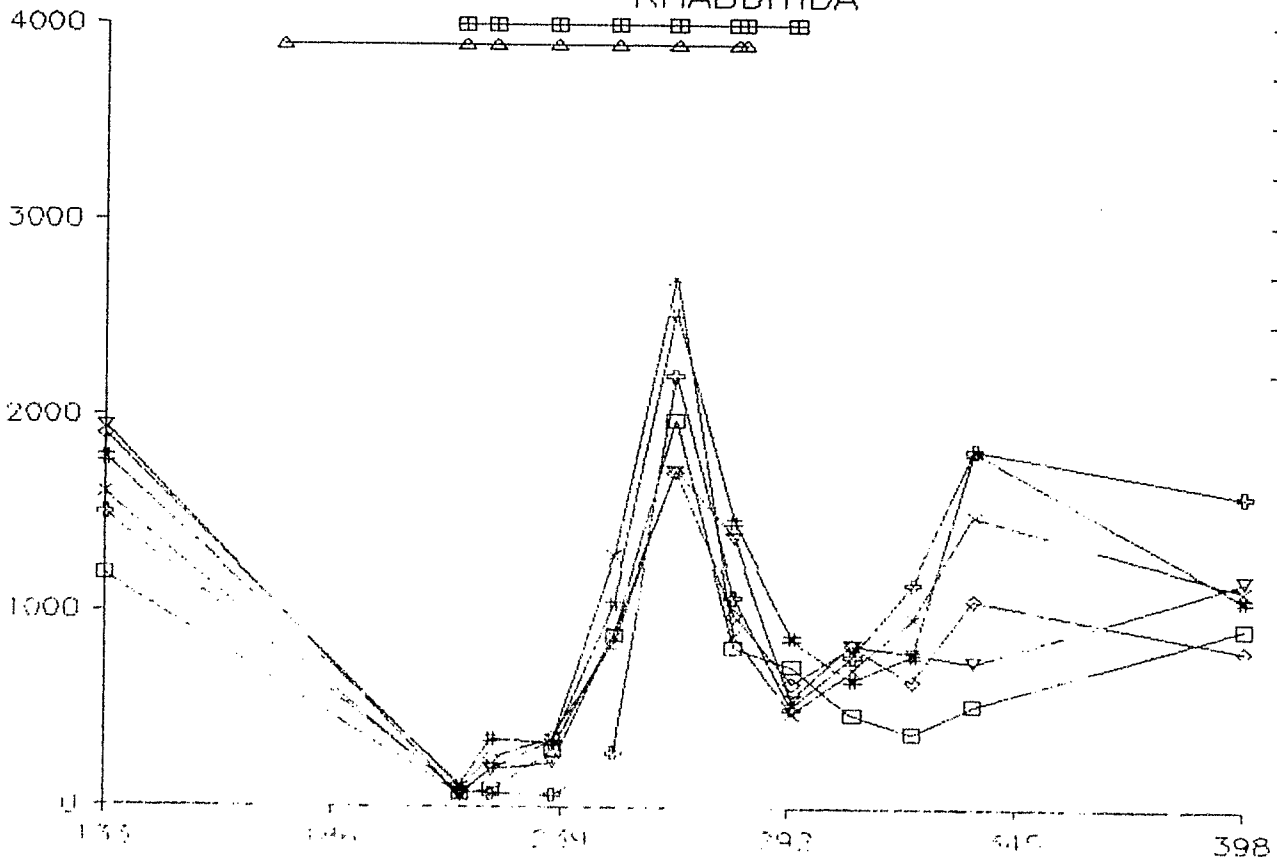
RHABDITIDA



- TEMOIN
- × DBCP85
- ▽ TELONE
- # V75
- ◇ V50
- ◆ DBCP86
- △ PLUIES
- ▣ CULTU.

NEBE-NIEBE

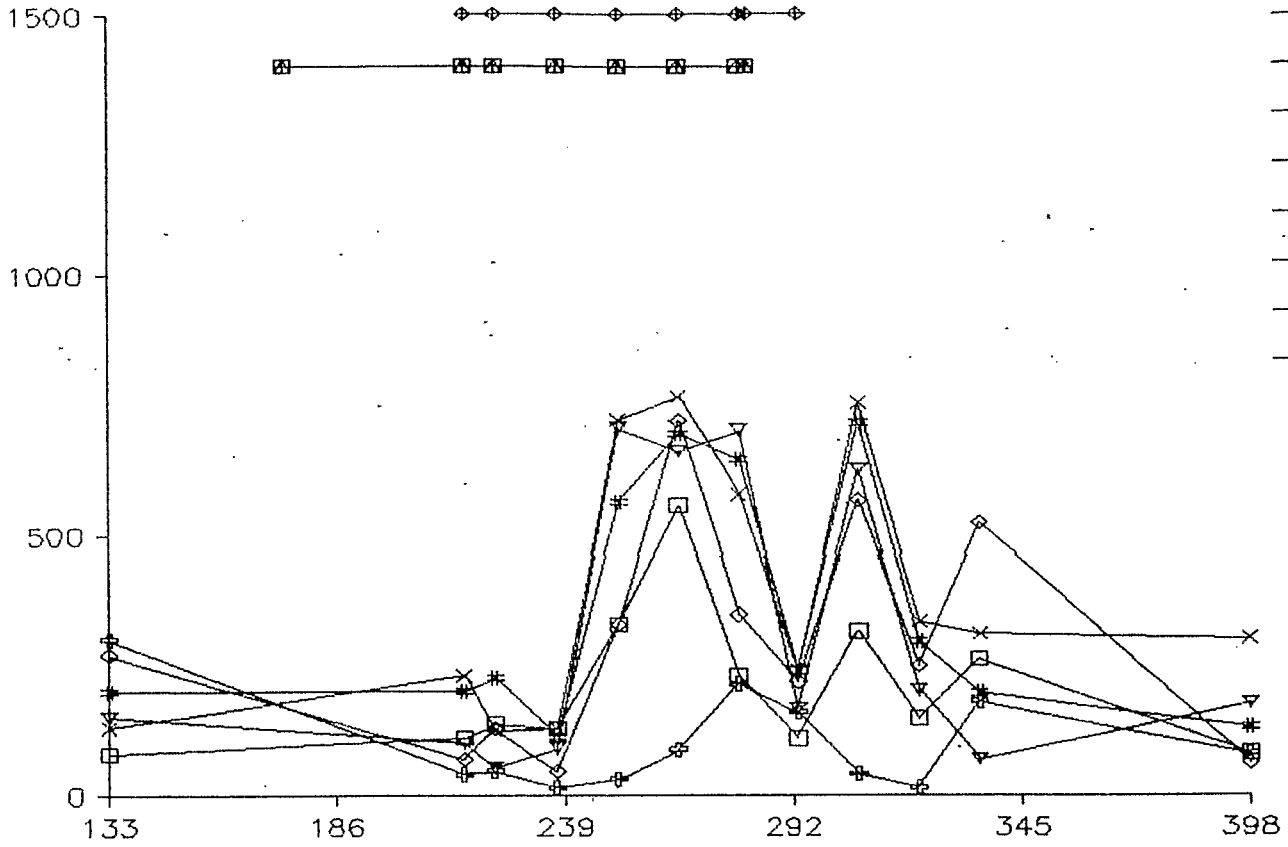
RHABDITIDA



- TEMOIN
- × DBCP85
- ▽ TELONE
- # V75
- ◇ V50
- ◆ DBCP86
- △ PLUIES
- ▣ CULTU.

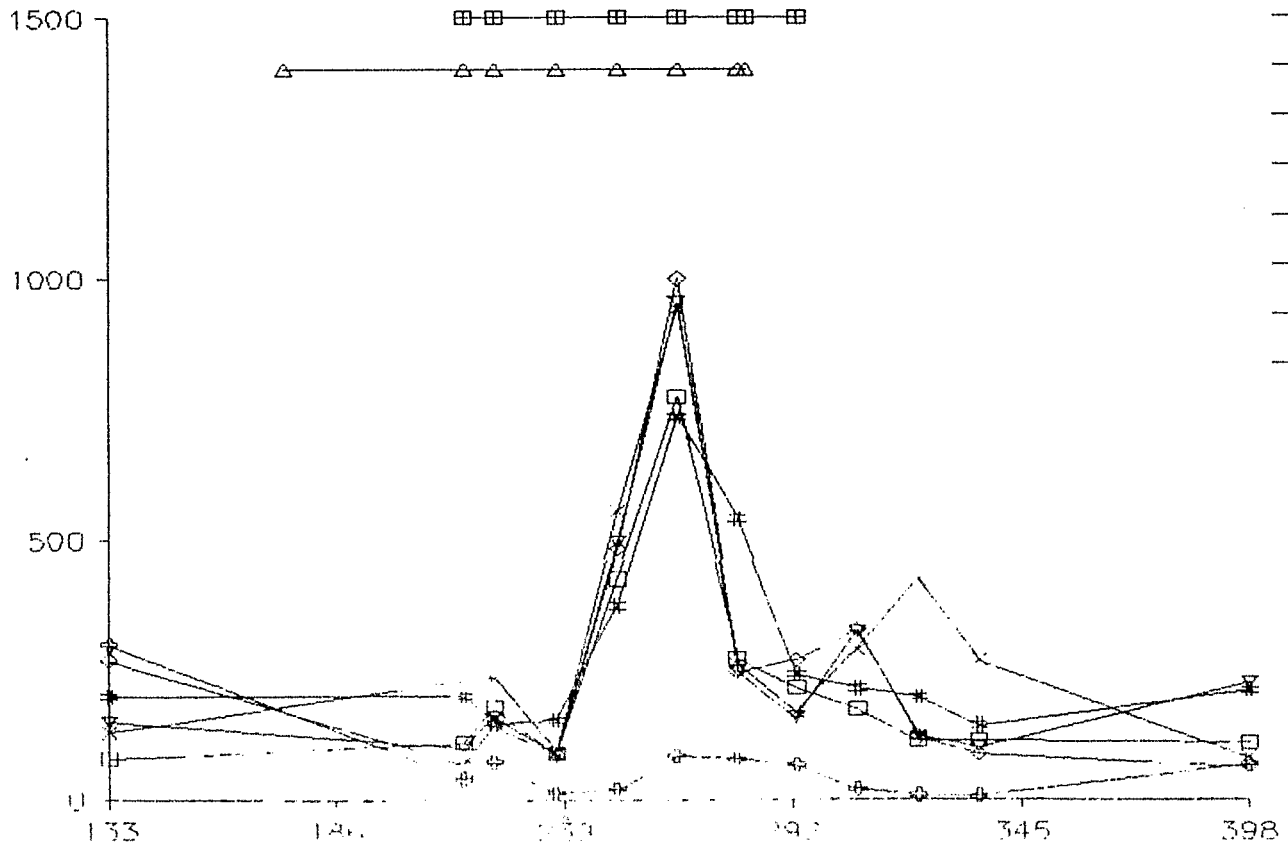
NEBE-ARACHIDE

DORYLAIMIDA



NEBE-NIEBE

DORYLAIMIDA



dix lignes sont semées tous les deux jours à compter du jour du traitement nématicide et ce pendant 20 jours. Surface parcellaire = 10 m² (Darou Sale) et 20 m² (Nebe) ; allées de 1 m de large non cultivées ; surface totale = 400 m² (Darou Sale), 650 m² (Nebe)

-précédent cultural : jachère

-semis : arachide cv 55-437 semée à 45x15 cm

-fertilisation : 6N-20P-10K à la dose de 150 kg/ha

-moyens : semis et fertilisation réalisés manuellement.

Traitement nématicide réalisé à l'injecteur à traction animale à 15 cm de profondeur. Analyses nématologiques des populations telluriques par élutriation de 250 cm³ de sol provenant de trois échantillons prélevés au hasard dans chaque parcelle et soigneusement mélangés. Récolte effectuée ligne par ligne à la même date pour toutes les dates de semis.

-calendrier des opérations (tableau 4)

-pluviométrie : 251 mm en 22 jours à Darou Sale, 325 mm en 36 jours à Nebe.

TABLEAU 4 : CALENDRIER DES OPERATIONS

	DAROU SALE	NEBE
	=====	=====
traitements nématicides	03.08.86	04.08.86
semis J0	03.08.86	04.08.86
J2	05.08.86	06.08.86
J4	07.08.86	08.08.86
J6	09.08.86	10.08.86
J8	11.08.86	12.08.86
J10	13.08.86	14.08.86
J12	15.08.86	16.08.86
J14	17.08.86	18.08.86
J16	19.08.86	20.08.86
fertilisation	01.09.87	01.09.87
récolte	16.10.86	20.10.86
analyses nématologiques	07.01.87	12.01.87

. Résultats (tableau 5) et discussion :

Deux constatations s'imposent : il existe une différence considérable dans les augmentations des rendements entre Nebe et Darou Sale ; alors que sur le premier site, le rapport moyen traité/non traité est de 59% pour les fanes et de 99,8% pour les gousses, sur le deuxième site ce rapport est de 19,7% pour les fanes et de 21,2% pour les gousses. Nous venons plus loin que cette différence est probablement imputable à la nature du sol (cf. 1.1.2.3.).

La deuxième constatation concerne la variation importante des augmentations enregistrées au fur et à mesure que l'on décale le semis. Il ne nous est pas possible d'explicitier cette variation à l'heure actuelle ; l'hypothèse émise l'année précédente sur la disparition de l'effet du DBCP (constatée lorsque le semis est fortement décalé (21 jours) par rapport au traitement nématicide) est infirmée.

TABLEAU 5 : EFFETS DU DECALAGE DU SEMIS PAR RAPPORT AU TRAITEMENT NEMATICIDE SUR LES RENDEMENTS DE L'ARACHIDE (*=différence statistiquement significative au seuil de 5% ; T=traité au nématocide ; NT=non traité ; T/NT=rapport des rendements du traité au non traité)

RENDEMENTS PARCELLAIRES						
=====						
	FANES (kg)			GOUSSES (kg)		
	T	NT	T/NT	T	NT	T/NT
NEBE=====						
J0	301.39	170.49	176.8*	235.54	122	193.1*
J2	288.81	166.71	173.2*	240.09	124.53	192.8*
J4	298.64	160.63	185.9*	209.29	98.95	211.5*
J6	292.2	147.99	197.4*	196.56	74.08	265.3*
J8	178.49	126.56	141*	42.54	28.2	150.9*
J10	217.37	159.78	136*	50.93	26.36	193.2*
J12	238.83	172.61	138.4*	55.14	27.22	202.6*
J14	202.92	121.73	166.7*	49.5	19.47	254.2*
J16	219.52	153	143.5*	52.54	24.97	210.4*
J18	171.16	113.2	151.2*	32.04	16.74	191.4*
J20	148.99	104.48	142.6*	24.24	18.32	132.3*
DAROU SALE=====						
J0	567.1	450.67	125.8*	318.16	249.1	127.7*
J2	422.25	368.13	114.7	207.01	184.54	112.2
J4	403.07	359.85	112	176.01	156.55	112.4
J6	481.19	412.31	116.7	163.96	158.83	103.2
J8	401.6	325.5	123.4*	116.67	106.46	109.6
J10	383.39	340.79	112.5	88.48	94.9	93.2
J12	408.42	327	124.9*	100.66	85.56	117.6
J14	415.11	344.51	120.5*	110.83	90.8	122.1
J16	439.02	361.55	121.4*	115.15	86.51	133.1*
J18	400.41	337.41	118.7	106.24	76.3	139.2*
J20	295.04	234	126.1	55.54	34.08	163*

1.1.2.2.2. Décalage du traitement nématocide par rapport au semis

. Caractéristiques de l'essai :

-localisation : Darou Sale, km 5, route Darou Mousty-Toubà ; Nebe, km 5, route Diourbel-Gossas

-dispositif expérimental : essai en carré latin à six traitements (témoin non traité, DBCP à la dose de 22,5 kg/ha m.a. en dilution à 100 l/ha injecté le jour du semis (J0), 7 (J7), 14(J14), 21(J21) et 28(J28) jours plus tard). Surface parcellaire = 6,3 m² à Darou Sale, 12,6 m² à Nebe ; allées de 1 m de large non cultivées ; surface totale : 473 m² à Darou Sale, 772 m² à Nebe

-précédent cultural : jachère

-semis : arachide cv 55-437 semée à 45x15 cm

-fertilisation : 6N-20P-10K à la dose de 150 kg/ha

-moyens : semis et fertilisation réalisés manuellement. Traitement nématocide réalisé à l'injecteur à traction animale à 15 cm de profondeur. Analyses nématologiques par éluvation de 250 cm³ de sol provenant de trois échantillons prélevés au hasard dans chaque parcelle et soigneusement mélangés. Récolte effectuée manuellement.

-calendrier des opérations : semis et premier traitement

nématicide le 04/08/86 à Darou Sale et le 03/08/86 à Nebe. Autres traitements réalisés 7, 14, 21 et 28 jours plus tard. Fertilisation le 01/09/86 à Darou Sale, et à Nebe. Récolte le 16/10/86 à Darou Sale, le 20/10/86 à Nebe. Analyses nématologiques le 07/01/87 à Darou Sale, le 12/01/87 à Nebe
 -pluviométrie : 251 mm en 22 jours à Darou Sale, 325 mm en 36 jours à Nebe.

. Résultats (tableau 6) et discussion :

La différence d'effets du DBCP à Darou Sale et Nebe sur l'essai précédent apparaît également sur ces essais : si des différences de rendements sont enregistrées à Nebe, nous n'observons aucune différence à Darou Sale, comme pour l'essai sur les effets de l'acide usnique (cf. 1.1.2.3.).

A Nebe, le décalage du traitement nématocide par rapport au semis induit une nette diminution des augmentations de rendements en gousses comme cela avait déjà été enregistré en 1985 à Touba Guèye. Pour les fanes, nous observons une diminution de l'augmentation de rendement uniquement à la troisième date de traitement nématocide. Il semble donc que l'effet du DBCP soit différent suivant le stade phénologique considéré.

TABLEAU 6 : EFFETS DU DECALAGE DU TRAITEMENT NEMATICIDE PAR RAPPORT AU SEMIS (pour chaque essai et pour chaque paramètre mesuré, les résultats suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5 % ; T/NT=rappport des rendements par rapport au témoin en % ; population finale exprimée en nombre de nématodes par litre de sol).

DATES	FANES (kg/ha)	T/NT	GOUSSES (kg/ha)	T/NT	POPULATION FINALE
NEBE=====					
J0	2460 a	183	1750 a	198	35 a
J7	2410 a	180	1730 a	197	135 a
J14	1970 b	146	1410 ab	161	786 a
J21	2240 a	167	1180 bc	135	71 a
J28	2280 a	170	1030 c	118	346 a
Témoin	1340 c		880 c		4380 b
DAROU SALE=====					
J0	3210 a	100	1430 a	100	20 a
J7	3480 a	107	1540 a	106	0 a
J14	3380 a	103	1580 a	109	15 a
J21	3480 a	107	1330 a	99	0 a
J28	3300 a	101	1470 a	101	0 a
Témoin	3270 a		1450 a		572 b

1.1.2.3. Effets de l'acide usnique et du dichlorodiisopropyl ether sur les populations de nématodes telluriques et les rendements de l'arachide

Contacté par Monsieur Carbonnier (Laboratoire de Chimie Appliquée aux Corps Organisés, Muséum National d'Histoire Naturelle) afin de tester l'action nématocide éventuelle de l'acide usnique, le Laboratoire de Nématologie de l'ORSTOM de Dakar a mis en place une expérimentation destinée à tester l'action de ce produit i) sur les populations telluriques de

nématodes, ii) sur les rendements en gousses et en fanes de l'arachide. Cette expérimentation a été intégrée dans un dispositif destiné à tester également le Nemamort* (dichlorodiisopropyl ether = DCIP), nématicide proche du dibromochloropropane (DBCP) mais dont la molécule est dépourvue de radicaux bromés.

. caractéristiques de l'essai

- localisation : Darou Sale, km 5, route Darou Mousty-Touba
- dispositif expérimental : carré latin à six traitements ; surface parcellaire : 14,80 m² ; allées de 1 m de large, non cultivées ; surface totale 911 m².
- traitements : témoin ; DBCP à 22,50 kg/ha m.a. en dilution à 100 l/ha ; acide usnique à 0,5 kg/ha en dilution à 300 l/ha dans l'ammoniac, sous forme d'usnate d'ammonium ; DBCP + acide usnique, respectivement aux mêmes concentrations que précédemment ; Nemamort à 30 l/ha en dilution à 100 l/ha ; Nemamort à 15 l/ha en dilution à 100 l/ha.
- précédent cultural : jachère
- fertilisation : 6N-20P-10K à la dose de 150 kg/ha
- semis : arachide cv 55 437, semée à 45 x 15 cm
- moyens : semis et fertilisation réalisés manuellement. Analyses nématologiques des populations telluriques finales sur 250 cm³ de sol provenant de trois échantillons prélevés au hasard dans chaque parcelle puis soigneusement mélangés. Récolte effectuée sur une surface parcellaire de 12,60 m² après suppression des lignes de bordures.
- calendrier des opérations : traitements réalisés le 04.08.86 ; semis réalisé le 04.08.86 ; fertilisation réalisée le 01.09.86 ; récolte réalisée le 16.10.86 ; analyses nématologiques des populations telluriques finales réalisées le 08/12/86
- pluviométrie : 251 mm. en 22 jours.

. résultats (tableaux 7 et 8) :

-effets sur les populations de nématodes :
Les quatre ordres habituellement représentés dans les sols du bassin arachidier du Sénégal (Tylenchida, Aphelenchida, Rhabditida et Dorylaimida) sont identifiés sur cet essai. L'ordre des Tylenchida, qui regroupe la quasi totalité des espèces potentiellement phytoparasites est représenté par 14 espèces, Filenchus sensu lato, Coslenchus sp., Miculenchus sensu lato, Ditylenchus sp., Dolichorhynchus gladiolatus, Dolichorhynchus sp., Telotylenchus ventralis, Pratylenchus sp., Scutellonema cavenessi, Hoplolaimus pararobustus, Helicotylenchus dihystra, Peltamigratus macbethi, Senegalonema sorghi et Criconemella curvata.

L'injection de l'acide usnique dans le sol n'a aucune action sur ces nématodes. Elle n'en a pas non plus sur les espèces de l'ordre des Rhabditida et des Dorylaimida. Une action nette est enregistrée sur la seule espèce de l'ordre des Aphelenchida : les taux de population tellurique d'Aphelenchus avenae sont significativement plus élevés en présence d'acide usnique. Il ne nous est actuellement pas possible d'explicitier ce phénomène ; ce nématode est considéré comme mycophage. L'action de l'acide usnique peut se situer à deux niveaux : une action directe sur ce nématode ou une

* Nemamort : nématicide fabriqué par Showa Demko K.K.

TABLEAU 7 : EFFETS DE L'ACIDE USNIQUE ET DE DEUX NEMATICIDES FUMIGANTS SUR LES RENDEMENTS DE L'ARACHIDE ET LES POPULATIONS DE NEMATODES TELLURIQUES - DAROU SALE, 1986 - (pour chaque parametre, les resultats suivis de la meme lettre ne sont pas significativement differents au seuil de 5 %).

RENDEMENTS (kg/ha)

POPULATIONS FINALES (nombre de nematodes par litre de sol)

	GOUSSES	FANES	Tylenchidae	Ditylenchus	Dolichorhynchus	Scutellonema	Hoplolaimus	Aphelenchus	Rhabditida	Dorylaimid
DBCP	1658 a	3217 a	68 a	97 a	159 a	9 b	0 b	128 b	2525 a	47 r
ACIDE USNIQUE	1739 a	3181 a	130 a	239 a	157 a	614 a	63 a	474 a	2439 a	31 r
DBCP + ACIDE USNIQUE	1712 a	3396 a	67 a	185 a	167 a	0 b	0 b	183 b	3423 a	28 r
DCIP30	1471 a	2963 a	29 a	148 a	168 a	583 a	58 ac	252 b	2102 a	88 r
DCIP15	1450 a	3073 a	96 a	286 a	204 a	477 a	18 bc	228 b	1949 a	47 r
TEMOIN	1555 a	3340 a	83 a	212 a	99 a	774 a	33 ab	215 b	2006 a	16 r

TABLEAU 8 : CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES DES SOLS ET EFFICACITE DES TRAITEMENTS NEMATICIDES A DAROU SALE (moyenne et valeurs extremes)

ESSAIS	PRODUITS	RETARD DU SEMIS	RETARD DU TRAITEMENT	ACIDE USNIQUE
=====				
rapport des rendements (traite/non traite en %)				
gousses	134	128	98	107
fanés	179	126	98	96
=====				
taux de survie du nematode Scutellonema cavenessi au 0 traitement nematicide				
		0	0	0
=====				
analyses granulometriques				
argile (%)	0,75 0,50-1,10	1,53 0,3-2,9	0,83 0,30-1,30	1,92 0,80-3,90
limons fins	1,80 1,6-2,1	1,42 0,8-1,8	1,7 1,3-2,1	1,72 0,5-2,1
limons grossiers	12,03 9,7-17,1	17,82 12,0-23,1	21,80 16,4-31,3	17,08 12,5-25,3
sables fins	47,85 40,6-51,5	43,71 33,1-48,2	42,85 33,7-46,1	48,78 39,7-55,7
sables grossiers	36,77 34,1-39,1	34,62 29,6-38,8	32,5 30,4-34,4	29,73 23,8-35,1
matiere organique	0,37 0,3-0,4	0,39 0,3-0,4	0,47 0,4-05	0,45 0,4-0,5
carbone (%)	2,11 1,9-2,3	2,30 2,0-2,5	2,63 2,25-2,90	2,61 2,25-3,0
azote (%)	0,22 0,20-0,24	0,235 0,20-0,27	0,278 0,24-0,32	0,268 0,24-0,36
carbone/azote	9,58 8-10	9,80 8-10	9,41 8,5-10	9,79 8-11
pH eau	4,23 4,0-4,5	5,24 4,6-5,9	5,55 5,4-5,8	5,45 5,0-5,9

action indirecte sur sa source d'alimentation. Des essais in vitro permettraient éventuellement d'apporter des éléments de réponses. Si la deuxième hypothèse est testée, il faudrait alors s'attacher à envisager trois grands groupes de champignons : i) champignons "libres", ii) ectomycorhizes, iii) endomycorhizes. Remarquons que l'injection du DBCP en combinaison avec l'acide usnique annule l'effet de ce dernier sur le nématode.

L'action des produits nématicides testés à cette occasion autorise les remarques suivantes :

- le DCIP, quelle que soit la dose injectée, n'a aucune action nématicide
- le DBCP, seul ou en combinaison avec l'acide usnique, provoque l'éradication des espèces d'Hoplolaimidae présentes (S. cavenessi, H. pararobustus, H. dihystra et P. macbethi), phénomène maintenant classique dans cette zone. Par contre, ce nématicide n'a pas permis l'éradication, voire la diminution du nématode Dolichorhynchus sp. ; ce phénomène est probablement à mettre en relation avec l'extraordinaire développement des mauvaises herbes (Cypéracées) sur l'essai, développement qui a nécessité un désherbage bi-hebdomadaire pendant toute la période de culture.

-effets sur les rendements :

La première caractéristique à signaler est le haut niveau des rendements obtenus (1557 kg/ha en gousses, 3343 kg/ha en fanes), avec une pluviométrie globale de 251 mm et seulement 73 jours de culture.

La seconde caractéristique à signaler est l'absence totale d'effet du DBCP sur les rendements de l'arachide, seul ou en combinaison avec l'acide usnique, malgré l'éradication du nématode S. cavenessi. Ces phénomènes sont les mêmes que ceux constatés précédemment sur les essais conduits à Darou Sale avec le DBCP (cf. 1.1.2.2.).

Cette année, quatre essais utilisant le DBCP ont été mis en place à Darou Sale (fig. 7) : essai produit où étaient testés les effets directs et résiduels du DBCP (cf. 1.1.2.1.), deux essais sur le comportement du DBCP (cf. 1.1.2.2.) et l'essai sur l'acide usnique et le DCIP. Or, les augmentations de rendements sont "normales" sur le premier essai, faibles à nulles sur les deuxième et troisième essai et nulles sur le quatrième (tableau 8) alors que les traitements nématicides au DBCP (même provenance de produit, même dilution, même date de traitement) et les semis ont été effectués aux mêmes dates. La possibilité d'un effet "sol" nous a conduit à effectuer des analyses granulométriques sur les parcelles "témoin" de chacun des essais (tableau 8), puisque l'effet nématicide du DBCP a été identique pour les quatre essais. Nous pouvons remarquer que les augmentations de rendements correspondent aux caractéristiques granulométriques suivantes : fort pourcentage en sables grossiers, faible taux de matière organique (donc taux de carbone et d'azote faibles) et pH faible.

Ces constatations rejoignent les observations antérieures des pédologues à Dombe et Touba Saloum (Maugenot, 1984) sur le comportement du DBCP dans les sols : il existe des sols où le DBCP, malgré un effet nématicide complet, ne permet pas, l'année du traitement, les augmentations des rendements de l'arachide. Ce fait, joint aux données sur l'effet "phytostimulant" du nématicide nous conduit à formuler l'hypothèse d'un

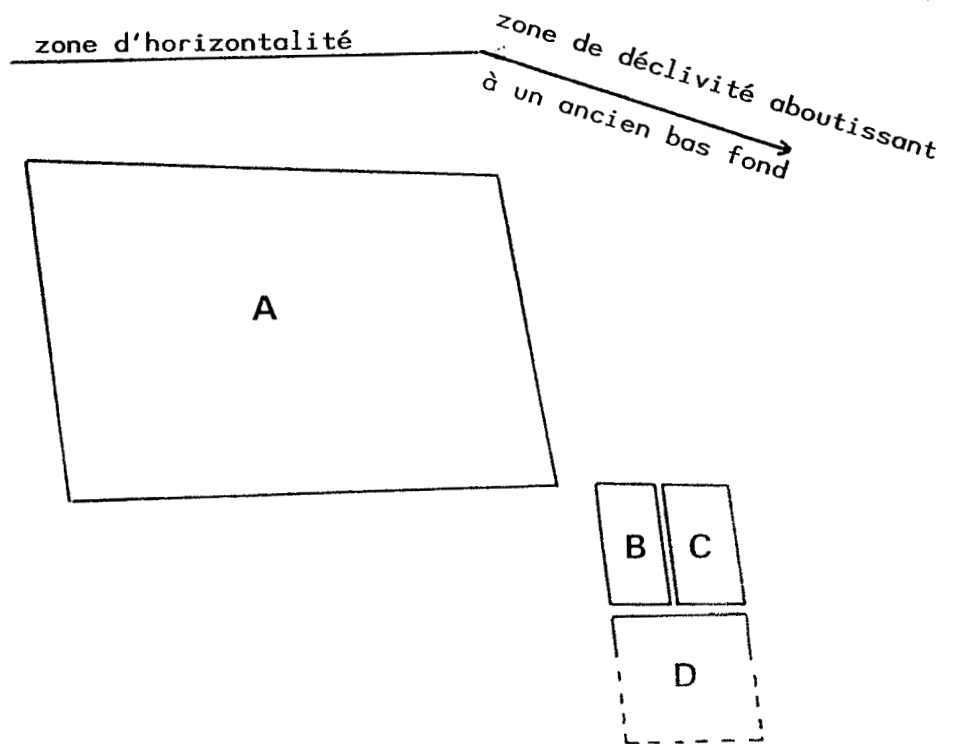
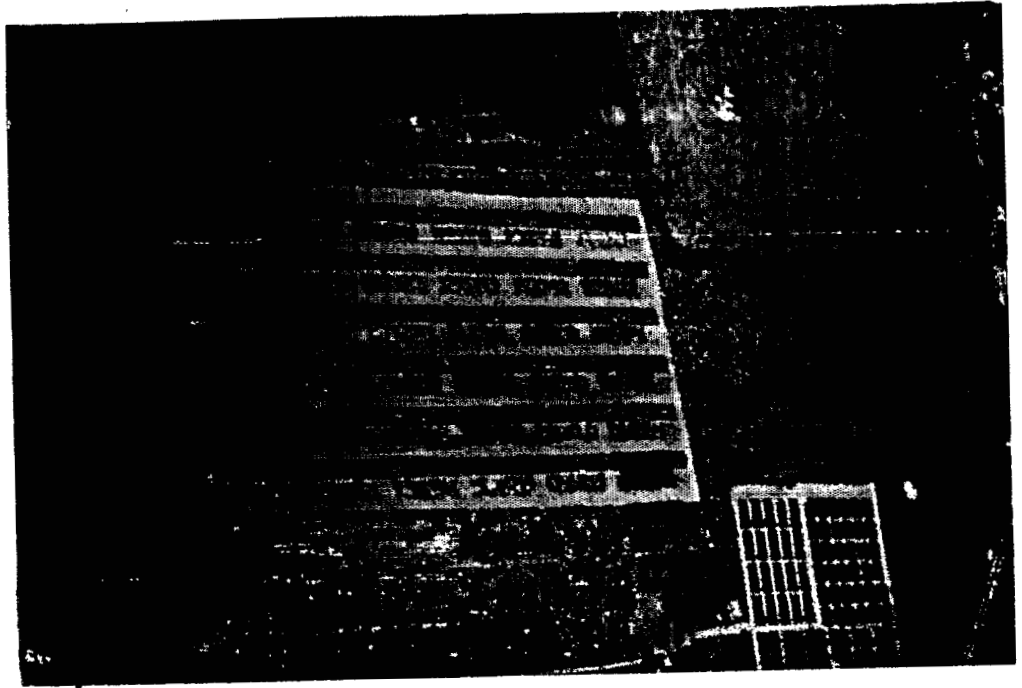


Fig. 7 : Darou Sale, situation des essais (A=essai produits ; B=essai retard du semis ; C=essai retard du traitement ; D=essai acide usnique et DCIP).

blocage de la molécule active sur une des fractions granulométriques du sol.

Ce phénomène est probablement la cause de l'échec des essais de traitements au DBCP réalisés cette année au Mali (cf. 1.1.2.8.).

Les conditions expérimentales particulières de l'essai réalisé ne permettent pas de conclure définitivement à un effet de l'acide usnique sur les niveaux de rendement de l'arachide.

L'effet particulier enregistré sur le nématode Aphelenchus avenae conduit à envisager un éventuel effet de l'acide usnique sur les peuplements cryptogamiques telluriques. L'acide usnique ne présente pas de pouvoir nématocide vis à vis des nématodes phytoparasites de l'ordre des Tylenchida.

1.1.2.4. Effets du DBCP sur les populations de nématodes et les rendements du mil et du sorgho

Cet essai est installé sur l'essai "jachère nue" mis en place par Duncan (1986) en 1984, puis emblavé en arachide en 1985. Il est caractérisé par l'élimination des populations de nématodes telluriques par une technique culturale qui ne fait pas appel à des substances chimiques : la suppression du couvert végétal par sarclages répétés pendant la saison humide prive les nématodes phytoparasites de toute alimentation et entraîne leur disparition.

. Caractéristiques de l'essai (fig. 8) :

- localisation : Nebe, km 5, route Diourbel-Gossas
- dispositif expérimental : essai randomisé à quatre traitements et six répétitions. Traitements : A = jachère en 1984, arachide en 1985 ; B = sarclages quotidiens en 1984, arachide en 1985 ; C : sarclages hebdomadaires en 1984, traité au DBCP à 22,5 kg/ha m.a et arachide en 1985 ; D : sarclages bihebdomadaires en 1984, traité au DBCP à 22,5 kg/ha m.a et arachide en 1985, retraité au DBCP à 22,5 kg/ha m.a en 1986. Surface parcellaire : 25 m², allées de 5 m de large ; surface totale : 2925 m²
- fertilisation 14N-7P-7K à la dose de 150 kg/ha
- semis : mil Souma III semé à 100x100 cm ; sorgho CE 151-252 semé à 100x50 cm
- moyens : semis en sec et fertilisation réalisés manuellement. Traitement nématocide réalisé à l'injecteur à traction animale par injection à 15 cm de profondeur. Analyses nématologiques des populations telluriques par élutriation de 250 cm³ de sol provenant de trois échantillons prélevés au hasard dans chaque parcelle et soigneusement mélangés.
- calendrier des opérations : analyses nématologiques les 13/05/86 et 15/12/86 - Semis le 11/08/86 - Traitement nématocide le 05/08/86 - Fertilisation le 01/09/86 - Récolte le 03/11/86
- pluviométrie : 325 mm en 36 jours

. Résultats (tableau 9) :

- évolution des taux de populations : on assiste avec le mil à un accroissement des populations de S. cavenessi sur les parcelles témoins (A) de l'ordre de 34% ce qui correspond aux données obtenues sur l'"essai rotation" localisé sur le même site. Sur les parcelles "B et C", les taux de population

TABLEAU 9 : NEBE-EFFETS DIRECTS ET RESIDUELS DES TRAITEMENTS NEMATICIDES AU DBCP SUR LES RENDEMENTS DU MIL ET DU SORGHO ET LES POPULATIONS DE NEMATODES TELLURIQUES (pour chaque plante, et pour chaque parametre mesure, les chiffres suivis de la meme lettre ne sont pas significativement differents au seuil de 5 % ; A=sol laisse en jachere en 1984 ; B=sol desherbe tous les jours en 1984 ; C=sol deherbe tous les sept jours en 1984 et traite au DBCP en 1985 ; D=sol desherbe tous les quinze jours en 1984 et traite au DBCP en 1984 et en 1985)

	RENDEMENTS			NOMBRE DE NEMATODES PAR LITRE DE SOL			
	nombre d'epis	poids de grains (g)	poids des parties aeriennes (g)	Dolichorhynchus		Scutellonema cavense	
				population initiale	population finale	population initiale	population finale
MIL							
A	124.5 a	792 a	3426 a	70 a	637 a	4997 a	6716 a
B	92.5 a	256 b	2278 b	155 a	236 b	162 b	188 b
C	142.5 a	587 a	3814 a	0 b	267 b	15 b	70 b
D	5 b	8 b	193 c	0 b	20 b	115 b	16 b
SORGHO							
A	1.3 b	6.5 b	350 b	70 a	343 a	4997 a	2141 a
B	1.3 b	22 b	128 b	155 a	179 a	162 b	81 b
C	15.5 ab	102 ab	1043 ab	0 b	76 a	15 b	34 b
D	35 a	196 a	1576 a	0 b	0 a	115 b	40 b



Fig. 8 : Nebe, effets du DBCP sur les populations de nématodes et la végétation du mil et du sorgho (A=témoin laissé en jachère ; B=parcelles où les nématodes ont été éliminés par la pratique de la jachère nue ; C=parcelles traitées au DBCP en 1985 ; D=parcelles traitées au DBCP en 1985 et 1986 ; chaque parcelle est séparée en deux parties avec du sorgho -partie supérieure- et du mil -partie inférieure-).

restent faibles. Le DBCP induit sur les parcelle "D" une forte diminution des taux de population.

Le mil permet également le développement du nématode Dolichorhynchus sulcatus dont on ne connaît pas le pouvoir pathogène.

Les données obtenues sur le sorgho ne sont pas interprétables en raison du très mauvais développement de la végétation.

-rendements des cultures : la pratique de la jachère nue en 1984 continue à perturber profondément le développement du mil deux années plus tard (fig. 8). Le traitement nématicide au DBCP péjore l'année du traitement de manière statistiquement significative tous les paramètres mesurés. En effet résiduel (traitement en 1985), on n'observe pas d'effet bénéfique du DBCP. Ces données sur l'effet direct du DBCP sur les rendements du mil confirment les données obtenues avec ce nématicide et le mil sur d'autres essais (cf. 1.1.2.5.).

Pour le sorgho, malgré le très mauvais développement de la culture sur l'essai, on enregistre un net effet direct du DBCP sur la végétation (fig. 8) et sur les paramètres végétatifs mesurés. La correspondance établie avec les taux de population de nématodes phytoparasites suggère là un effet "phytostimulant" du DBCP. On enregistre de même un effet résiduel de ce nématicide sur la végétation de cette céréale.

1.1.2.5. Effets comparés du DBCP, et de l'EDB et de la date du traitement nématicide sur les rendements du mil et sur le nématode Scutellonema cavenessi

. Caractéristiques de l'essai :

- localisation : Nebe, km 5, route Diourbel-Gossas
- dispositif expérimental : essai bloc à 9 traitements et cinq répétitions. Traitements : témoin non traité, DBCP à 22,5 kg/ha m.a. en dilution à 100 l/ha injecté à la levée (J0), 7 (J7), 14 (J14) et 21 (J21) jours plus tard, EDB à 18 kg/ha m.a en dilution à 100 l/ha injecté à la levée (J0), 7 (J7), 14 (J14) et 21 (J21) jours plus tard. Surface parcellaire = 12m²; allées de 1 m de large ; surface totale = 966 m².
- précédent cultural = jachère
- fertilisation : 14N-7P-7K à la dose de 150 kg/ha
- semis : mil Souna III, semé à 100x100 cm
- moyens : semis (effectué en sec), resemis et fertilisation effectués manuellement. Traitements nématicides effectués au stériculteur à traction animale à 15 cm de profondeur. Analyses des populations telluriques initiales et finales par élutriation sur un volume de 250 cm³ de sol provenant de trois échantillons prélevés au hasard et soigneusement mélangés
- calendrier des opérations (tableau 10)
- pluviométrie : 325 mm en 36 jours

. Résultats (tableau 11) et discussion

Les résultats de l'action du DBCP et de l'EDB sur les populations de nématodes telluriques confirment ceux obtenus l'année précédente à Touba-Guèye, à savoir une efficacité nématicide de l'EDB inférieure à celle du DBCP aux doses testées. Ces résultats confirment également la permanence du pouvoir nématicide de ces produits quelque soit la date du traitement.

Paradoxalement, la meilleure efficacité nématicide du DBCP n'induit pas d'effet positif sur les rendements du mil. On observe même un léger effet phytotoxique sur le traitement

effectué à la levée (J = 0) qui est confirmé par d'autres données (1.1.2.4.). L'EDB au contraire entraîne de fortes augmentations de rendements pour tous les paramètres enregistrés : poids des parties aériennes (+ 118%), nombre d'épis (+ 263%) et poids de grains (+ 98%). Cette action positive de l'EDB sur le poids des parties aériennes et le nombre d'épis du mil décroît au fur et à mesure que le traitement nématicide est retardé par rapport à la germination. Cette décroissance du pouvoir "stimulant" de l'EDB peut être rapportée i) à un effet nocif des nématodes lors des premières semaines de croissance de la céréale, ii) une susceptibilité différentielle de cette céréale à l'action stimulante de l'EDB en fonction du stade phénologique atteint. Cette décroissance de l'effet positif du traitement nématicide sur les rendements correspond également aux données enregistrées sur arachide en 1985 à Touba Guèye (Baujard et al., 1986) et en 1986 à Darou Sale et Nebe (cf. 1.1.2.2.2.) sur arachide.

TABLEAU 10 : CALENDRIER DES OPERATIONS

analyse des populations initiales	02.07.86
semis	02.07.86
première pluie	23.06.86
resemis	29.07.86
traitements nématicides J = 0	03.08.86
J = 7	10.08.86
J = 14	17.08.86
J = 21	24.08.86
fertilisation	
récolte = épis	27.10.86
= parties aériennes	13.11.86
analyse des populations finales	22.12.86

TABLEAU 11 : RESULTATS DES TRAITEMENTS NEMATICIDES - EFFETS DU DBCP ET DE L'EDB SUR LES RENDEMENTS DU MIL ET DU SORGHO ET SUR LE NEMATODE SCUTELLONEMA CAVENESSI (pour chaque paramètre mesuré, les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5% ; PI = population initiale ; PF = population finale).

	RECOLTE			NOMBRE DE NEMATODES PAR LITRE DE SOL		
	POIDS DES PARTIES AERIENNES (kg/ha)	NOMBRE D'EPIS/ha	POIDS DE GRAINS (kg/ha)	P.I.	P.F.	
	=====	=====	=====	=====	=====	
Témoin	1015 d	24667 d	245 b	4626 a	4067 a	
DBCP	J = 0	884 d	24667 d	209 b	7598 a	0 b
	J = 7	1168 d	35333 d	220 b	5681 a	6 b
	J = 14	1353 cd	29167 d	279 bc	4299 a	2 b
	J = 21	1341 cd	43500 cd	214 b	7594 a	18 b
EDB	J = 0	2481 a	103666 a	467 ac	3633 a	723 b
	J = 7	2306 ab	90333 ab	496 a	5491 a	242 b
	J = 14	2186 ab	92500 ab	512 a	3383 a	537 b
	J = 21	1864 bc	71166 bc	461 ac	5330 a	272 b

1.1.2.6. Résultats nématologiques des essais nématicides ISRA

Deux essais de comparaison de nématicides ont été mis en place par l'ISRA en 1986. Le Laboratoire de Nématologie y a collaboré pour la réalisation des traitements nématicides et celles des analyses nématologiques des populations initiales et finales.

L'ensemble de l'essai (mise en place, semis, fertilisation, récolte, analyses de récolte) a été suivi par l'ISRA. Les caractéristiques et les résultats de cet essai sont décrits dans le rapport ISRA, Secteur Centre Sud (Meunier, 1987).

. Résultats (tableaux 12 et 13)

Les analyses des populations initiales révèlent des taux de populations très importants pour six espèces : Tylenchorhynchus gladiolatus, Dolichorhynchus sp., Scutellonema cavenessi, Hoplolaimus pararobustus, Helicotylenchus dihystra et Peltamigratus macbethi.

Le précédent cultural modifie les taux respectifs des populations d'Hoplolaimidae : alors que, sous précédent niébé, on enregistre de forts taux de populations pour S. cavenessi et H. dihystra, sous précédent mil, ces taux élevés sont observés pour H. pararobustus et P. macbethi. Ces données sont conformes aux résultats obtenus au laboratoire. Les taux de populations pour les Tylenchorhynchidae sont identiques pour les deux précédents culturaux.

La culture de l'arachide entraîne une chute des taux de population pour toutes les espèces à l'exception de P. macbethi ; nous ne connaissons pas encore la valeur d'hôte de l'arachide, vis à vis de ce nématode, au laboratoire. Ce phénomène correspond aux données des tests réalisés au laboratoire (cf. 1.1.3.3.) sauf pour T. gladiolatus pour lequel une multiplication a été obtenue au laboratoire sur arachide en présence de S. cavenessi.

La comparaison des effets nématicides des différentes molécules montre l'efficacité du DBCP qui entraîne la quasi éradication des peuplements pour toutes les espèces phytoparasites présentes. Les autres nématicides n'ont pas d'action sur les taux de population de nématodes phytoparasites. Les augmentations de rendement obtenues ne peuvent donc être attribuées à la destruction des nématodes, notamment pour le carbofuran.

1.1.2.7. Traitements nématicides à Touba Guèye

Dans le but de disposer dans les prochaines années de surfaces complètement dénématisées, l'équipe du Laboratoire de Nématologie a entrepris de retraiter entièrement le périmètre utilisé pour les essais nématicides en 1985.

Cette zone, d'une superficie d'un hectare, a été traitée le 13/07/86 au moyen du stériculteur à traction animale par injection à 15 cm de profondeur de DBCP à la dose de 22,5 kg/ha m.a. en dilution à 100 l/ha.

Les analyses nématologiques (n=50) réalisées le 06.04.87 montrent que sept espèces sont encore présentes sur le site avec des taux de population extrêmement faibles : Dolichorhynchus sp (4/litre de sol), Tylenchorhynchus gladiolatus

TABLEAU 12 : EFFICACITE DES NEMATICIDES SUR LES POPULATIONS DE NEMATODES (resultats exprimes en nombre de nematodes par litre de sol ; PI = population initiale ; PF = population finale)

	TYLENCHORHYNCHUS		DOLICORHYNCHUS		SCUTELLCNEMA		HOPLOLAIMUS		HELICOTYLENCHUS		PELTAMIGRATUS	
	PI	PF	PI	PF	PI	PF	PI	PF	PI	PF	PI	PF
DOYOLI												
TEMOIN I	112	5	369	125	10812	2148	10	0	2012	19	54	46
TELONE II EC	65	55	335	188	10411	1674	28	0	1648	1	45	28
TEMOIN 2	219	1	418	127	11065	3465	6	0	1970	44	67	74
CARBOFURAN	127	10	382	32	8461	46	9	0,5	1189	49	0,5	92
BUTYLFOS 1	103	1	148	80	9076	280	28	0	1877	62	15	83
BUTYLFOS 2	108	0	276	87	8687	337	34	1	1008	24	27	77
DBCP	135	6	267	0	10138	7	0	0	1976	0	9	0
PHENAMIPHOS	170	0,5	141	46	9989	1577	32	0	1160	26	10	66
CARBOSULFAN	84	9	219	59	10460	2835	25	0	1078	10	23	50
QUADICUR												
TEMOIN	144	0	292	154	6804	4160	48	8	1151	103	61	103
TELONE II EC	69	1	291	81	5259	2856	68	30	1313	180	79	43
DCIP	128	0	207	164	8240	4799	17	20	1367	145	80	116
CARBOFURAN	100	0	306	59	6296	2396	62	9	1524	129	74	46
BUTYLFOS 1	209	0	271	125	5532	4525	43	22	959	176	52	111
BUTYLFOS 2	54	0	199	104	5825	4856	96	13	1622	124	68	49
DBCP	104	0	376	4	7041	42	22	0	1257	6	108	0
PHENAMIPHOS	148	0	242	56	5769	2777	58	4	1007	81	83	76
CARBOSULFAN	144	4	287	84	6573	4291	88	11	1059	188	118	52

TABLEAU 13 : EFFETS DES TRAITEMENTS NEMATICIDES SUR LES RENDEMENTS DE L'ARACHIDE (pour chaque paramètre mesuré et pour chaque résultats, les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5%)

	DOYOLI RENDEMENTS (kg/ha)		OUADIOUR RENDEMENTS (kg/ha)	
	gousses	fanés	gousses	fanés
TEMOIN 1	1813 d	2163 d	1893 c	2471 c
TELONE	2051 bc	2593 bc	1984 c	2740 bc
TEMOIN 2/DCIP	1793 d	2116 d	1545 d	1908 d.
CARBOFURAN	2155 b	2745 b	2260 ab	3078 b
BUTYL FOS 1	1840 cd	2234 c	1979 c	2579 c
BUTYL FOS 2	1925 cd	2389 cd	2045 bc	2784 bc
DBCP	2335 a	3138 a	2434 a	3550 a
PHENAMIPHOS	1878 c	2296 cd	2060 bc	2909 bc
CARBOSULFAN	1775 d	2326 cd	1970 c	2715 bc

(0,2/litre de sol), Telotylenchus ventralis (20/litre de sol), Scutellonema cavenessi (32/litre de sol), Helicotylenchus dihystra (3,5/litre de sol), Peltamigratus macbethi (7/litre de sol) et Pratylenchus loosi (0,5/litre de sol).

Cet essai sera emblavé en arachide en 1987 et recevra à nouveau un traitement nématicide au DBCP pour pouvoir débiter les inoculations monospécifiques de nématodes en 1988.

1.1.2.8. Résultats des essais de traitements nématicides au Mali

A la suite des prospections faunistiques effectuées sur les zones arachidières de l'O.D.I.P.A.C. et de la C.M.D.T., la réalisation d'essais préliminaires de traitements nématicides au DBCP a été décidée. L'ensemble des contraintes (techniques et financières) liées à cette réalisation a été supporté par la C.M.D.T.

La situation à laquelle nous sommes confrontés est relativement neuve : sols très différents (cf. 1.1.3.7.), pluviométrie, variétés cultivées, pratiques culturales (labour notamment), et, pour la première fois, essais de traitements directs sur le mil. Dans le but de rentabiliser au maximum l'investissement réalisé, nous avons décidé de mettre en place huit essais, emblavés en arachide (4) et en mil (4).

. Caractéristiques des essais :

- localisation : deux essais (arachide et mil) situés dans les Z.E.R. de Yangasso, Tominian, Sourountouna et San
 - dispositif expérimental : essais en blocs de Fisher, à deux traitements et six répétitions. Surface parcellaire : 100 m² ; allées de 1 m de large ; surface totale : 1365 m²
 - traitements : non traité et traité au DBCP à 22,5 kg/ha m.a. en dilution à 100 l/ha
 - moyens : traitement nématicide réalisé à l'injecteur à traction animale par localisation du mélange eau-nématicide à 15 cm de profondeur. Labour effectué quelques jours avant le traitement. Semis effectués manuellement le plus souvent.
- . Résultats et discussion (tableau 14)

-populations de nématodes observées : les espèces identifiées lors de ces analyses confirment les données obtenues au cours de la prospection précédente. Sept espèces sont bien représentées : Telotylenchus ventralis, Tylenchorhynchus gladiolatus, Dolichorhynchus cf sulcatus, Pratylenchus sp., Scutellonema clathricaudatum, Hoplolaimus pararobustus et Helicotylenchus dihystra.

La comparaison des populations enregistrées sur les parcelles "non traitées" arachide et mil confirment également les données précédentes, à savoir que le mil permet un meilleur développement des nématodes phytoparasites. Il faut par ailleurs remarquer que les essais ont été mal désherbés ; la végétation adventice était très fortement développée à Tominian, moyennement développée dans les autres localisations. Les nématodes ont pu alors avoir accès à des sources d'alimentation très diversifiées.

Notons également que les niveaux des populations sur les parcelles non traitées diffèrent fortement de ceux enregistrés pendant la saison sèche précédente sur le mil. Si les dynamiques des populations de nématodes sont analogues à celles enregistrées dans le bassin arachidier du Sénégal, ce phénomène est normal puisque les augmentations de populations ont lieu juste après la dernière pluie de l'hivernage.

Les traitements nématicides ont entraîné une baisse générale des populations de ces nématodes conduisant même à l'éradication sur les parcelles arachides à Sourountouna. Deux exceptions sont à signaler avec le maintien des populations de Scutellonema clathricaudatum sur arachide à Tominian et sur mil à San ; dans les deux cas, les populations sont très faibles et ne permettent pas de conclure à un mauvais effet nématicide du traitement au DBCP. Remarquons également que sur l'essai mil de San, les baisses de population sont beaucoup moins importantes que sur tous les autres essais ; ce fait est à mettre en relation avec les nombreuses racines des arbres présents sur la parcelle, ce qui a perturbé le déroulement du traitement nématicide.

-densités et rendements des cultures

--arachide : à l'exception de Yangasso où la densité de semis apparaît correcte, les trois autres essais présentent des densités de semis beaucoup trop faibles. Le traitement nématicide ne provoque pas de modification de la densité confirmant les observations faites au Sénégal sur l'absence de phytotoxicité de ce produit vis à vis de l'arachide aux doses utilisées. Les rendements en gousses enregistrés sur les parcelles non traitées sont faibles, toujours inférieurs à 1700 kg/ha. Curieusement, les densités de semis ne semblent pas avoir d'effet sur les niveaux des rendements, phénomène en contradiction avec les données connues sur la culture de l'arachide. Les traitements nématicides induisent une légère augmentation des rendements en gousses de l'ordre de 140 à 230 kg/ha, augmentation qui ne couvre pas le coût du traitement (de l'ordre de 35 000 CFA par hectare).

--mil : les densités de semis sont bonnes. Les rendements enregistrés sont corrects à l'exception de l'essai de Yangasso où la levée de la plante s'est trouvée très perturbée.

Les traitements nématicides n'ont eu pratiquement aucun effet sur cette culture. Ce résultat confirme ceux obtenus cette année au Sénégal à savoir que le traitement nématicide au DBCP n'entraîne pas d'augmentation de rendement du mil l'année du traitement (cf. 1.1.2.4. et 1.1.2.5.).

TABLEAU 14 : RESULTATS DES ESSAIS DE TRAITEMENTS NEMATICIDES SUR LA ZONE ARACHIDIERE DE LA C.M.D.T. - EFFETS SUR LES DENSITES (NOMBRE DE PIEDS PAR HECTARE), SUR LES RENDEMENTS (KG/HA) ET SUR LES POPULATIONS DE NEMATODES (NOMBRE D'INDIVIDUS PAR LITRE DE SOL).

	----ARACHIDE----		-----MIL-----	
	TRAITE	NON TRAITE	TRAITE	NON TRAITE
YANGASSO				
RENDEMENTS				
densite	153950	153900	11940	11180
gousses/grains	1622	1396	750	820
fanés				
NEMATODES				
Telotylenchus	13	87		
Tylenchorhynchus			151	406
Dolichorhynchus			119	195
Pratylenchus	8	40	27	454
Scutellonema	15	243	8	762
Hoplolaimus				
Helicotylenchus	3	159	11	903
TOMINIAN				
RENDEMENTS				
densite	67100	67300	14400	15500
gousses/grains	1800	1675	1378	1395
fanés	1525	1342		
NEMATODES				
Telotylenchus	15	104		
Tylenchorhynchus				
Dolichorhynchus				
Pratylenchus	25	239	432	2480
Scutellonema	41	25	13	57
Hoplolaimus			0	49
Helicotylenchus	8	40	449	2243
SOUROUNTOUNA				
RENDEMENTS				
densite	105600	102500	17300	17650
gousses/grains	1292	1152	1730	1660
fanés				
NEMATODES				
Telotylenchus				
Tylenchorhynchus			253	2456
Dolichorhynchus			51	102
Pratylenchus	0	59	75	859
Scutellonema	0	229	7	263
Hoplolaimus	1	5		
Helicotylenchus	0	784	91	3745
SAN				
RENDEMENTS				
densite	53150	59100	14300	15200
gousses/grains	1225	1025	1342	1035
fanés				
NEMATODES				
Telotylenchus				
Tylenchorhynchus				
Dolichorhynchus				
Pratylenchus	1	7	1093	2397
Scutellonema	20	136	63	16
Hoplolaimus	1	39	46	49
Helicotylenchus	28	459	1097	2319

. Conclusions :

Ces premiers essais de traitements nématicides nous conduisent à formuler plusieurs remarques et recommandations. L'absence d'effet comparable à ceux enregistrés dans la zone centre-nord du bassin arachidier du Sénégal sur les rendements en gousses et fanes d'arachide est probablement à rapporter à la nature des sols où nous avons travaillé. Les caractéristiques granulométriques (moyenne et valeurs extrêmes) pour les sols échantillonnés dans la zone de San en 1986 sont les suivantes : argile = 8,74% (3,70-20,50) ; limons fins = 4,61% (2,10-15,50) ; limons grossiers = 20,52% (7,50-40,20) ; sables fins = 32,03% (21,50-62,80) ; sables gros-siers = 33,22% (6,60-52,30) ; matière organique = 0,60% (0,40-1,10) ; carbone = 3,62% (2,50-6,40) ; azote = 0,41% (0,27-0,70) ; C/N = 8,9 (5-15,5) ; pH = 5,59 (4,4-6,80). On enregistre des taux d'argile et de matière organique élevés, des taux de limons fins et sables fins faibles, et des valeurs de pH élevées par rapport aux données recueillies actuellement au Sénégal (cf. 1.1.2.3.).

Il est donc très important que les essais suivis en 1986 dans cette zone soient à nouveau suivis en 1987, les surfaces emblavées en 1986 en arachide devant être cultivées en mil en 1987 et vice versa ; nous pourrons alors savoir si les phénomènes enregistrés au Sénégal (absence d'effet direct du DBCP, fort effet résiduel) sont identiques au Mali pour le mil. Les données sur un éventuel effet résiduel de ce produit sur l'arachide seront nouvelles pour ce nématicide.

Le deuxième groupe de remarques et recommandations a trait aux conditions du suivi de ces expérimentations. Il serait hautement souhaitable que, dans la mesure du possible, le maximum de soins soit apporté à la conduite de ces essais : semis effectués manuellement après piquetage exact des lignes de semis afin que les densités soient respectées et constantes pour chaque parcelle ; désherbages répétés, aussi fréquents que l'exige le développement de la flore adventice ; récoltes effectuées sous la surveillance des encadreurs. Ce n'est qu'à ce prix que nous pourrons disposer de données fiables et interprétables.

1.1.2.9. Effets *in vitro* du DBCP

Les études sur l'éventualité d'un effet phytostimulant du DBCP ont été conduites par les microbiologistes de l'ORSTOM de Dakar, en collaboration avec les nématologistes. Elles ont débuté avec le niébé qui apparaissait, par rapport à l'arachide, au mil et au sorgho, comme la plante la plus facilement manipulable au laboratoire.

. Matériel et méthode

Six doses de DBCP (respectivement 0,475-0,95-4,75-9,50-47,5-95,0 µl/tube) sont comparées à un témoin non traité, avec 10 répétitions par traitement. L'expérience est conduite en conditions stériles, sur milieu JENSEN sans azote, dans des tubes GIBSON de 95 ml. Le niébé (cv TVX) est mis à prégermer sur eau gélosée pendant 3 jours après désinfection pendant 5 minutes dans du chlorure mercurique à 1%.

Les plantules sont installées sur les tubes et placées dans une enceinte à température constante et soumise à un éclairage artificiel permanent. Quatre séries de mesure sont effectuées

3, 5, 8 et 14 jours après le repiquage en tube (respectivement séries de mesure 1, 2, 3 et 4 dans le tableau 15).

. Résultats (tableau 15)

On enregistre un effet phytotoxique net du DBCP pour les trois doses les plus élevées, effet qui se traduit par la mort des plantules. Les trois autres doses induisent une stimulation nette du développement du niébé par rapport au témoin.

TABLEAU 15 : EFFETS DU DBCP SUR LE DEVELOPPEMENT DU NIEBE (pour chaque paramètre mesuré et pour chaque série de mesure, les résultats suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5% ; 1-4 : séries de mesure).

DOSES/ TUBE (μ l)	DOSES THEORIQUES AU CHAMP (kg/ha)	SERIES DE MESURE			
		1	2	3	4
=====LONGUEUR DE L'HYPOCOTYLE (cm)					
0	0	1,94 b	2,07 bc	2,07 bc	2,12 bc
0,475	7,5	2,55 a	2,65 a	2,68 a	2,73 a
0,950	15	2,59 a	2,69 a	2,81 a	2,88 a
4,750	75	2,38 ab	2,45 ab	2,54 ab	2,63 ab
9,500	150	1,46 c	1,73 c	1,86 c	1,86 c
47,509	750	----	----	----	----
95,000	1500	----	----	----	----
=====HAUTEUR TOTALE (cm)					
0	0	3,13 c	4,36 c	5,21 c	6,10 d
0,475	7,5	3,98 a	5,00 b	6,03 b	7,22 b
0,950	15	4,51 a	6,03 a	6,82 a	8,58 a
4,750	75	3,86 b	4,84 bc	5,74 bc	7,04 c
9,500	150	1,73 d	2,30 d	2,90 d	2,90 e
47,509	750	----	----	----	----
95,000	1500	----	----	----	----
=====NOMBRE DE FEUILLES					
0	0	2 a	2 a	2,67 c	4,44 c
0,475	7,5	2 a	2 a	3,6 bc	5,00 b
0,950	15	2 a	2 a	4,67 ab	5,67 a
4,750	75	2 a	2 a	3,50 bc	5,9 a
9,500	150	2 a	2 a	2,00 d	----
47,509	750	-	-	----	----
95,000	1500	-	-	----	----

1.1.2.10. Effets en serre du DBCP

. Matériel et méthode

Dispositif expérimental : essai à 6 traitements et 7 répétitions randomisé totalement. Traitements : témoin non traité, DBCP aux doses de 6.75, 13.5, 27, 40.5 et 54 μ g/vase de végétation en dilution à 60 μ l/vase de végétation.

Ces vases de végétation contenant 900 ml de sol sableux (200-800 μ m de granulométrie), stérilisé à la chaleur (30 minutes à 120°C) sont placés dans une salle à température (25-30°C) et éclairage (photopériode de 18 heures) contrôlés. Les solutions de nématicide sont injectées à 15 cm de profondeur, au centre de chaque vase de végétation. Trois graines de niébé (cv Bambey 21) sont semées à 2,5 cm de profondeur dans chaque vase de végétation. Au semis, l'humidité absolue est de 24%

(capacité au champ) ; elle est ensuite maintenue à 10,7%. La levée et l'évolution de la croissance des plantes sont enregistrées respectivement à 4, 5, 7, 10, 12 et 15 jours après le semis.

Au 120^e jour, les plants sont déterrés, le poids frais des systèmes racinaires et aériens sont mesurés. Les poids secs de ces mêmes systèmes racinaires et aériens sont mesurés après passage à l'étuve (80°C pendant 7 jours).

. Résultats et discussion

-effets sur la germination (fig. 9)

Quatre jours après le semis, on enregistre un effet positif du DBCP sur la vitesse de germination aux doses de 6.75 et 13.5 µg/vase par rapport au témoin, cet effet est négatif pour les doses de 40.5 et 54 µg/vase. Au septième jour, les taux de germination sont identiques pour tous les traitements à l'exception de la dose de 54 µg/vase. Au quinzième jour, tous les taux de germination sont équivalents (fig. 1).

-effets sur la végétation (tableau 16)

Une action positive des traitements nématicides est enregistrée par rapport au témoin pour les paramètres suivants : nombre de feuilles, poids frais et poids secs aériens et racinaires aux doses de 13.50 et 27.00 µg/vase de végétation ; cet effet est négatif pour la hauteur des tiges avec des différences significatives entre témoin et 27 µg, puis entre 27 µg et 54 µg.

TABLEAU 16 : EFFETS DU DBCP SUR LES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES DE VIGNA UNGUICULATA EN CONDITON CONTROLEES AU LABORATOIRE. (pour chaque paramètre mesuré, les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5%)

DOSES REELLES PAR VASES DE VEGETATION (µg)	0	6,75	13,5	27	40,5	54
DOSES THEORIQUES AU CHAMP (kg/ha)	0	11,25	22,50	45,00	67,50	90,00
NOMBRE DE PIEDS	1,14 a	2,3 b	2,4 b	2,4 b	2,3 b	1,85a
NOMBRE DE FEUILLES	6 a	5,3 b	5,4 b	5,1 b	4,8 c	4,8 c
HAUTEUR DE TIGE(cm)	21,8 a	19,1 ab	19,2 ab	18,3 b	5,7 bc	12,3 c
POIDS FRAIS AERIEN(g)	6,5 a	9,8 b	11,0 b	11,0 b	8,7 a	5,0 a
POIDS FRAIS RACINES(g)	1,5 a	1,9 a	3,75b	3,3 b	2,3 a	1,6 a
POIDS FRAIS TOTAL(g)	8,1 a	11,8 a	14,7 b	14,1 b	11,1 ab	6,6 ac
POIDS SEC AERIEN(g)	0,6 a	0,8 ab	0,9 b	0,9 b	0,7 ac	0,35c
POIDS SEC RACINES(g)	0,2 ab	0,2 ab	0,25a	0,3 a	0,2 a	0,1 b
POIDS SEC TOTAL(g)	0,75a	1,0 ab	1,2 b	1,2 b	0,9 ab	0,5 c

L'augmentation des doses de DBCP induit une phytotoxicité au-delà de 27 μg /vase de végétation sur le poids sec total par rapport au témoin.

Ces résultats confirment ceux obtenus *in vitro* (cf. 1.1.2.9.) sur l'effet phytostimulant du DBCP aux doses utilisées dans le bassin arachidier du Sénégal.

Des expérimentations similaires sont en cours pour évaluer cet effet du DBCP vis à vis des autres cultures : arachide, mil et sorgho.

1.1.2.11: Conclusions

Les études menées en 1986, au champ et au laboratoire, sur les nématicides fumigants bromés permettent de formuler un certain nombre de conclusions :

- le DBCP injecté à 15 cm de profondeur à la dose de 22,5 kg/ha m.a. en dilution à 100 l/ha provoque la quasi éradication des peuplements de nématodes phytoparasites de l'ordre des Tylenchida. La culture de l'arachide l'année du traitement ne permet pas la reconstitution des populations de ces nématodes.

- dans le bassin arachidier du Sénégal (zone centre-nord) l'efficacité nématicide du DBCP est constante, quelque soit la date d'injection (0 à 30 jours par rapport au semis) ou le type de sol.

- ce nématicide n'est pas phytotoxique vis à vis de l'arachide et du niébé. Pour le mil, il apparait phytotoxique uniquement au moment de la levée. A ce stade phénologique, le sorgho n'est pas sensible à ce produit.

- parallèlement à son effet nématicide, le DBCP possède un effet phytostimulant vis à vis de l'arachide, du niébé et du sorgho. Vis à vis de l'arachide, au champ, cet effet phytostimulant décroît au fur et à mesure que l'injection du nématicide est plus tardive. Comme pour l'arachide (Baujard *et al.*, 1986), il existe une corrélation positive entre les doses du DBCP et l'augmentation des rendements du niébé. Le DBCP ne semble pas avoir d'effet de ce type sur le mil.

- la manifestation du pouvoir phytostimulant du DBCP semble fonction du type de sol où ce produit est injecté. Les données actuellement réunies permettent de supposer un blocage de la molécule active sur certains constituants du sol.

- l'EDB (dibromure d'éthylène), autre nématicide fumigant bromé, semble posséder les mêmes caractéristiques que celles du DBCP. A la différence de ce dernier, il possède un pouvoir phytostimulant vis à vis du mil ; cet effet, comme celui du DBCP vis à vis de l'arachide, décroît au fur et à mesure que l'injection du produit est plus tardive.

- parmi les autres nématicides testés cette année, aucun ne possède les caractéristiques des fumigants bromés : éradication des peuplements de nématodes phytoparasites et augmentation des rendements des cultures pluviales.

- l'acide usnique, antitranspirant d'origine biologique,

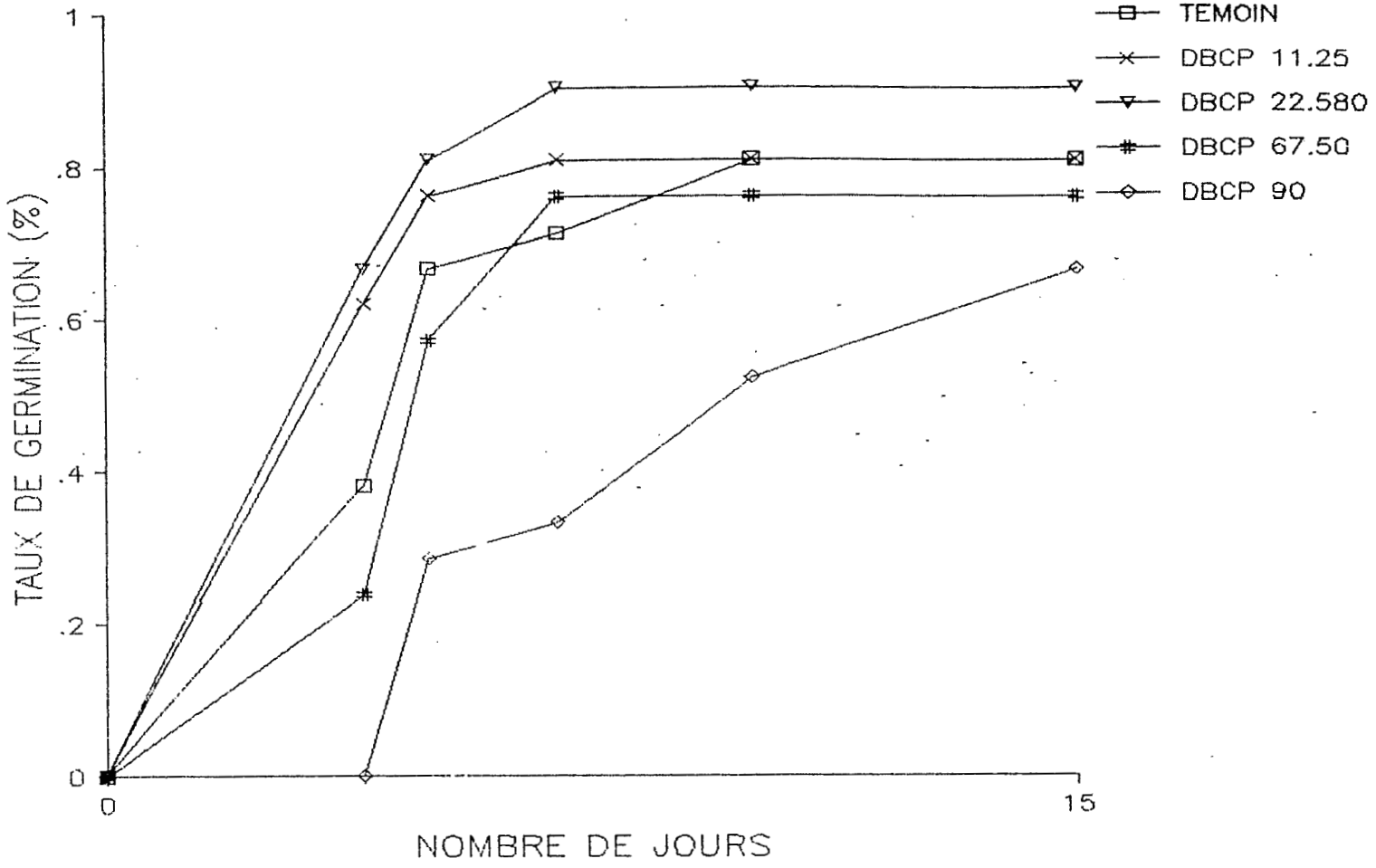


Fig. 9 : effets du DBCP sur la levée du niébé

NEBE PLUVIOMETRIE 1984-1986 (mm)

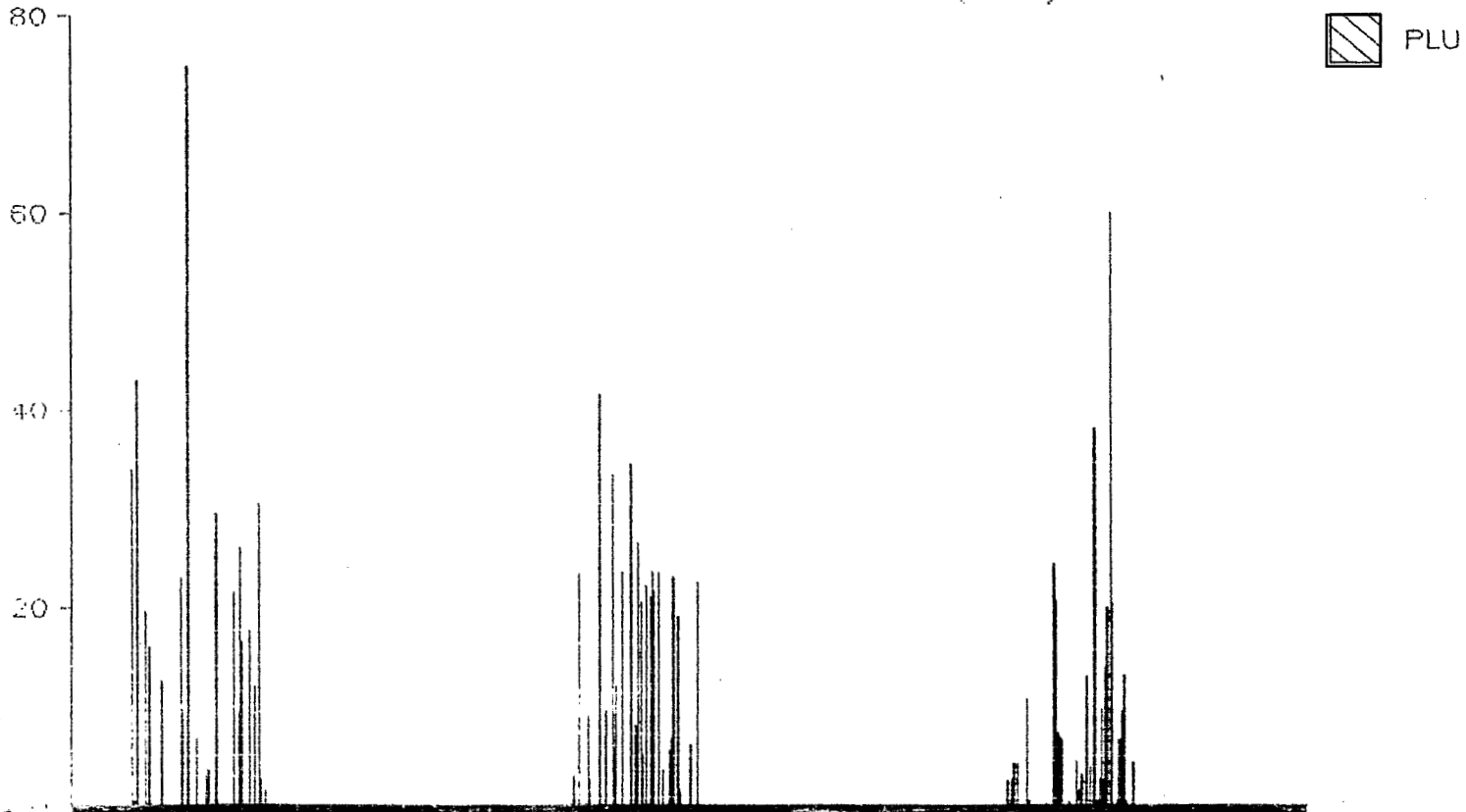


Fig. 10 : pluviométrie à Nebe pour la période 1984-1986

ne semble avoir aucun effet nématicide. Les caractéristiques pédologiques de l'essai où il fut expérimenté cette année ne permettent pas de juger de son effet sur les rendements de l'arachide.

1.1.3. Etudes sur les nématodes telluriques

Les augmentations des rendements des cultures pluviales du bassin arachidier du Sénégal consécutives aux traitements nématicides peuvent être actuellement imputées conjointement ou séparément à deux types d'action : une action directe du produit nématicide sur la plante, une action indirecte soit sur les symbiotes de la plante, soit sur les taux de populations des parasites. Parmi ceux-ci, les nématodes, dans les sols du bassin arachidier, constituent un groupe nombreux et très diversifié dont la nocuité est pratiquement inconnue.

L'action péjorative des nématodes sur les rendements des cultures pluviales de la zone sahélienne ouest africaine a été démontrée pour trois espèces : Aphasmatylenchus straturatus sur arachide au Burkina (Germani et Luc, 1982), Pratylenchus sefaensis sur maïs irrigué au Sénégal (Reversat et Germani, 1985) et Scutellonema cavenessi sur soja au laboratoire (Germani, 1981). Un effet nocif de ce dernier nématode sur le développement de l'arachide au laboratoire a également été enregistré (Germani, 1981). Cependant, une corrélation positive entre les taux de population de S. cavenessi et les rendements de l'arachide a été établie sur des essais multilocaux au champ.

Ces trois exemples montrent i) la réalité de l'effet pathogène de certains nématodes phytoparasites dans la zone sahélienne, ii) l'absence quasi complète de données sur les espèces qui peuplent les sols de cette zone.

Des recherches ont donc été entreprises depuis plusieurs années pour i) étudier l'évolution des populations et déterminer les facteurs qui conditionnent cette évolution, ii) tester au laboratoire la validité des hypothèses découlant des observations effectuées au champ, iii) prospecter les sols de la zone sahélienne, iv) identifier et caractériser les espèces présentes, v) mettre au point les techniques d'élevage au laboratoire pour entreprendre des tests de nocuité.

1.1.3.1. Dynamique des populations en fonction de l'hôte et de la rotation culturale. Influence des facteurs biotiques et abiotiques.

. Caractéristiques de l'essai :

Cet essai est dénommé "essai rotation" dans le texte.

-localisation : Nebe, km 5, route Diourbel-Gossas

-dispositif expérimental : essai randomisé à sept traitements et six répétitions par traitement. Traitements : RNT = rotation arachide-mil ; RT = rotation arachide-mil traitée au metam sodium à la dose de 31,25 kg/ha m.a. en dilution à 100 l/ha le 16.06.1984 ; ARA = monoculture d'arachide ; MIL = monoculture de mil ; SOR = monoculture de sorgho ; NIE = monoculture de niébé ; JAC = jachère permanente. Surface parcellaire = 36 m² ; allées de 3 m de large non cultivées ; surface totale 3762 m².

-précédent cultural : mil pendant l'hivernage 1983

-cultivars utilisés : arachide cv 55-437 ; mil cv SOUNA III ; sorgho cv CF 151-252 ; niébé cv N 58-57.

-fertilisation : légumineuses avec 6N-20P-10K, céréales et

jachère avec 14N-7P-7K à la dose de 150 kg/ha

-semis : arachide semée à 45x15 cm, mil et niébé semés à 100x100 cm ; sorgho semé à 100x50 cm.

-moyens : traitement nématicide effectué à 15 cm de profondeur à l'injecteur à traction animale. Semis (en sec pour les céréales) et fertilisation réalisés manuellement. Analyses nématologiques des populations telluriques sur 250 ml de sol provenant d'échantillons (trois par parcelle, pendant la saison sèche, un par parcelle pendant la saison des pluies), prélevés au hasard dans chaque parcelle et soigneusement mélangés ; les nématodes sont dénombrés en deux fois, sept et quatorze jours après passage sur un filtre de cellulose. Analyses nématologiques des populations endoracinaires sur un système racinaire par parcelle par extraction dans un asperseur à brouillard. Mesure du taux d'humidité des sols par pesées du sol humide et du sol sec (après passage de sept jours à 120°C) sur le sol parallèlement soumis à l'analyse nématologique.

-calendrier des opérations (tableau 17)

-pluviométrie (tableau 17 et fig. 10)

. Résultats :

-espèces observées : au point de vue spécifique, les populations observées correspondent aux populations du bassin arachidier du Sénégal (Baujard *et al.*, 1985). Chez les Tylenchida, les Tylenchorhynchidae sont représentés essentiellement par Dolichorhynchus sulcatus ; T. gladiolatus apparaît de manière épisodique. Telotylenchus ventralis est la seule espèce de Belonolaimidae présente. Pratylenchus sefaensis est la seule espèce du genre identifiée sur l'essai. A l'exception d'Aphasmatylenchus variabilis, toutes les espèces d'Hoplolaimoidea sont présentes : Scutellonema cavenessi, Hoplolaimus pararobustus, Helicotylenchus dihystra, Peltamigratus macbethi et Senegalonema sorghi. Les Criconemctoidea sont représentés, peu fréquemment et toujours en petit nombre, par Criconemella curvata et Paratylenchus sp. Les autres ordres (Aphelenchida, Rhabditida et Dorylaimida) comprennent des espèces ubiquistes pour la zone.

-effets de la culture :

Ces effets ont été étudiés sur les taux d'humidité des sols en 1986 et sur l'évolution des populations de nématodes pendant toute la période considérée.

--effets sur le taux d'humidité du sol : la culture du niébé, du sorgho et de l'arachide induisent les plus forts taux d'humidité du sol ; le cas du sorgho est particulier en raison du très mauvais développement de cette plante sur le site et ce pour la deuxième saison des pluies consécutive. Le taux d'humidité sous arachide est légèrement inférieur à celui enregistré sous niébé. La culture du mil et la jachère induisent des taux d'humidité du sol très inférieurs aux précédents, en moyenne de plus de 1%. (fig. 11)

--effets sur l'évolution des populations : l'analyse de l'évolution de la totalité de la nématofaune tellurique (fig. 12) permet de distinguer deux phases : i) une phase d'accroissement des populations qui débute après la réhumidification des sols consécutive aux premières pluies de l'hivernage et se termine avec le dessèchement de ces sols juste après la dernière pluie, ii) une phase de décroissance plus ou moins rapide qui débute juste après la fin de l'hivernage et cesse au début de l'hivernage suivant. L'hôte végétal présent condi-

TABLEAU 17 : NEBE, ESSAI ROTATION : CALENDRIER DES OPERATIONS ET CARACTERISTIQUES PLUVIOMETRIQUES

	1984	1985	1986	1987
analyses nématologiques	25.04	07.01	10.02	05.01
	06.07	04.02	10.03	02.02
	06.08	11.03	08.04	02.03
	15.09	01.04	13.05	06.04
	05.10	06.05	10.06	
	08.11	03.06	07.07	
	05.12	22.07	21.07	
		05.08	05.08	
		19.08	11.08	
		02.09	25.08	
		16.09	08.09	
		30.09	22.09	
		14.10	06.10	
	28.10	20.10		
	11.11	03.11		
	25.11	17.11		
		01.12		
première pluie	14.06	23.06	23.06	
dernière pluie	05.10	05.10	08.10	
durée de la saison des pluies (nombre de jours)	113	100	107	
pluviométrie (mm)	420	473,5	325	
nombre de jours de pluie	26	30	36	
pluviométrie moyenne par jour (mm)	3,7	4,74	3,1	

TABLEAU 18 : TAUX DE MULTIPLICATION DU NEMATODE SCUTELLONEMA CAVENESSI EN FONCTION DE L'HOTE ET DE LA PERIODE CONSIDEREE.

	Hivernage	Saison sèche
1984-1985		
ARA	0,660	0,67
MIL	1,460	0,45
NIE	1,625	0,615
JAC	1,460	0,52
1985-1986		
ARA	2,15	0,29
MIL	9,26	0,16
NIE	3,83	0,20
JAC	3,09	0,47
1986-1987		
ARA	1,78	
MIL	3,37	
NIE	2,5	
JAC	1,25	

tionne l'amplitude de ces évolutions : en dehors du sorgho pour lequel les données ne sont pas interprétables en raison du très mauvais développement de la végétation, nous pouvons classer les spéculations pratiquées en trois groupes pour la

NEBE-ESSAI ROTATION

HUMIDITE DU SOL (%)

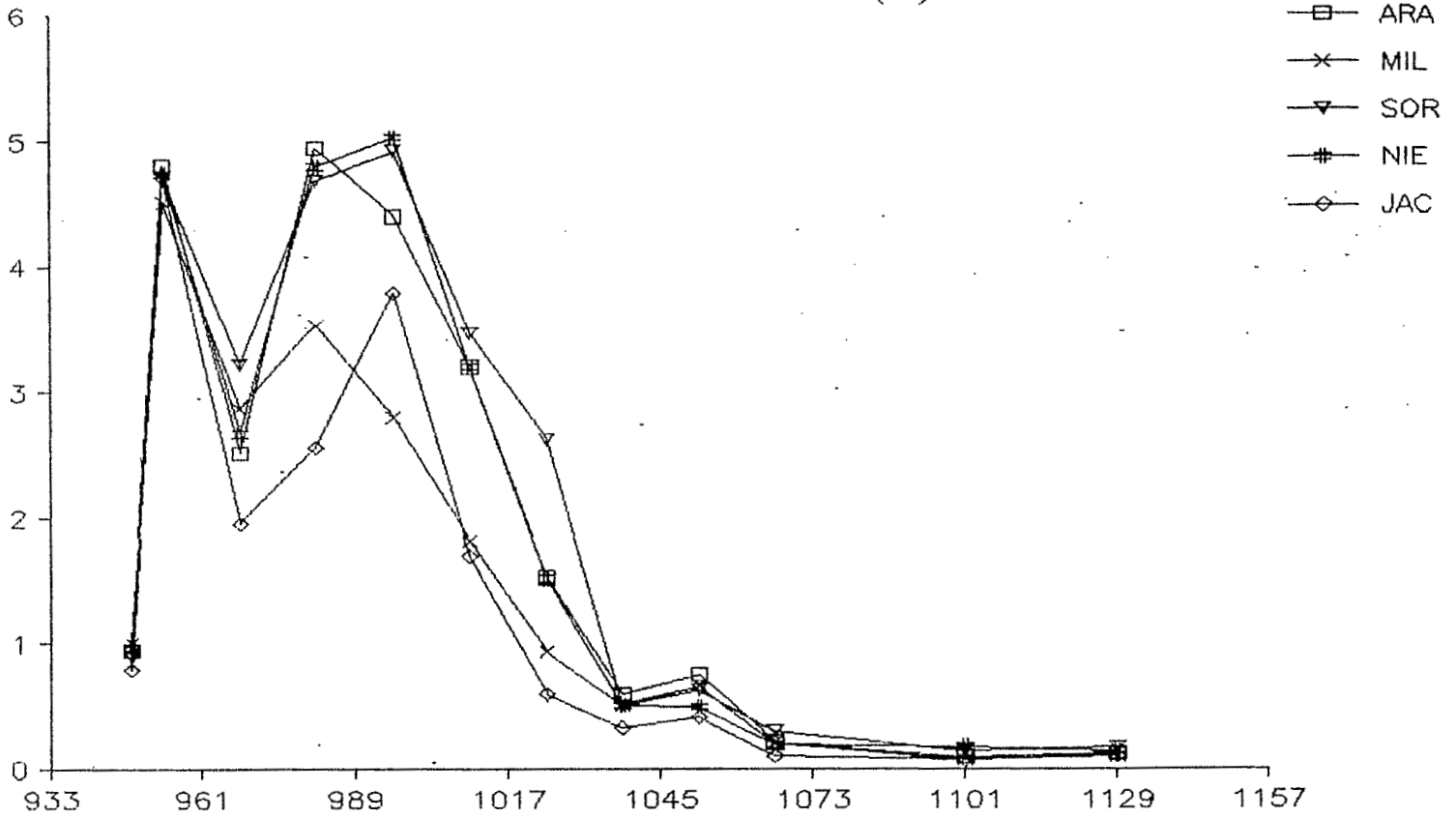


Fig. 11 : Nebe, essai rotation - influence de la culture sur le taux d'humidité du sol pendant l'hiverncge 1986.

NEBE-ESSAI ROTATION

POPULATION TOTALE

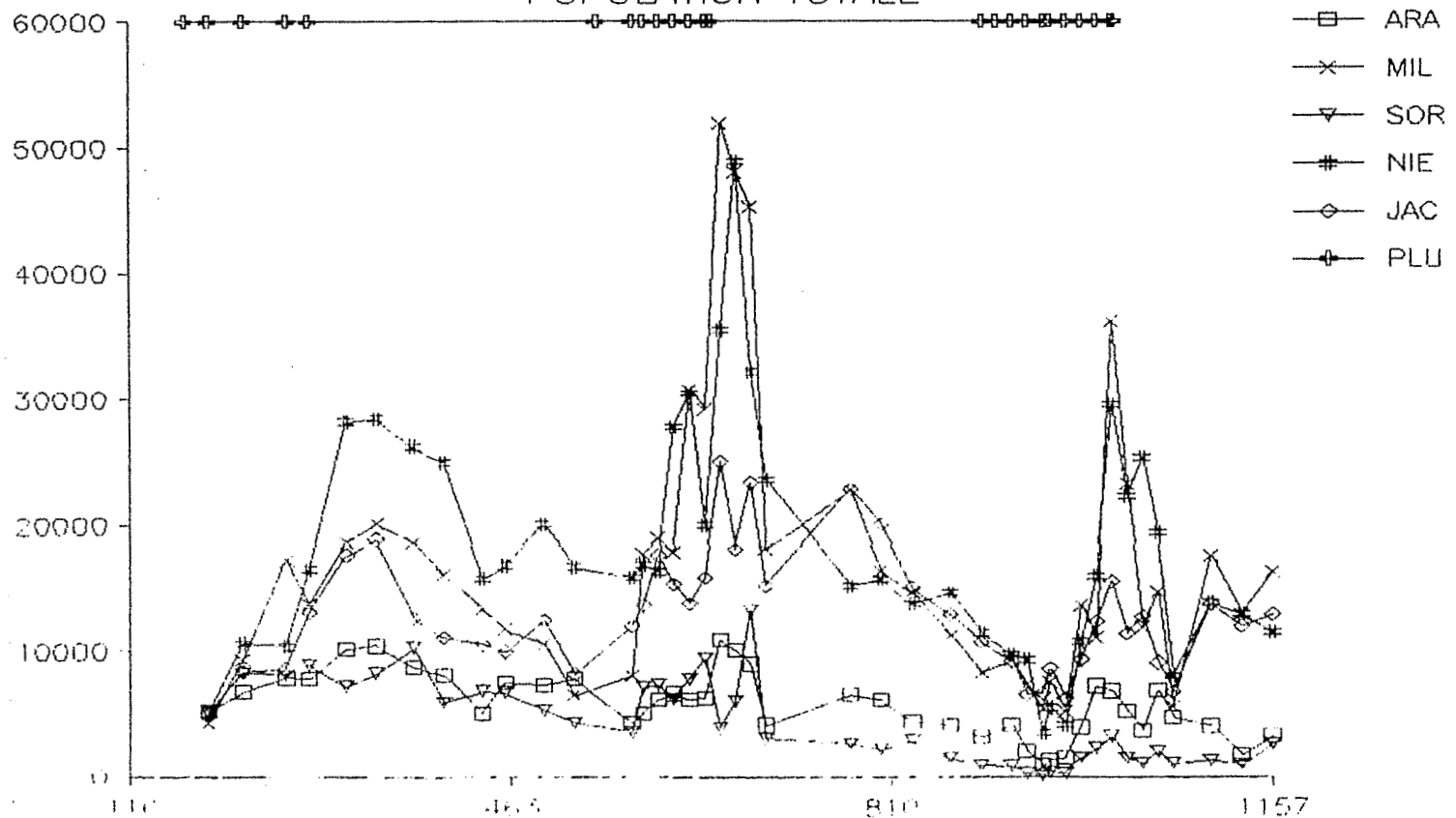


Fig. 12 : Nebe, essai rotation - évolution annuelle de la nématofaune tellurique (ARA=arachide ; MIL=mil ; SOR=sorgho ; NIE=niébé ; JAC=jachère ; PLU= durée de la saison des pluies).

première phase

* groupe qui induit de hauts niveaux de population : mil et niébé

* groupe qui induit des niveaux moyens de population : jachère

* groupe qui induit de bas niveau de population : arachide.

Pour la deuxième phase, la décroissance des taux de population apparaît d'autant plus forte que les taux de population atteignent des niveaux plus élevés au cours de la saison des pluies ; les taux de survie, mesurés par le rapport des taux de population en fin et début de saison sèche (tableau 18) confirment ces observations.

Il apparaît également que la "qualité" de la saison des pluies (montant total des précipitations et périodicité de ces précipitations) conditionne ces taux de survie. La variation importante enregistrée entre les deux saisons sèches 1984-1985 et 1985-1986 semble lui être due. Ces paramètres influent de manière importante sur le taux d'humidité des sols qui est un des facteurs déterminant de la multiplication des nématodes (cf 1.1.3.5.).

L'analyse détaillée de l'évolution des populations par groupe taxonomique (famille ou ordre) ou par espèce (fig. 13) autorise les constatations suivantes :

---les Tylenchidae et Anguinidae ne semblent pas directement influencés par le végétal cultivé. La jachère induit cependant les plus hauts niveaux de population dès la deuxième année de pratique.

---les Tylenchorhynchidae sont représentés par le nématode Dolichorhynchus sulcatus. Une autre espèce, Tylenchorhynchus gladiolatus, n'apparaît que de manière très épisodique. Toutes les cultures à l'exception de celle de l'arachide permettent un bon développement de cette espèce. Le niébé apparaît au champ comme le meilleur hôte.

---les Belonolaimidae sont représentés par une seule espèce Telotylenchus ventralis. Seul le sorgho permet, malgré son faible développement végétatif, une bonne multiplication de ce nématode. On assiste à un développement moyen sous jachère et arachide alors que le mil, et le niébé ne permettent que le maintien des populations.

---les Hoplolaimoidea comptent cinq espèces sur le site : Scutellonema cavenessi, Hoplolaimus pararobustus, Helicotylenchus dihystrera, Peltamigratus macbethi et Senegalonema sorghi.

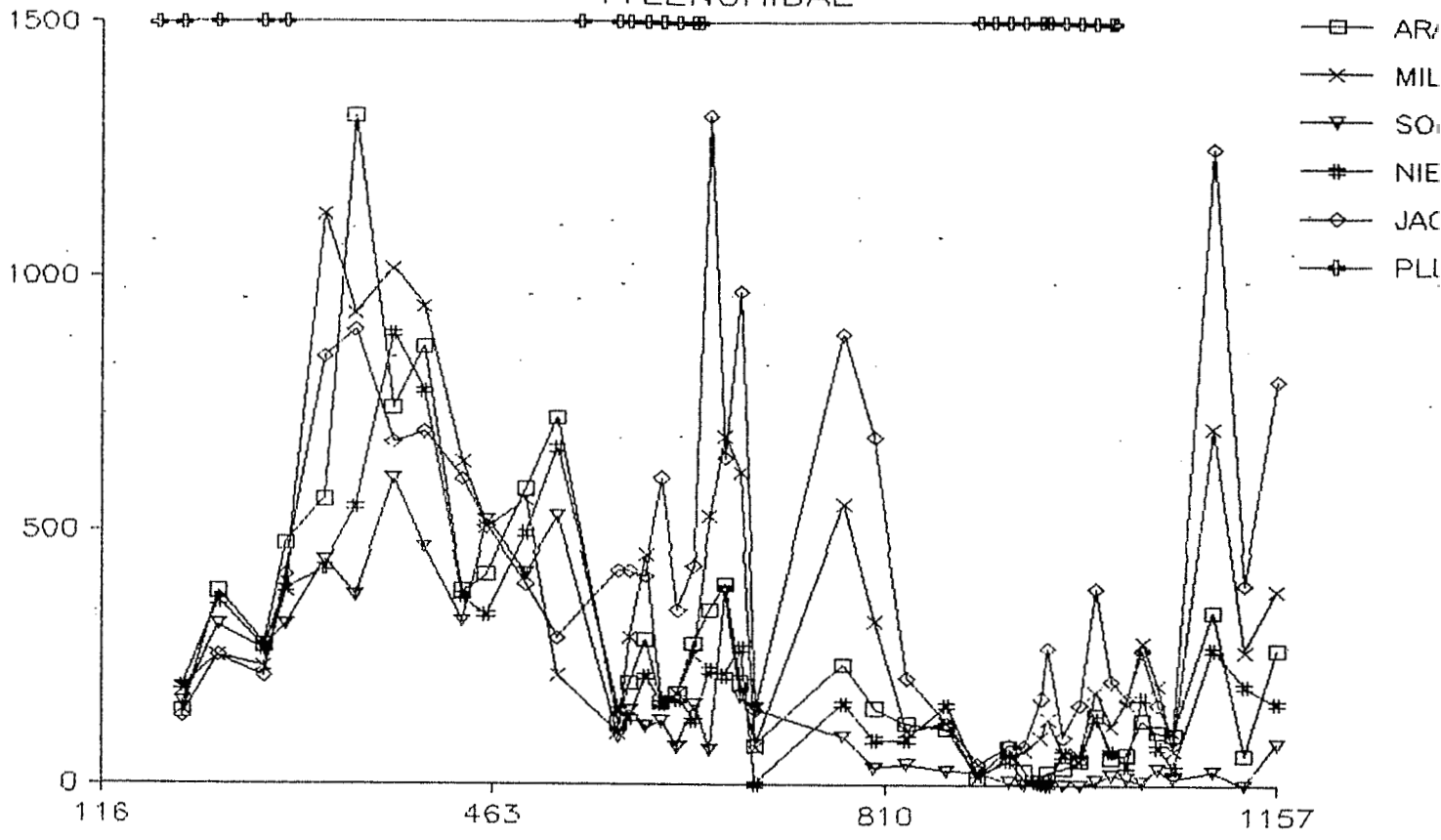
On enregistre pour S. cavenessi les mêmes tendances que celles observées précédemment pour l'ensemble de la nématofaune tellurique ; ce phénomène est dû au fait que ce nématode est numériquement le plus abondant sur le site. Le mil et le niébé sont les meilleurs hôtes pour ce nématode qui trouve dans les plantes constituant le couvert végétal de la jachère de bonnes sources d'alimentation. La diminution régulière des populations enregistrée sous arachide tout au long de cette expérience s'explique par le fait que cette plante ne permet pas au nématode de se multiplier suffisamment pour compenser la mortalité qui l'affecte au cours de la saison sèche.

Le mauvais développement végétatif du sorgho conduit à un effet de "jachère nue" analogue à celui enregistré par Duncan (1986). La dynamique des populations enregistrée en 1984-1985 et 1985-1986 permet de conclure à l'existence de deux phases très nettement séparées dans le cycle annuel de cette espèce : la multiplication s'initie dès les premières pluies et se poursuit tout au long de l'hivernage ; à la fin de celui-ci,

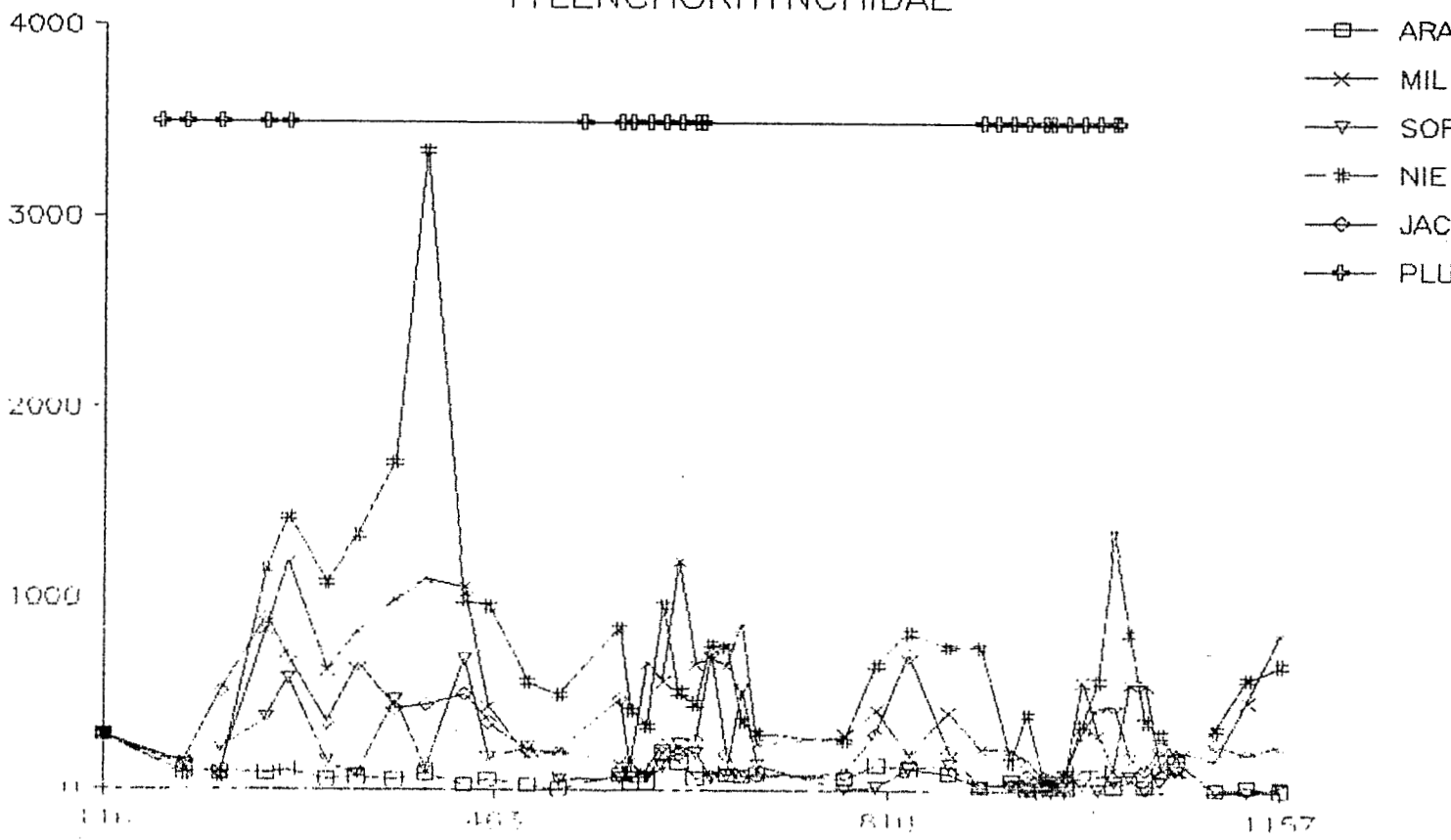
Fig. 13 : Nebe, essai rotation ; évolution des populations de nématodes en fonction de l'hôte

- Tylenchidae et Anguinidae
- Tylenchorhynchidae
- Belonolaimidae
- Scutellonema cavenessi
- Hoplolaimus pararobustus
- Helicotylenchus dihystra
- Peltamigratus macbethi
- Senegalonema sorghi
- Rhabditida
- Dorylaimida
- Aphelenchida

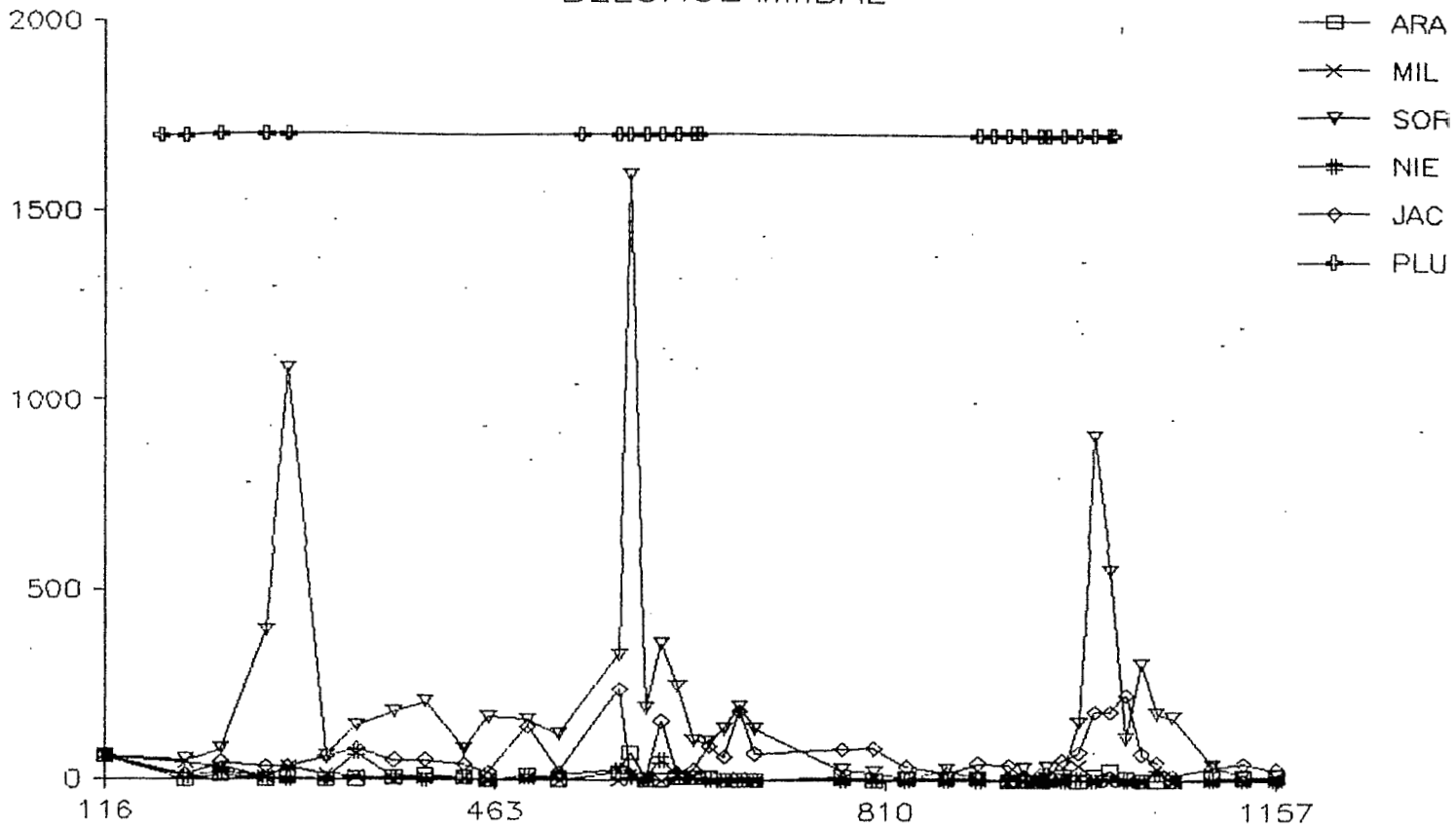
NEBE-ESSAI ROTATION TYLENCHIDAE



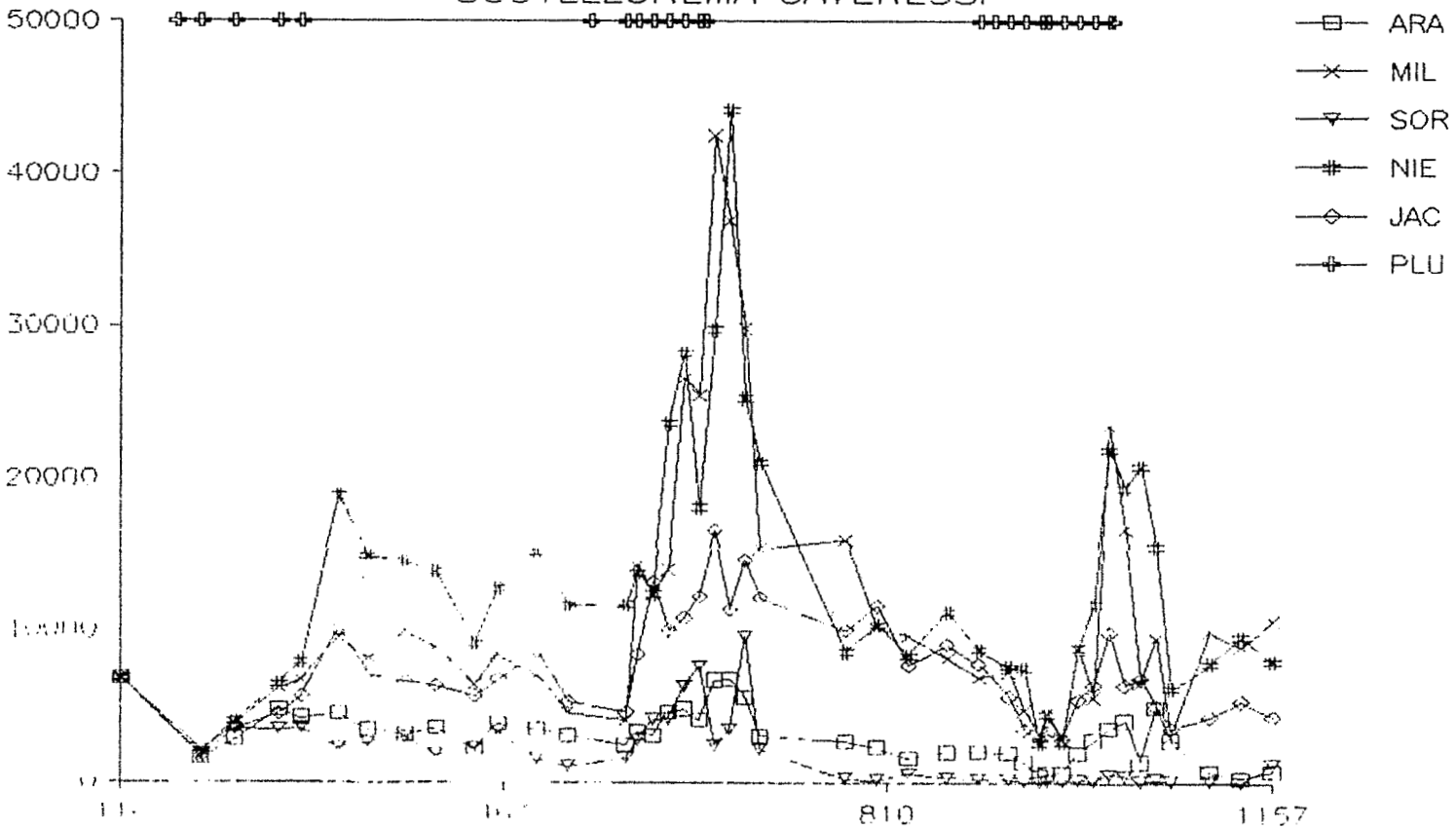
NEBE-ESSAI ROTATION TYLENCHORHYNCHIDAE



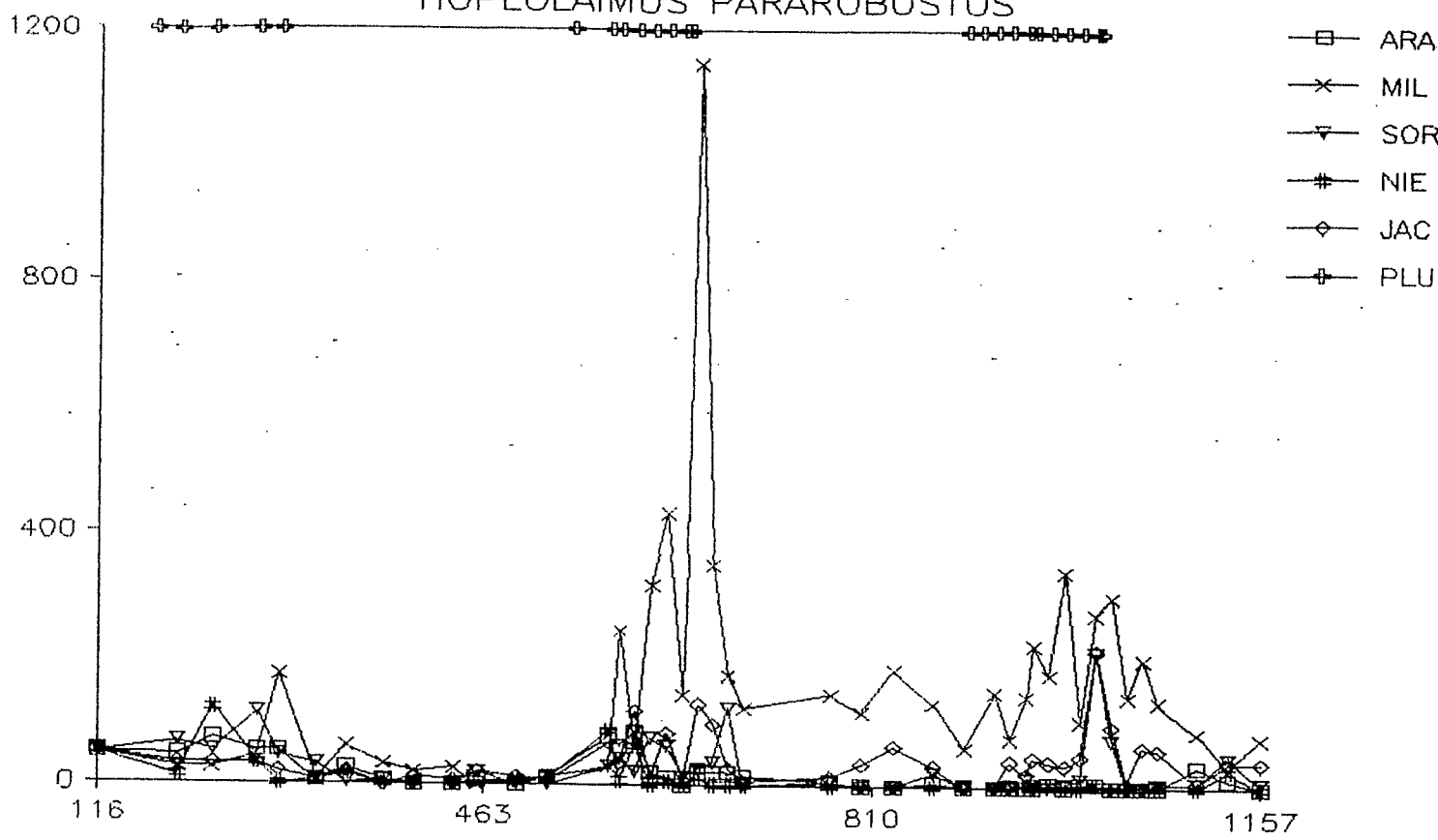
NEBE-ESSAI ROTATION BELONOLAIMIDAE



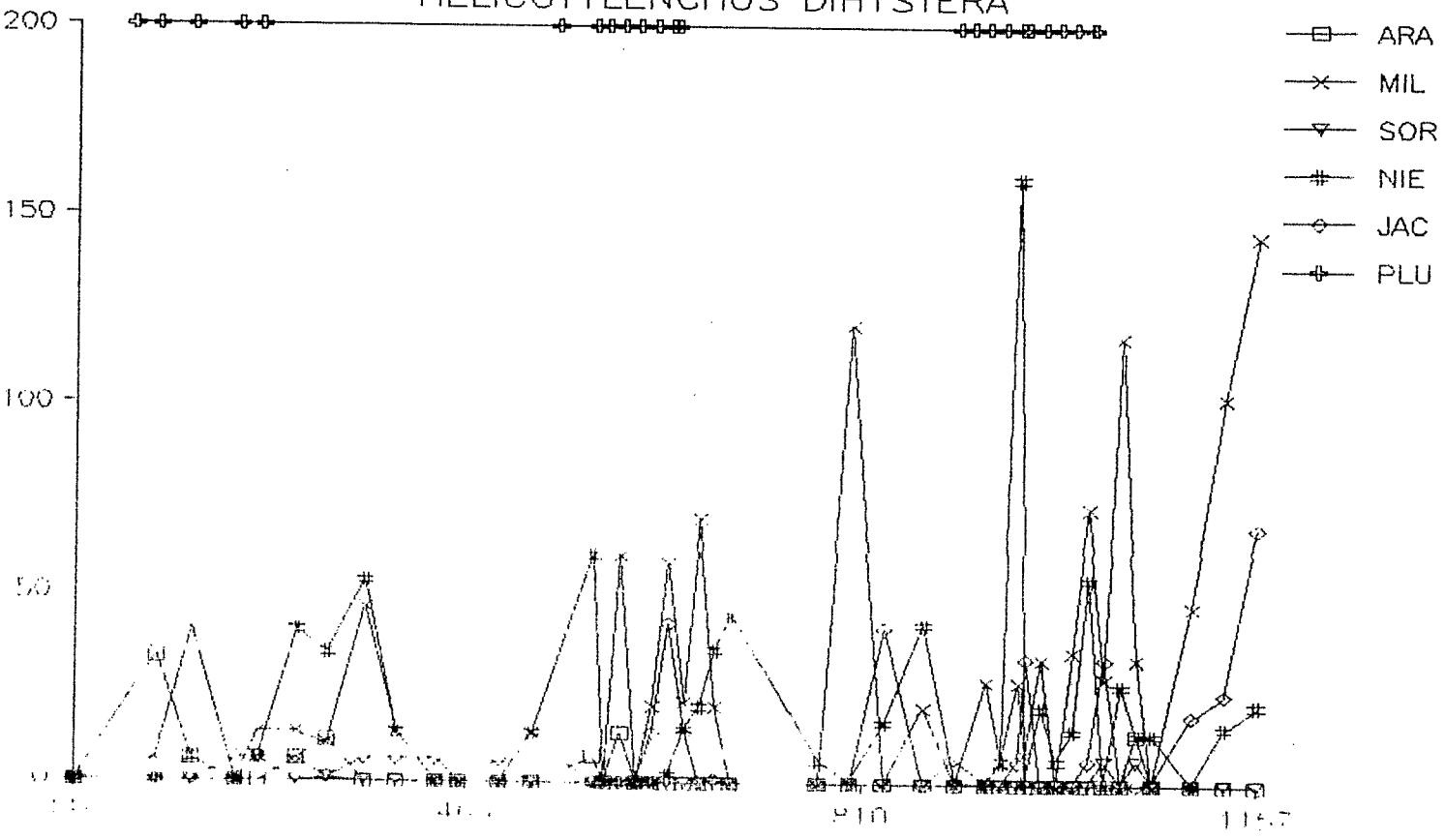
NEBE-ESSAI ROTATION SCUTELLONEMA CAVENESSI



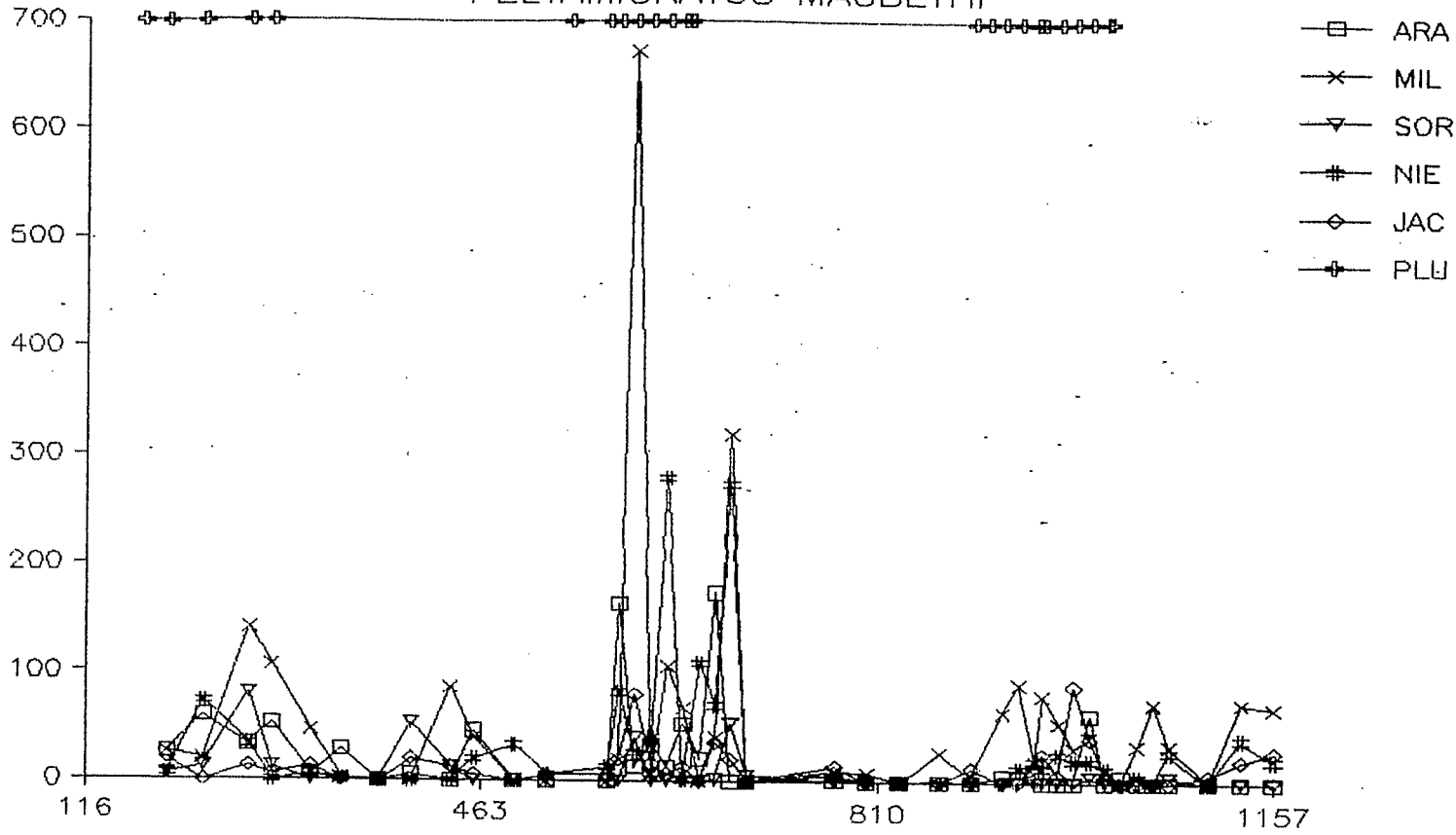
NEBE-ESSAI ROTATION HOPLLOLAIMUS PARAROBUSTUS



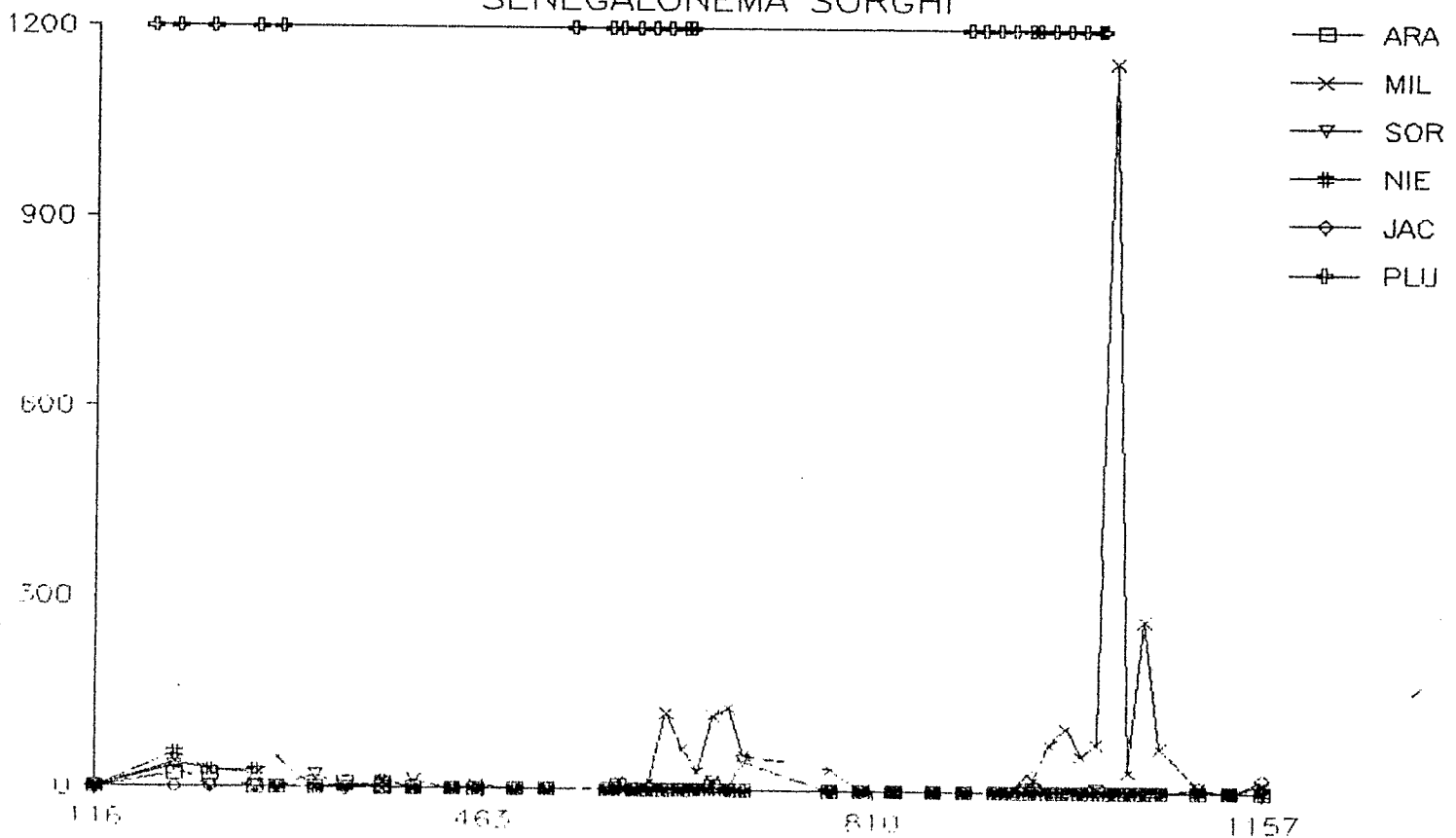
NEBE-ESSAI ROTATION HELICOTYLENCHUS DIHYSTERA



NEBE-ESSAI ROTATION PELTAMIGRATUS MACBETHI

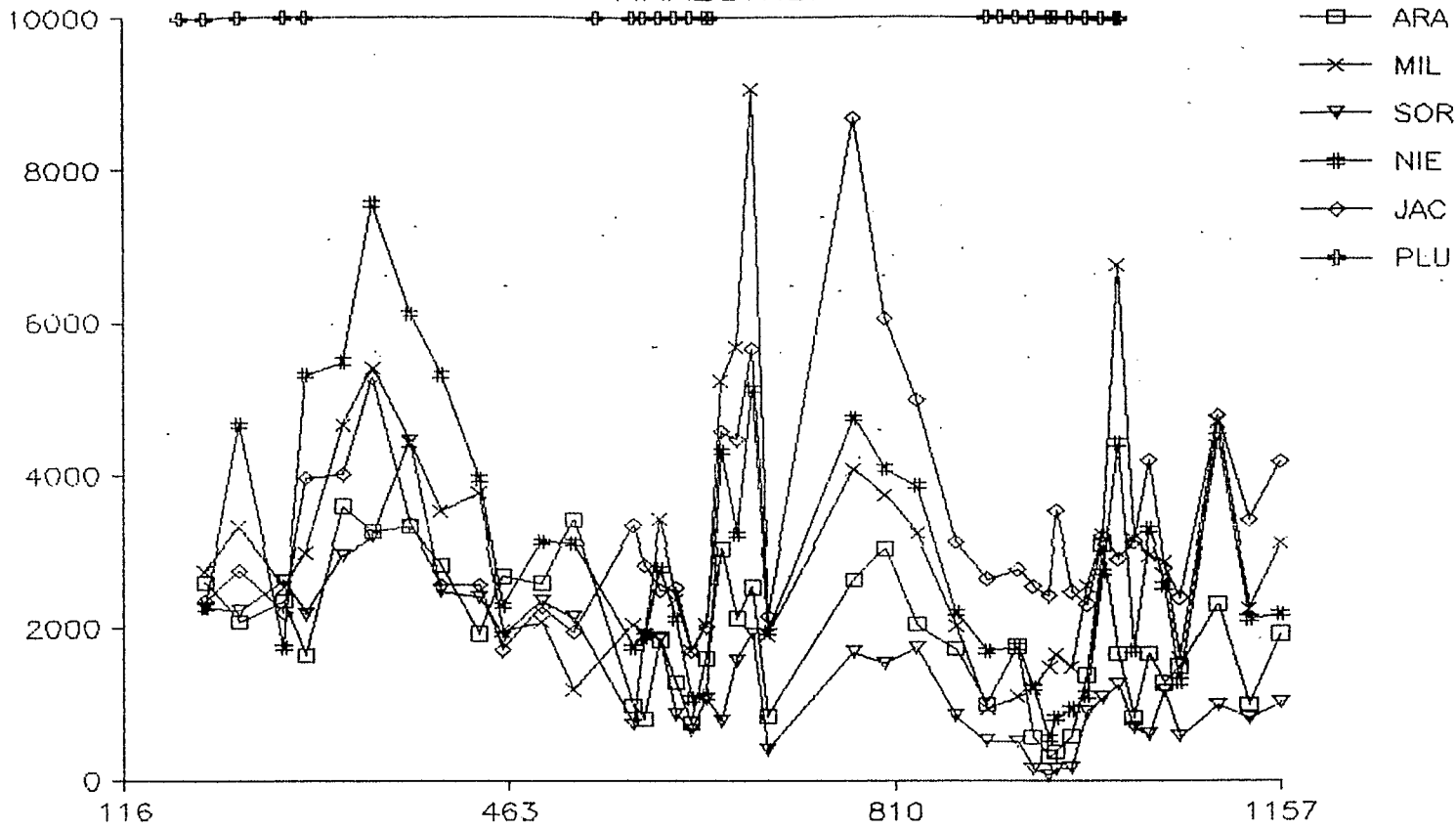


NEBE-ESSAI ROTATION SENEGALONEMA SORGHI



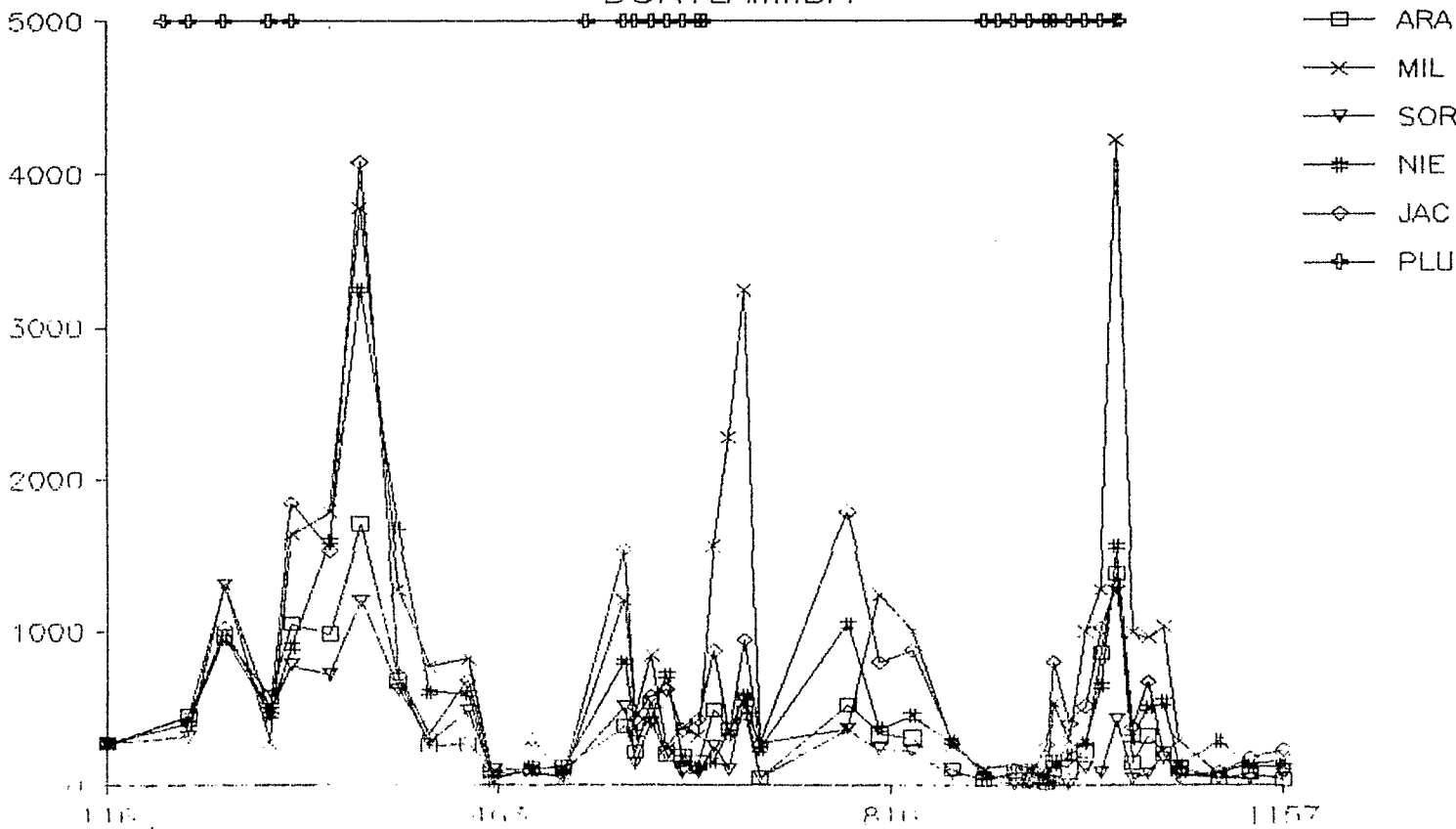
NEBE-ESSAI ROTATION

RHABDITIDA

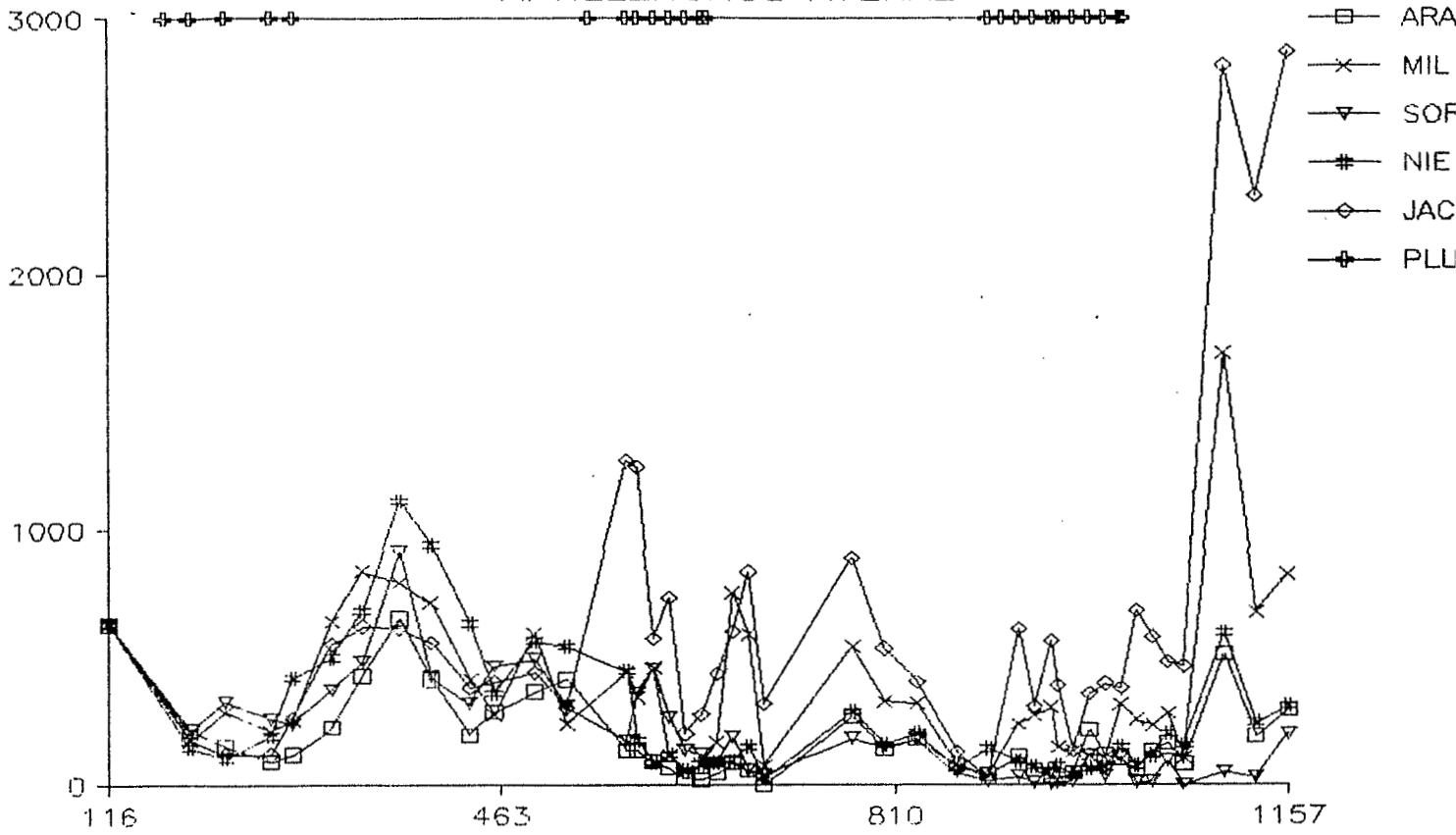


NEBE-ESSAI ROTATION

DORYLAIMIDA



NEBE-ESSAI ROTATION APHELENCHUS AVENAE



on assiste à un quasi doublement des taux de populations telluriques, doublement qui ne correspond en aucune manière à une sortie des stades endoracinaires (cf. 1.1.2.1., 1.1.3.2., Baujard et al., 1986). Nous supposons actuellement que ce nématode migre vers les horizons superficiels à l'orée de la saison sèche pour entrer en anhydrobiose au fur et à mesure que ces horizons se dessèchent. Notons que cette première phase, comme d'ailleurs la seconde, est rigoureusement identique pour toutes les cultures envisagées ; seule l'amplitude de variation est fonction de l'hôte. Ce schéma se trouve perturbé par les accidents climatiques : on assiste, lors de la saison des pluies 1986 à une rupture en début de cycle de multiplication, rupture liée à un arrêt des pluies et étroitement corrélée avec l'évolution du taux d'humidité du sol (cf. 1.1.3.2.). Dès que des conditions favorables réapparaissent, les phénomènes de multiplication précédemment évoqués reprennent.

La seconde phase débute juste à la fin de l'hivernage dans un délai de 0 à 30 jours après la dernière pluie. Elle se caractérise par la décroissance des taux de populations jusqu'à la première pluie de l'hivernage suivant. L'ampleur de cette décroissance est variable suivant les années et semble inversement corrélée avec celle de la multiplication intervenue au cours de la précédente saison des pluies. (tableau 18).

Cette alternance de phases de multiplication-mortalité aboutit, à l'exception notable de l'arachide, à un maintien des taux de populations pour cette espèce : le rapport entre les taux de populations de fin de saison sèche 1986 et 1984 donne les valeurs suivantes : 0,30 pour l'arachide ; 1,00 pour le mil ; 1,28 pour le niébé et 1,14 pour la jachère. L'analyse des résultats obtenus précédemment (Baujard et al., 1986 ; Demeure, 1976) et cette année (cf. chapitres suivants) montrent que la biologie de ce nématode est sous la dépendance de nombreux facteurs qui sont plus ou moins interdépendants : hôte, précédent cultural, humidité du sol, niveau des populations initiales, vitesse de déshydratation.

Pour Senegalonema Sorghi et Hoplolaimus pararobustus, le mil apparaît l'hôte le meilleur ; la monoculture du mil conduit à une augmentation régulière du taux de populations de ces deux espèces au cours des hivernages successifs. Rappelons que ces deux nématodes sont capables de migrer dans les horizons profonds du sol en cours de saison sèche. La jachère abrite des populations moyennes d'H. pararobustus. Les deux dernières espèces d'Hoplolaimidae, Helicotylenchus dihystra et Peltamigratus macbethi ont des évolutions de taux de populations ininterprétables : ceci est dû à leurs très faibles fréquence et abondance dans ce site. Notons cependant que le mil apparaît hôte pour ces deux espèces alors que le niébé ne semble l'être que pour la première ; ces données sont confirmées par les élevages du laboratoire. (cf. 1.1.3.3.).

Pour les trois derniers groupes inventoriés, Aphelenchida, Rhabditida et Dorylaimida, les tendances observées apparaissent identiques : la culture du mil et la pratique de la jachère autorisent un bon développement des populations ; la culture du niébé semble moins favorable alors que celle de l'arachide induit les plus faibles taux de populations pour les représentants de ces trois groupes.

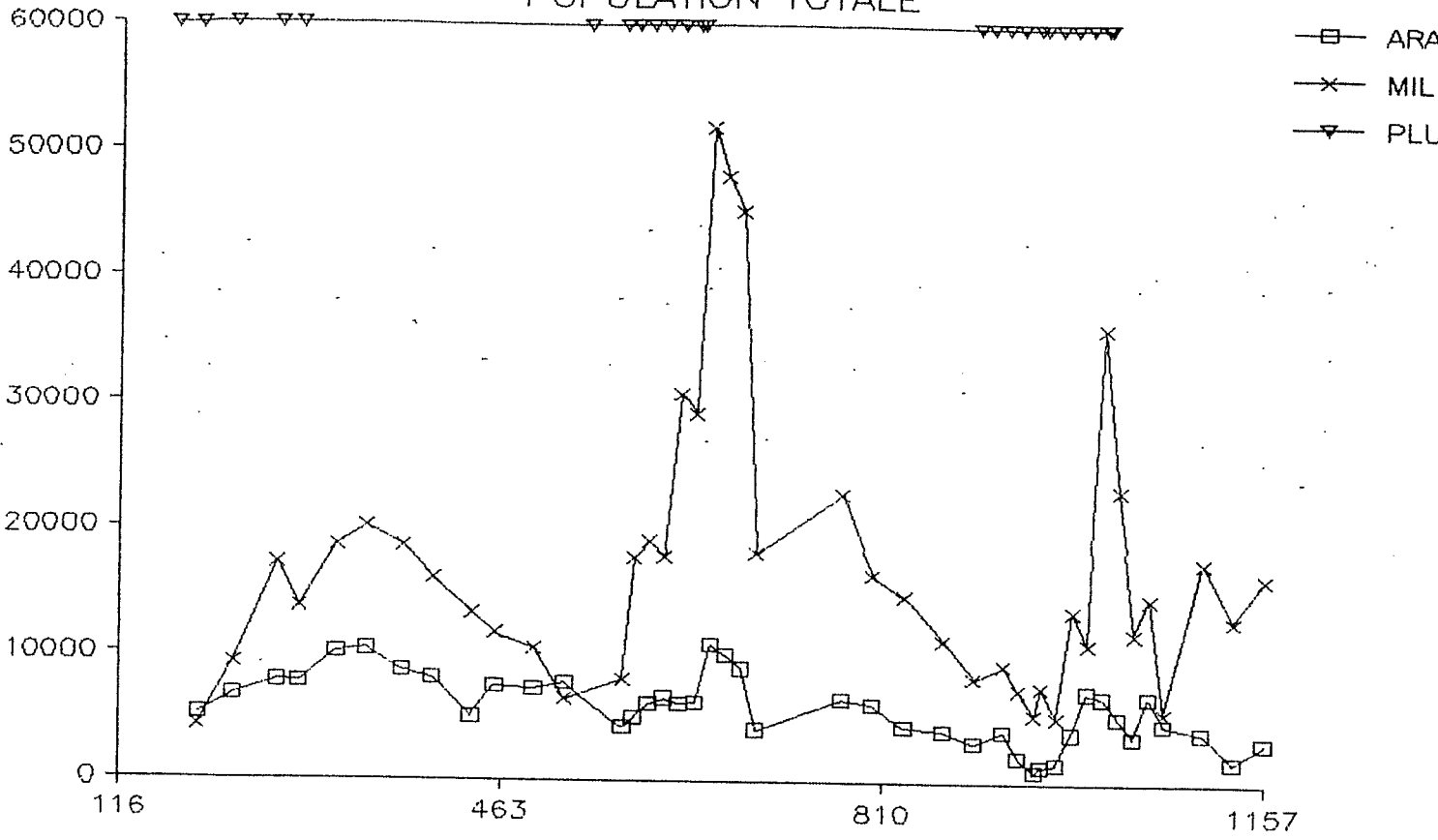
-effets de la rotation :

Fig. 14 : Nebe, essai rotation ; évolution des populations de nématodes en fonction de la rotation

- Tylenchidae et Anguinidae
- Tylenchorhynchidae
- Belonolaimidae
- Scutellonema cavenessi
- Hoplolaimus pararobustus
- Helicotylenchus dihystra
- Peltamigratus macbethi
- Senegalonema sorghi
- Aphelenchida
- Rhabditida
- Dorylaimida

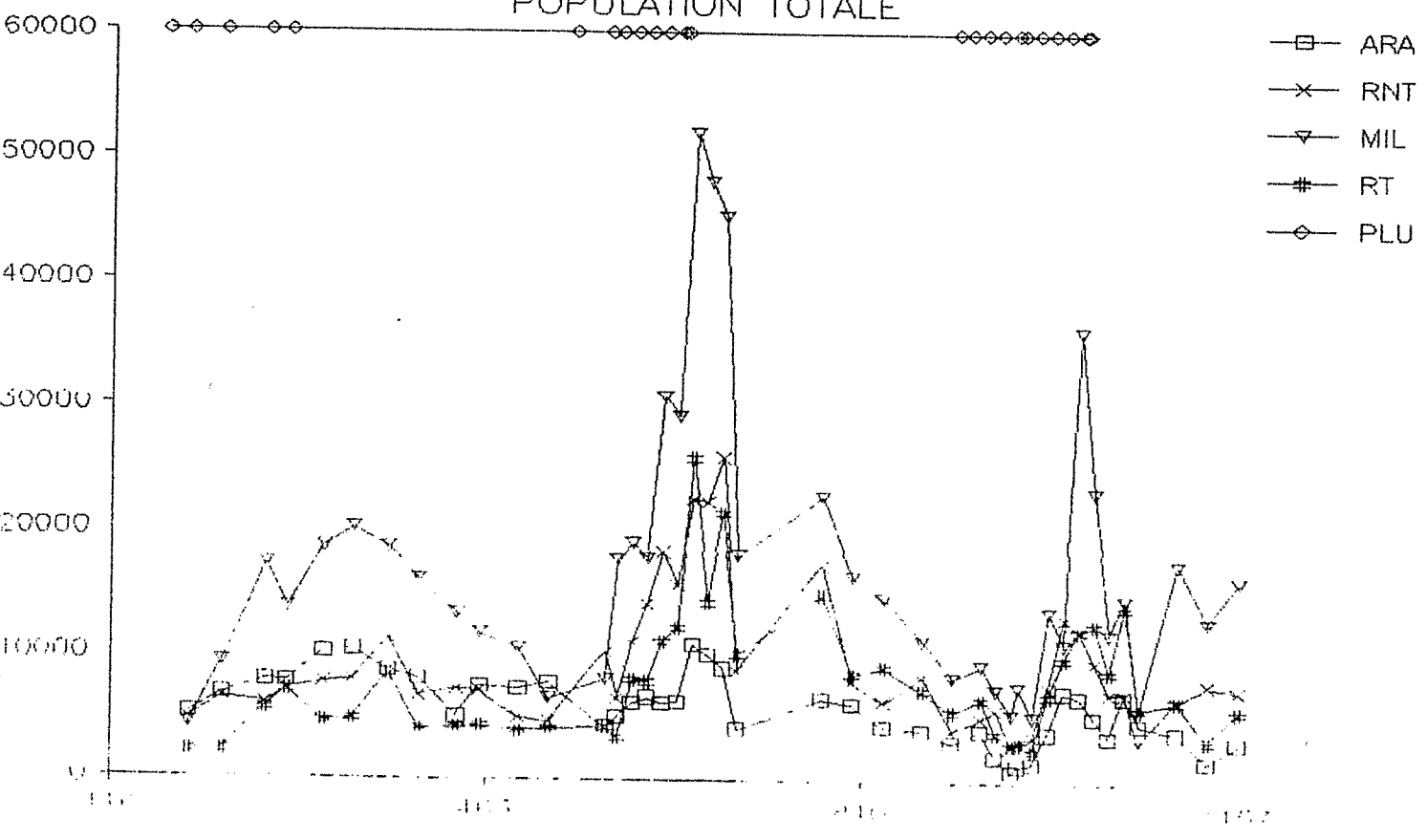
NEBE-ESSAI ROTATION

POPULATION TOTALE



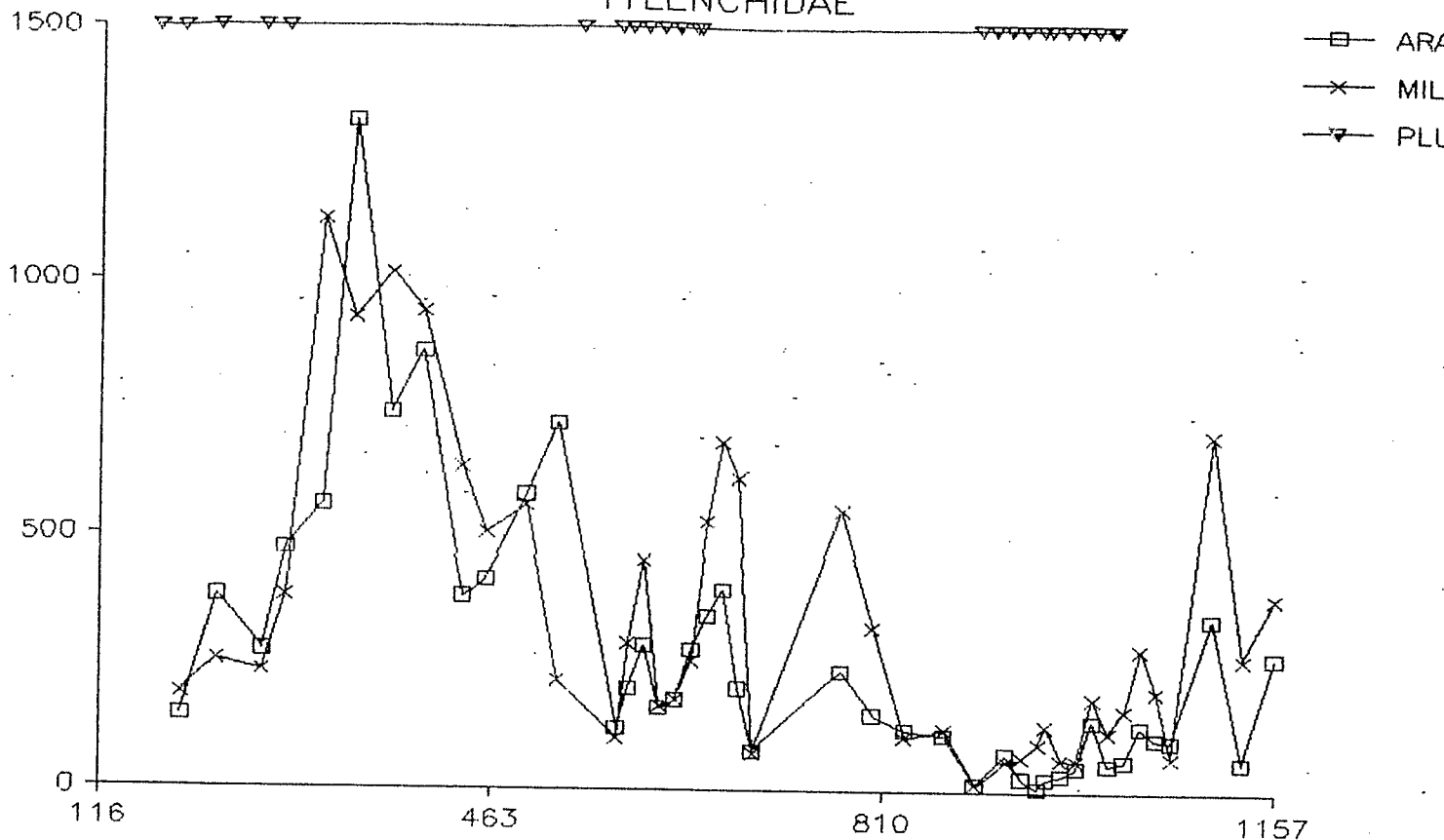
NEBE-ESSAI ROTATION

POPULATION TOTALE



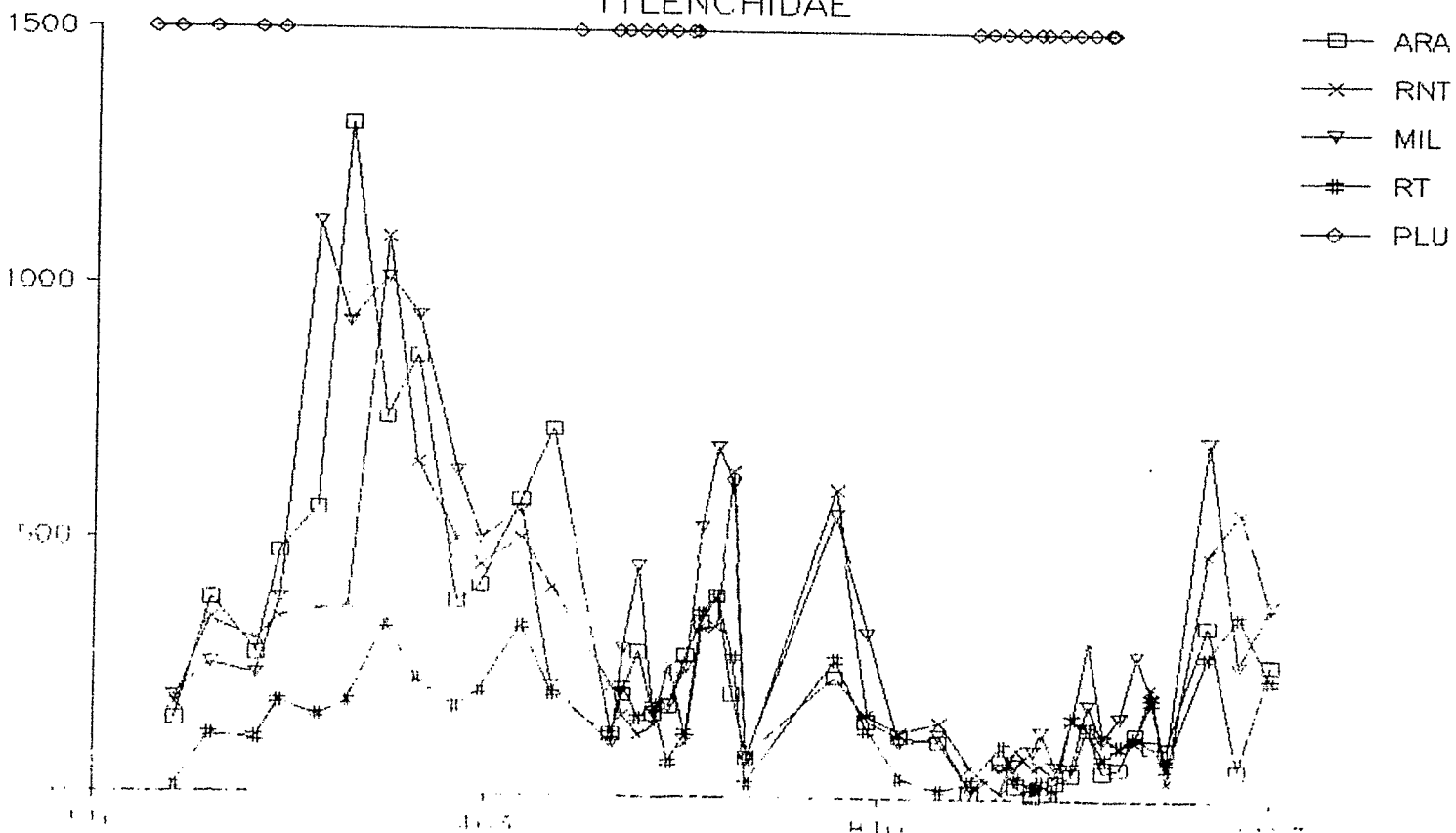
NEBE-ESSAI ROTATION

TYLENCHIDAE

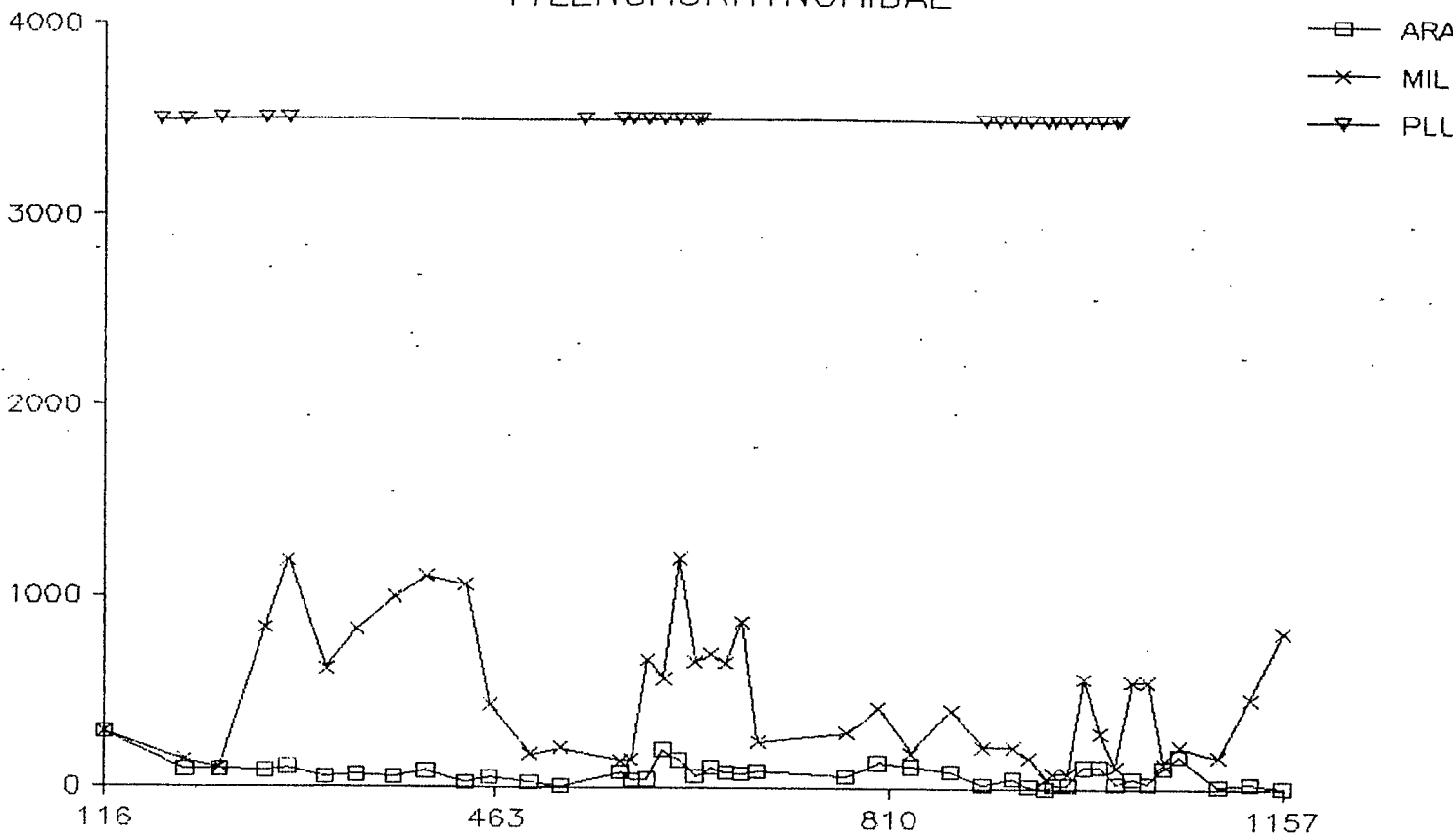


NEBE-ESSAI ROTATION

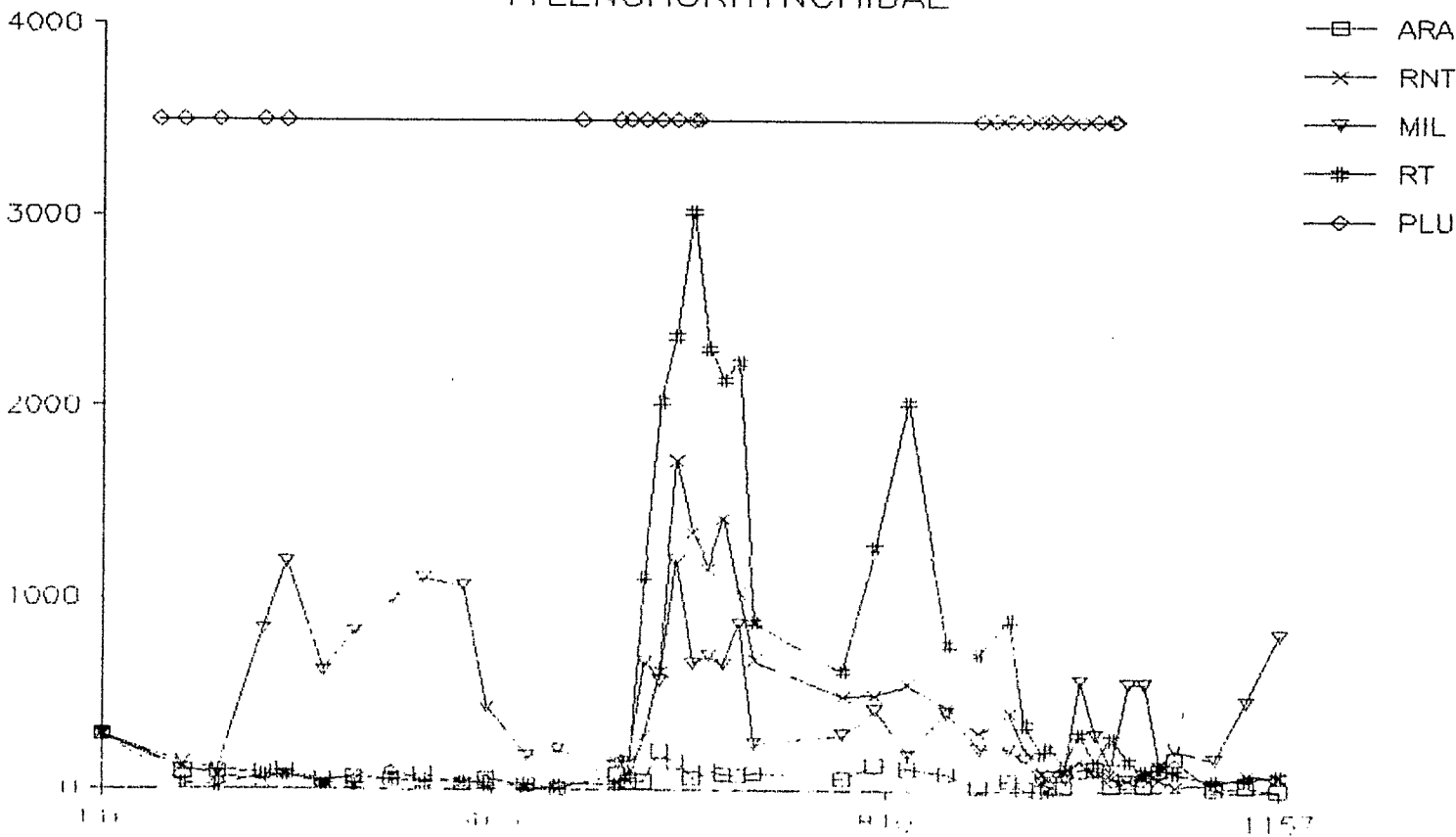
TYLENCHIDAE



NEBE-ESSAI ROTATION TYLENCHORHYNCHIDAE

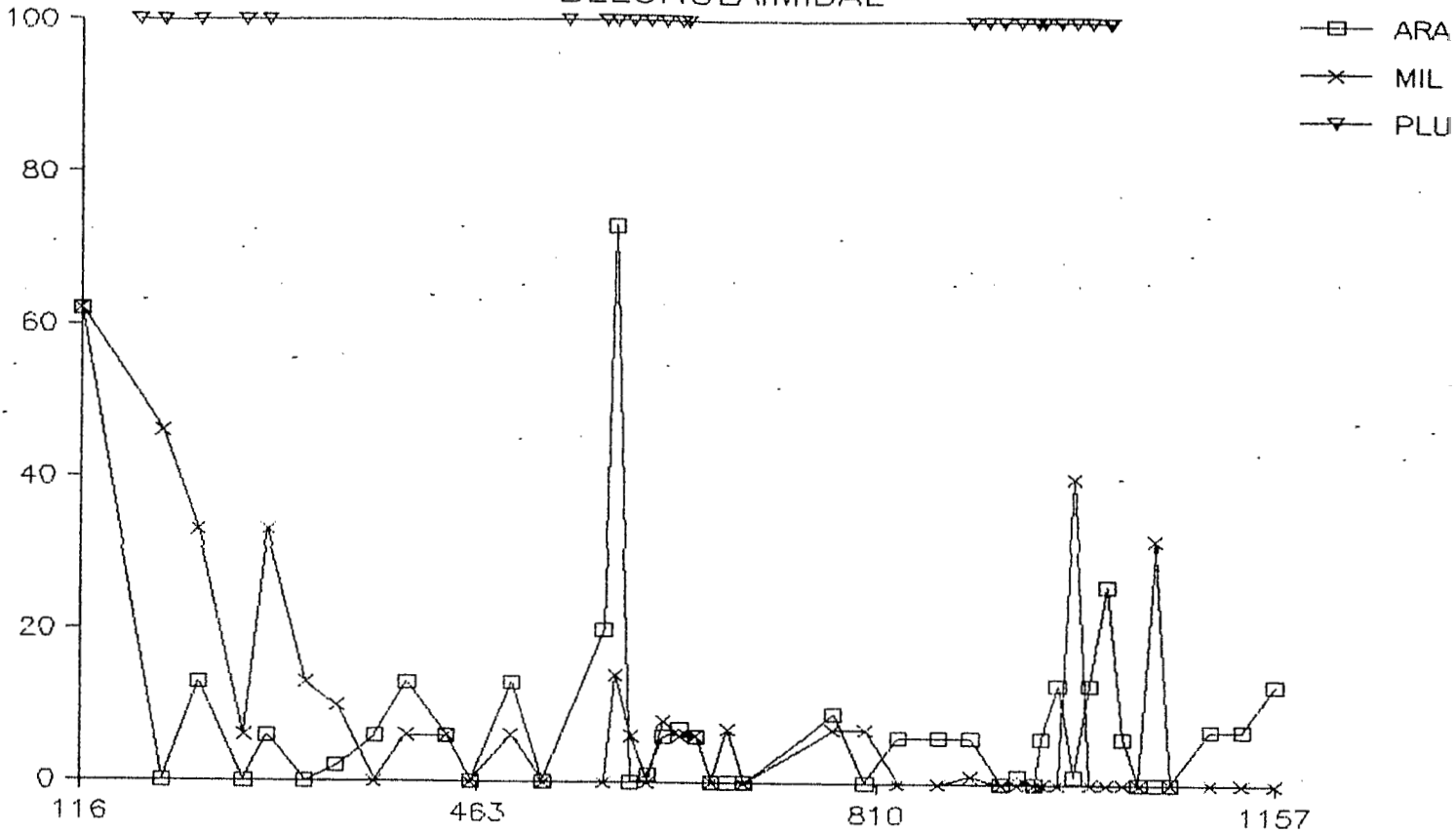


NEBE-ESSAI ROTATION TYLENCHORHYNCHIDAE



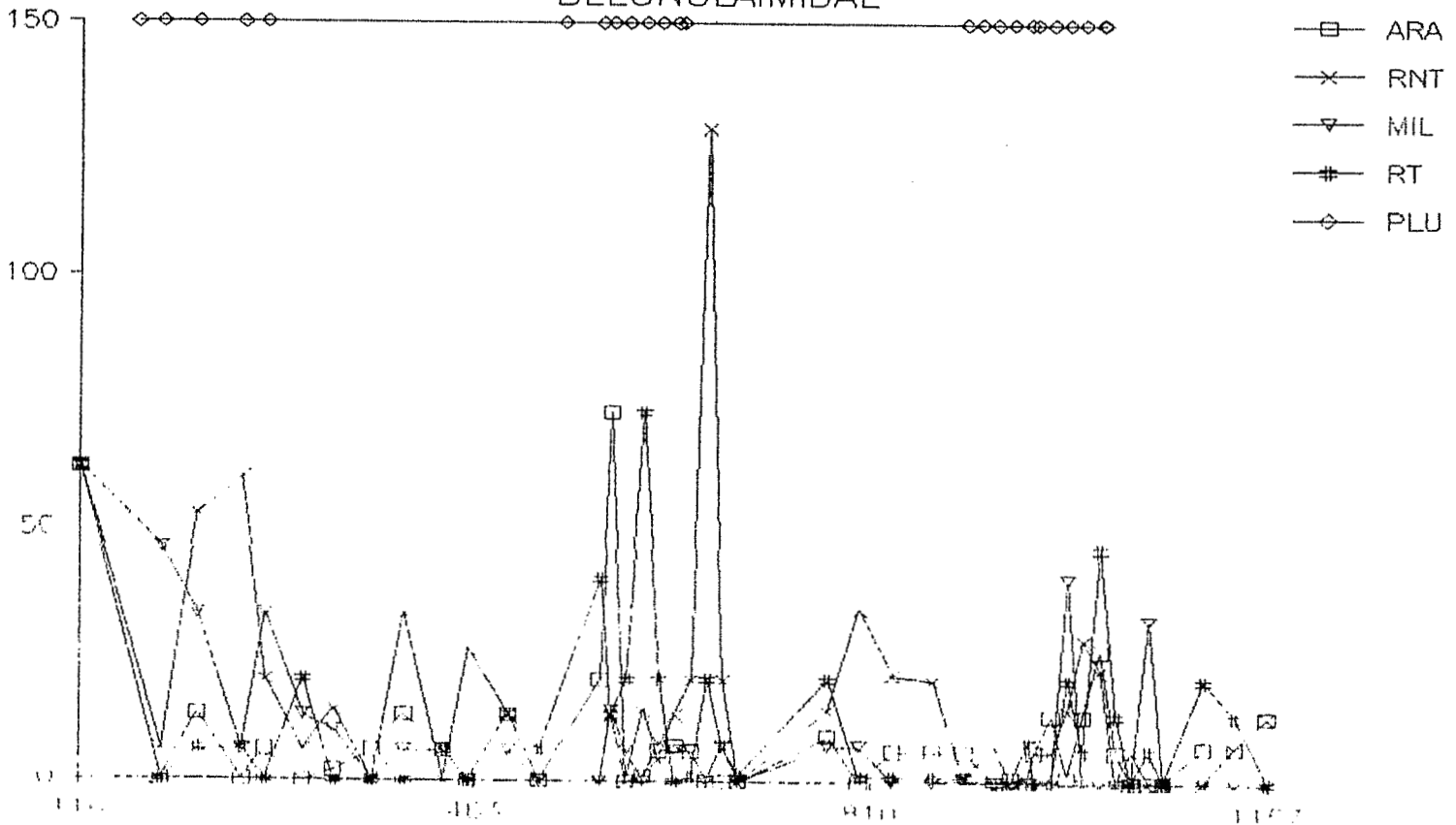
NEBE-ESSAI ROTATION

BELONOLAIMIDAE

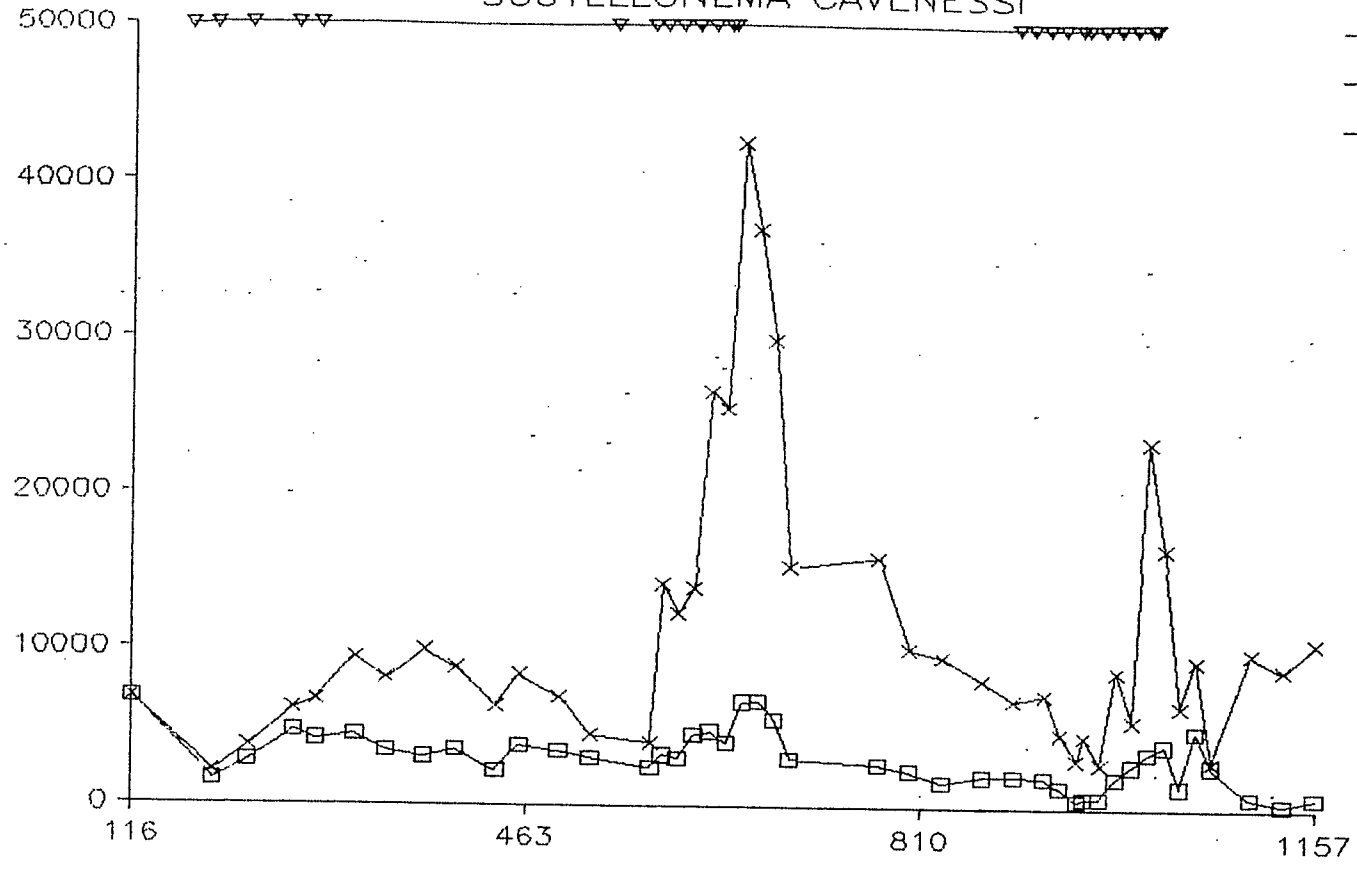


NEBE-ESSAI ROTATION

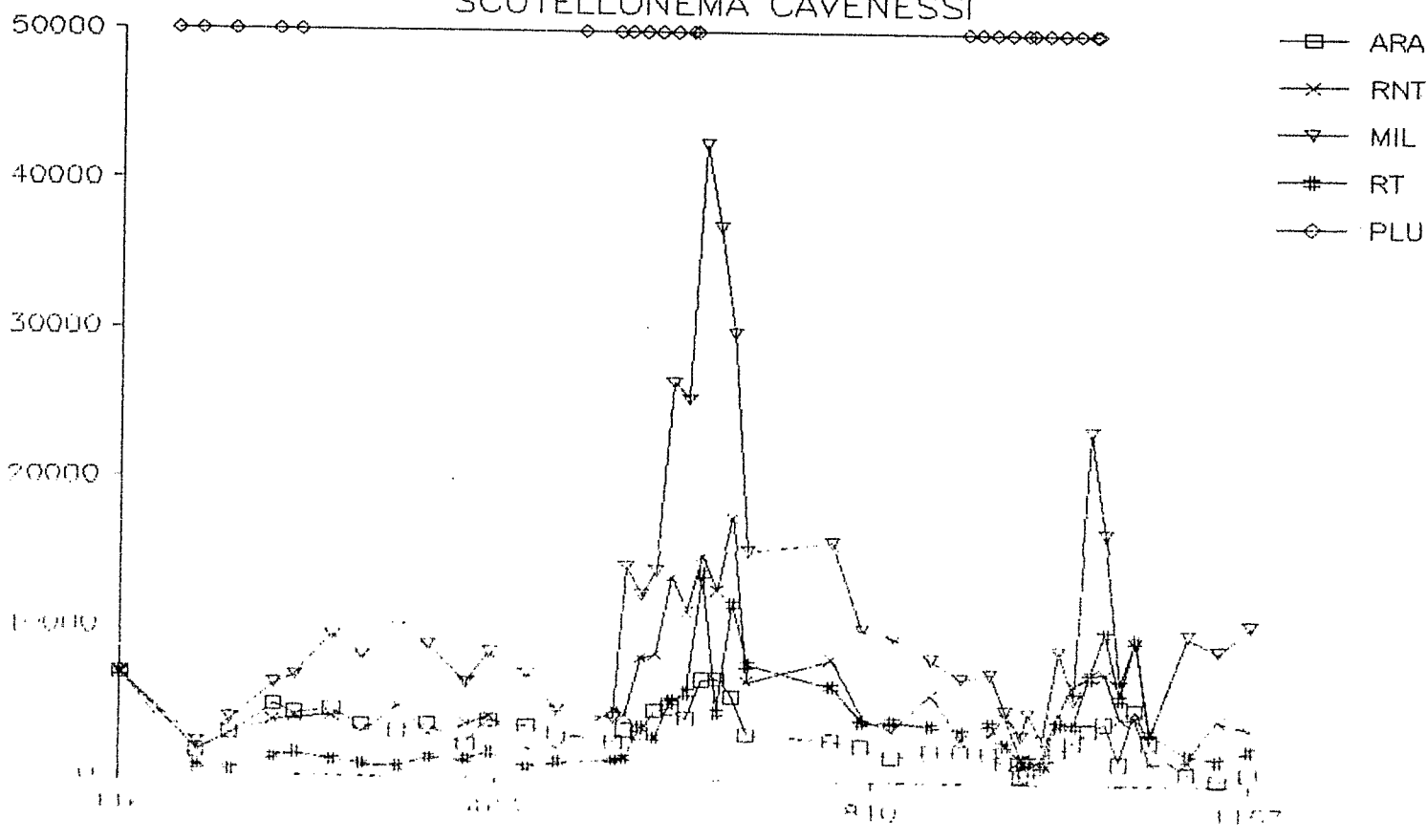
BELONOLAIMIDAE



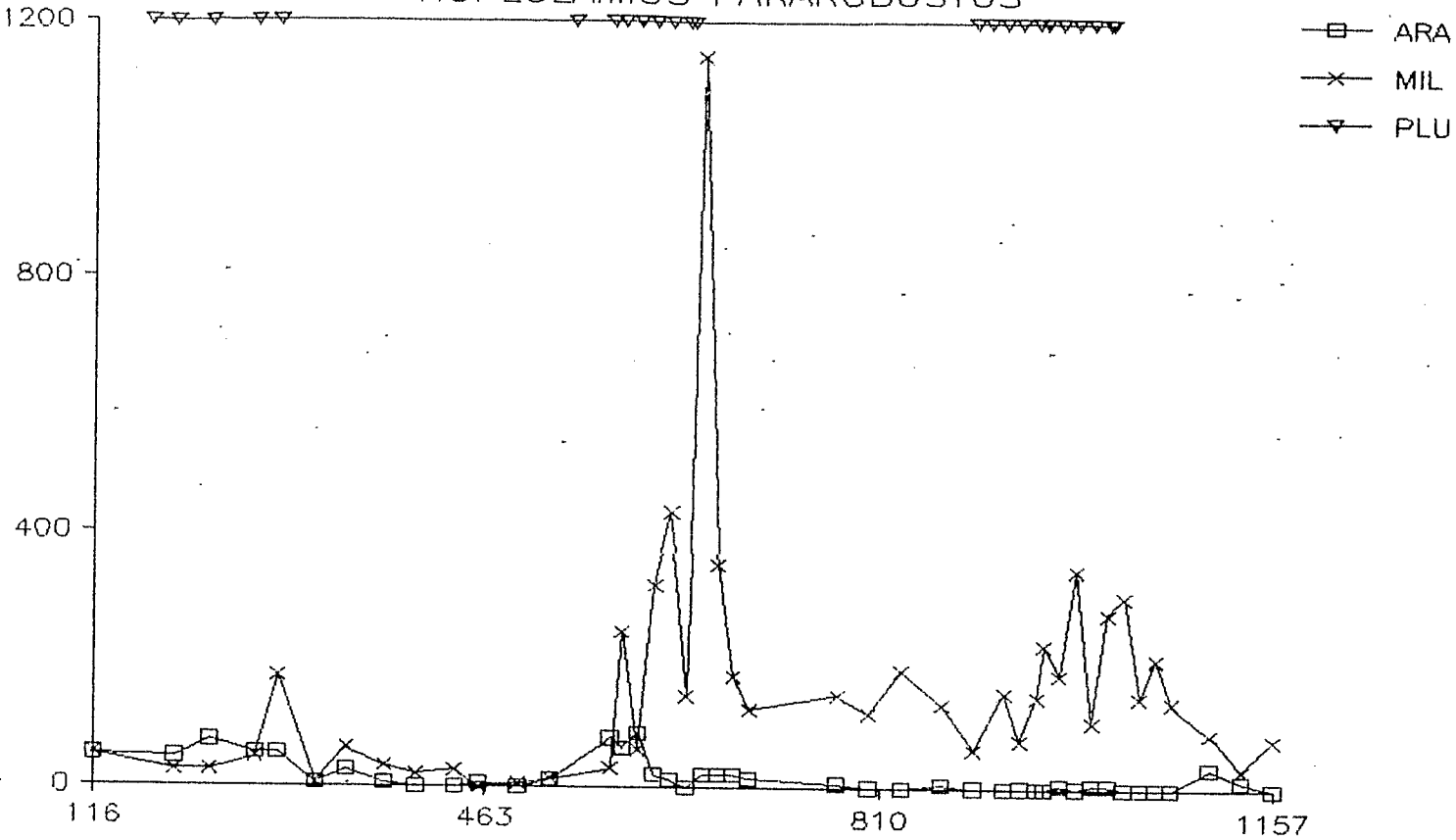
NEBE-ESSAI ROTATION SCUTELLONEMA CAVENESSI



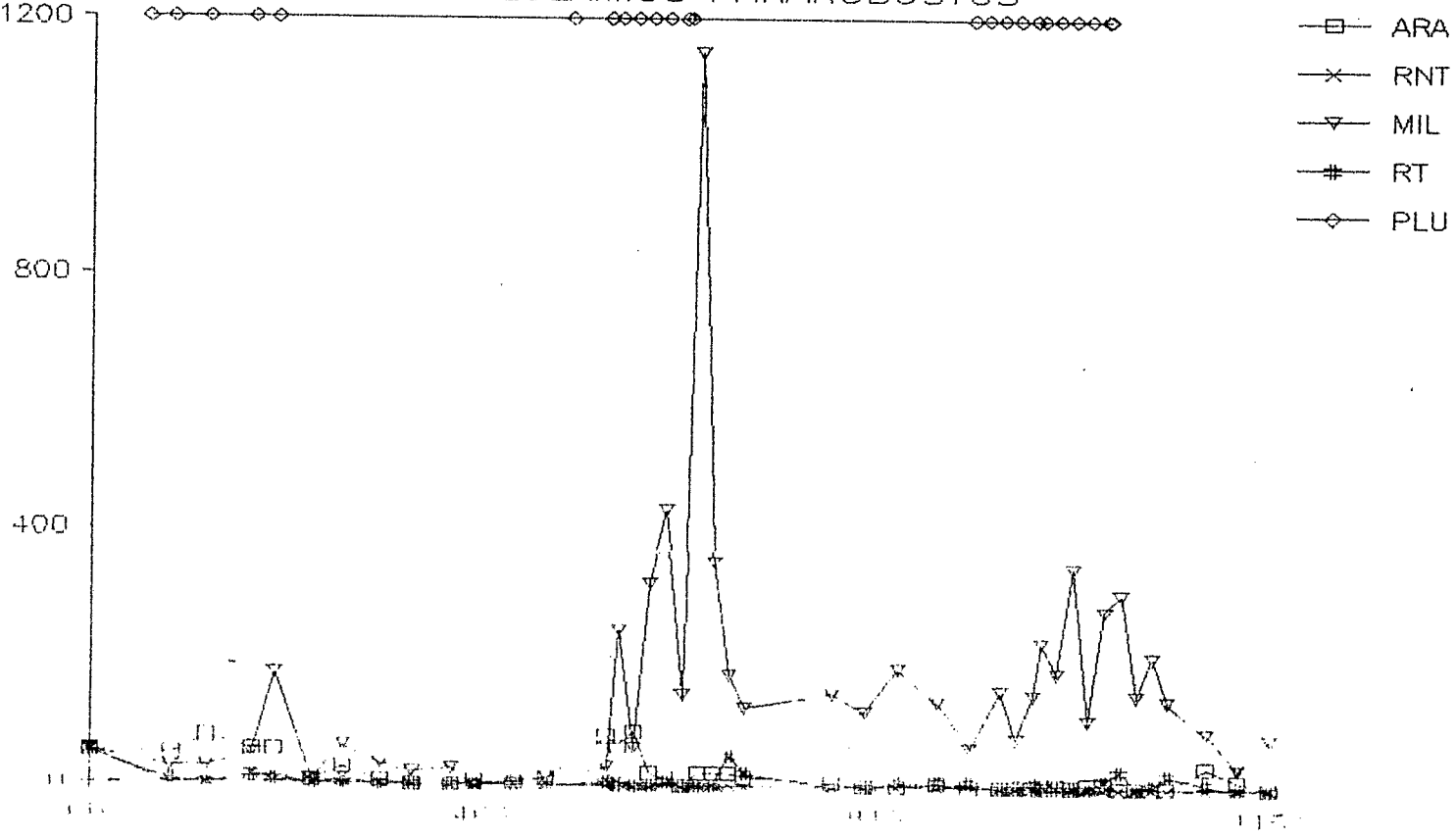
NEBE-ESSAI ROTATION SCUTELLONEMA CAVENESSI



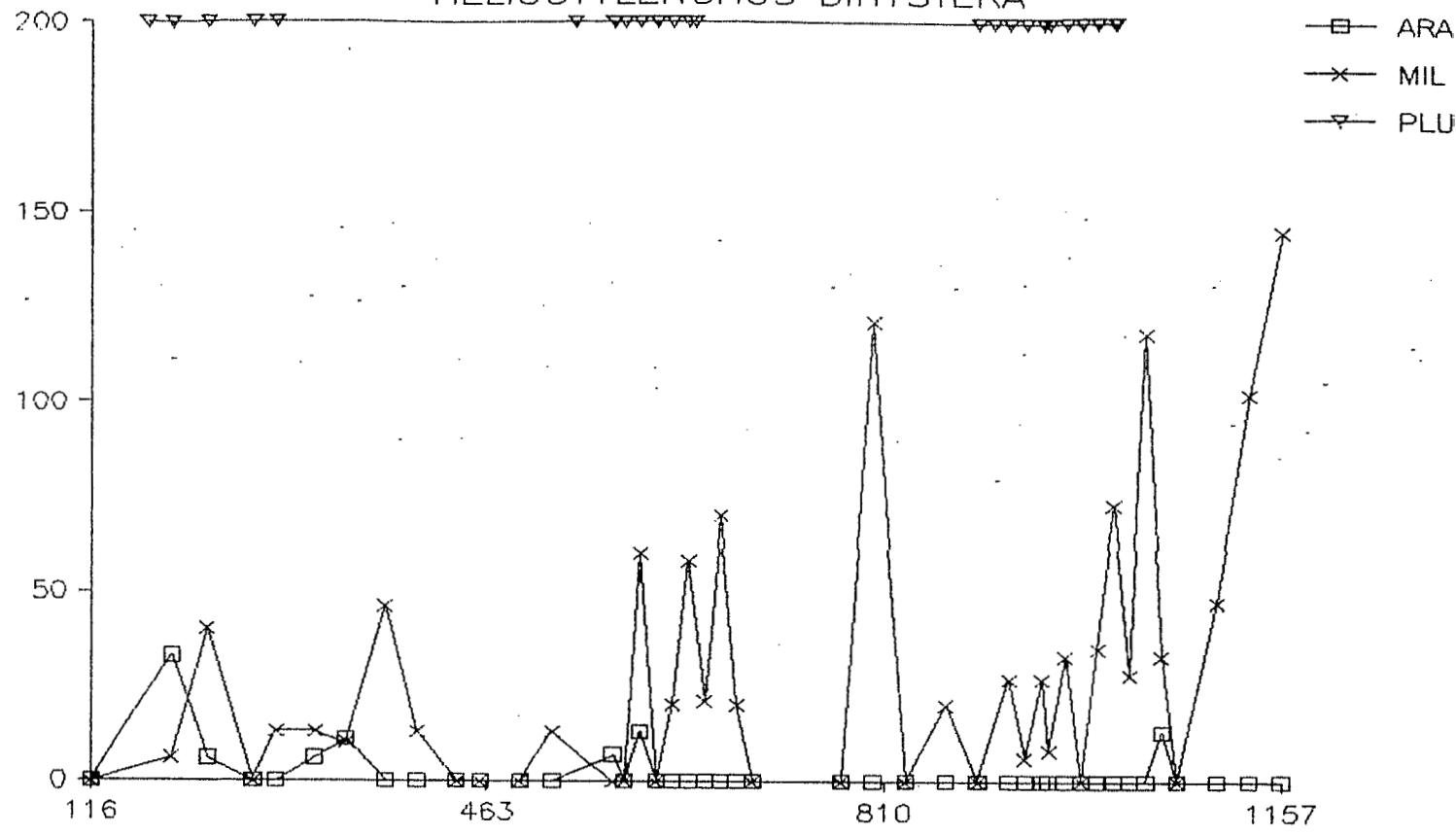
NEBE-ESSAI ROTATION HOPLOLAIMUS PARAROBUSTUS



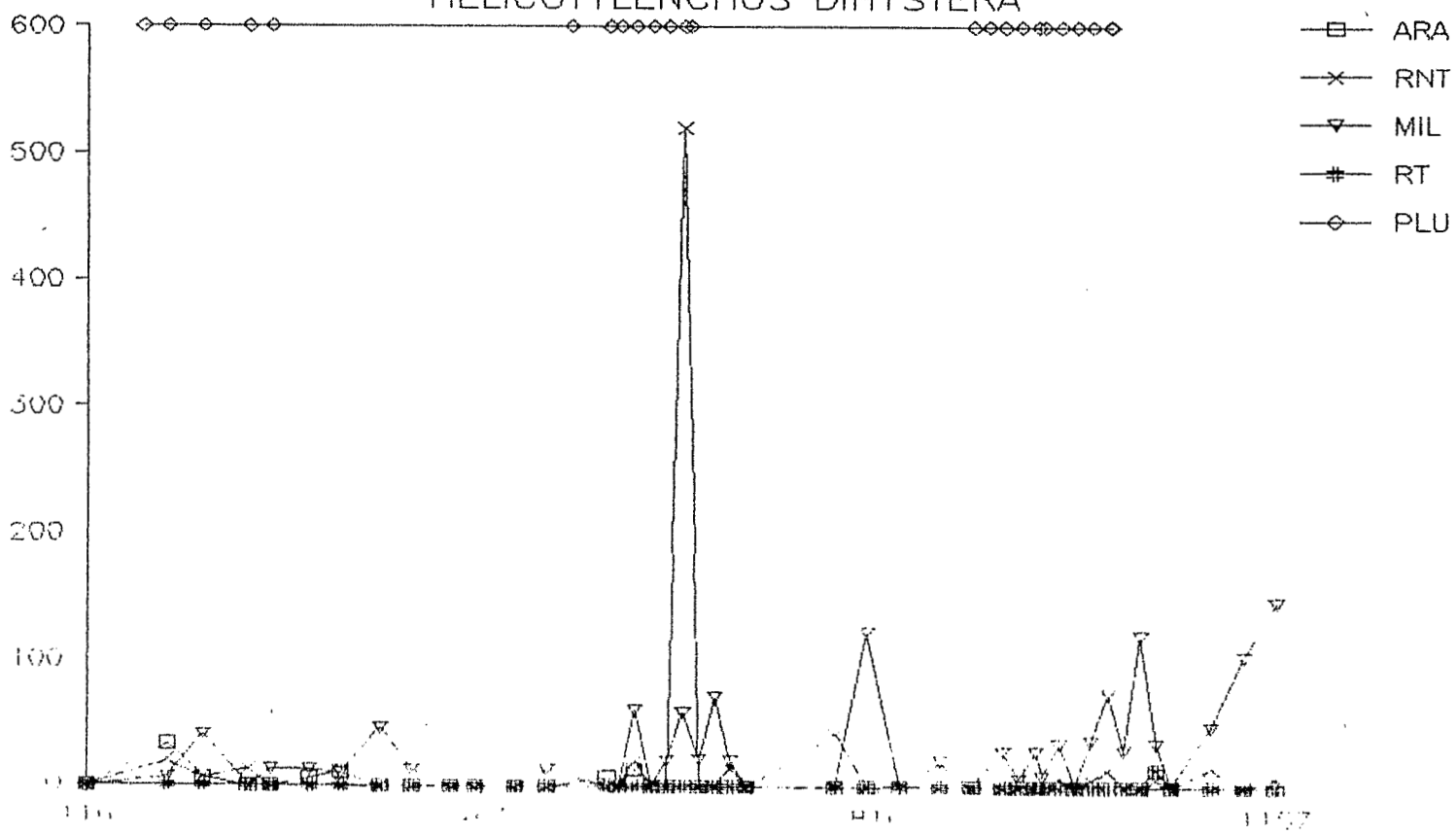
NEBE-ESSAI ROTATION HOPLOLAIMUS PARAROBUSTUS



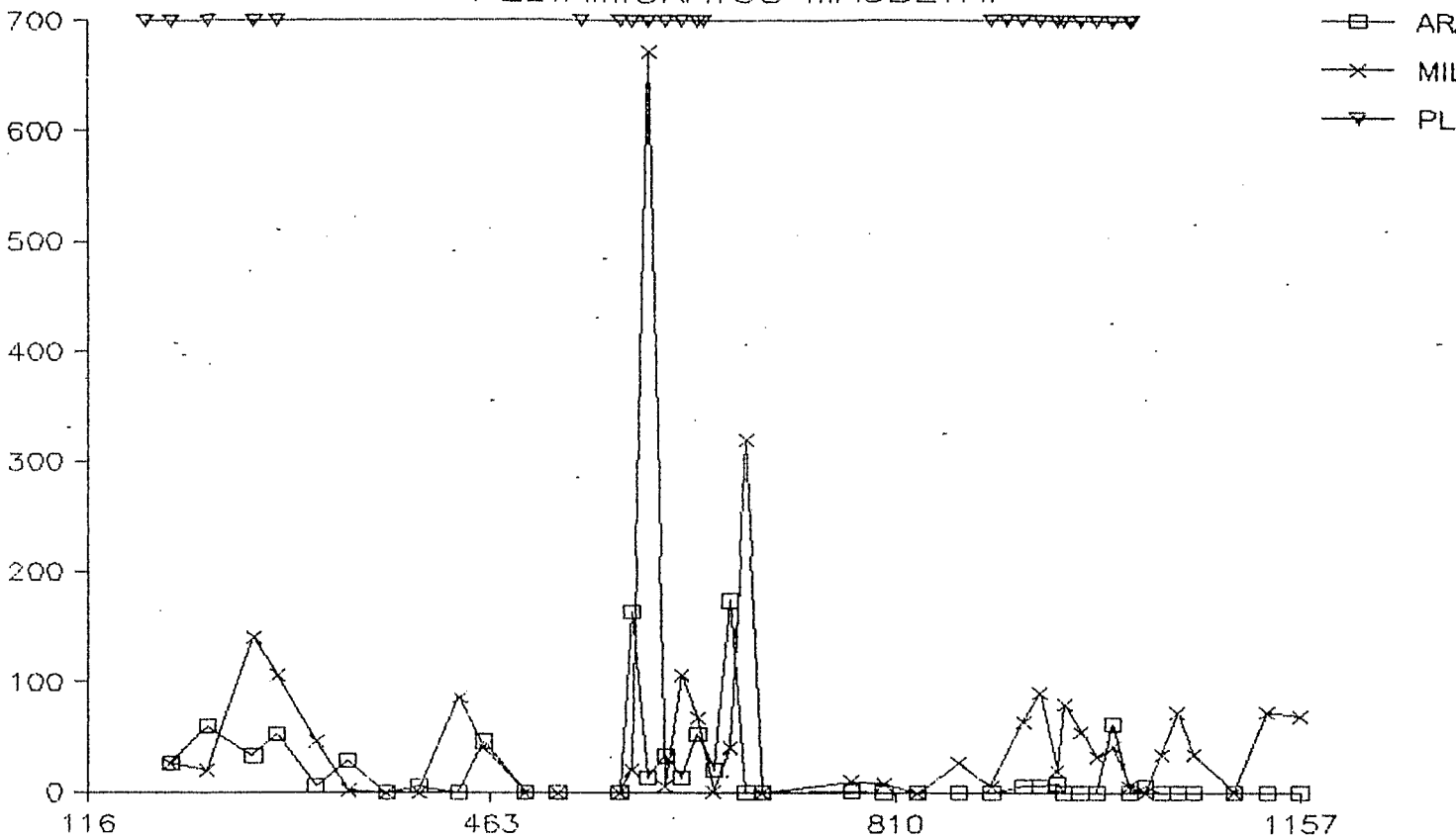
NEBE-ESSAI ROTATION HELICOTYLENCHUS DIHYSTERA



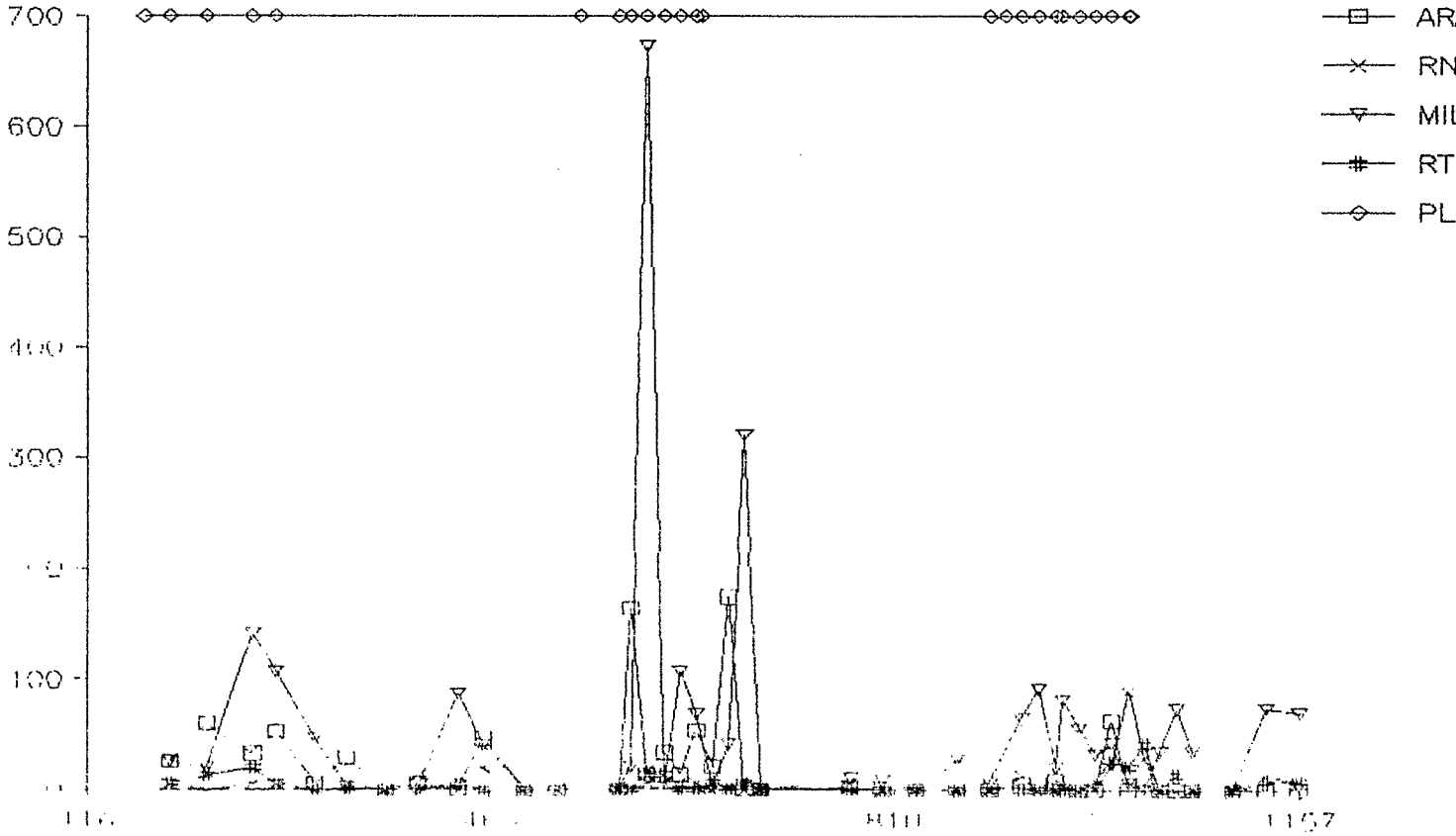
NEBE-ESSAI ROTATION HELICOTYLENCHUS DIHYSTERA



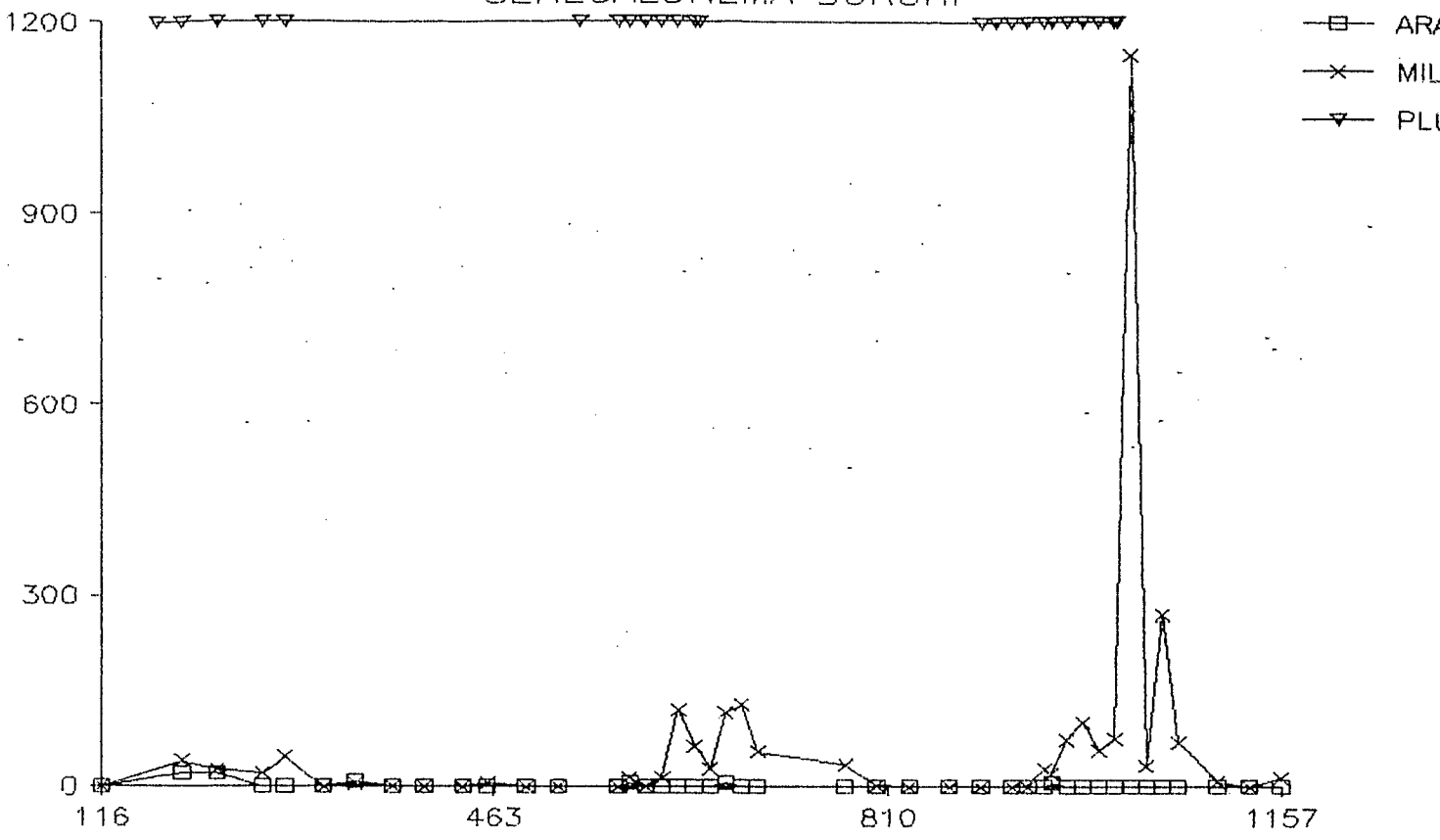
NEBE-ESSAI ROTATION PELTAMIGRATUS MACBETHI



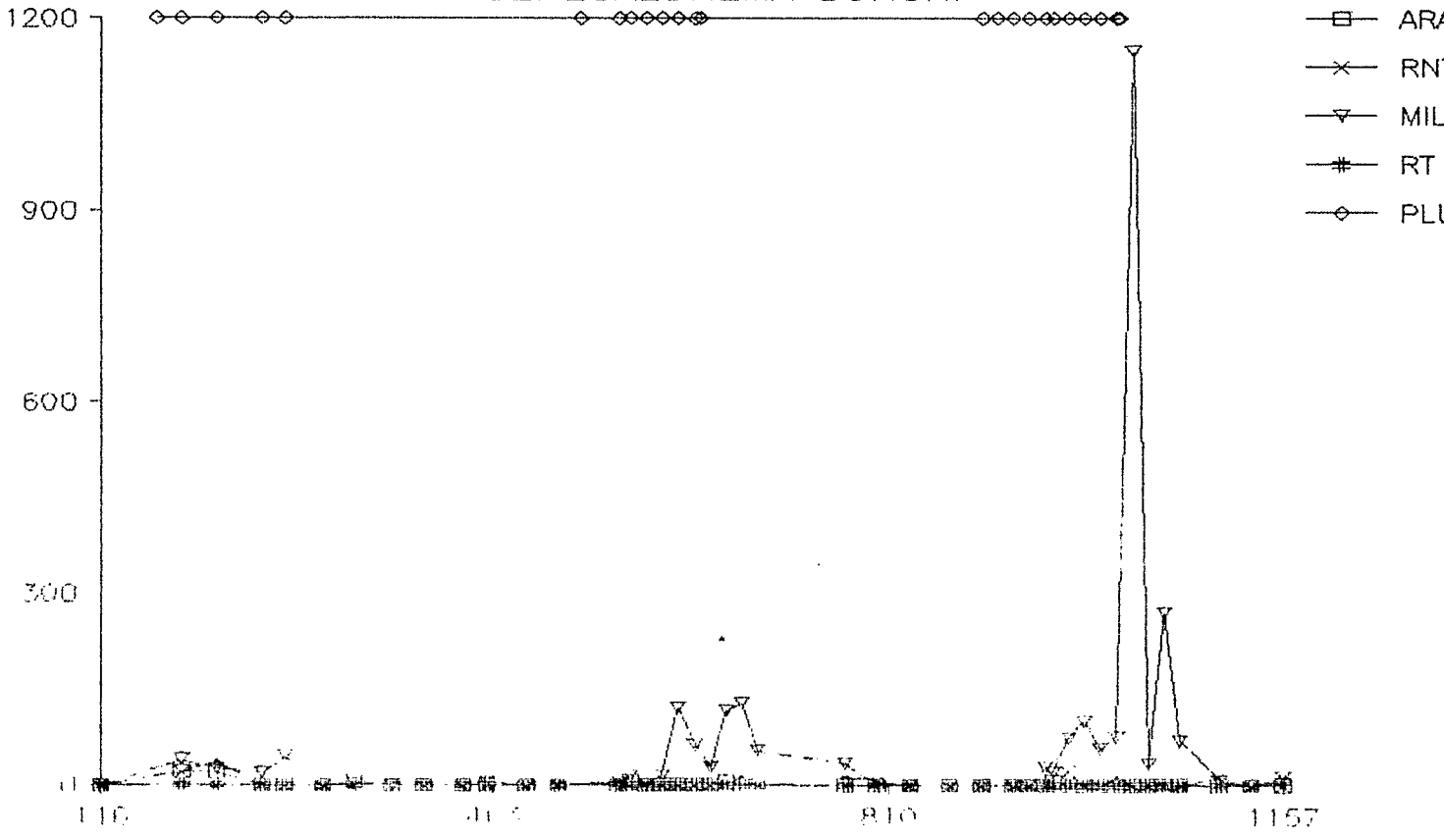
NEBE-ESSAI ROTATION PELTAMIGRATUS MACBETHI



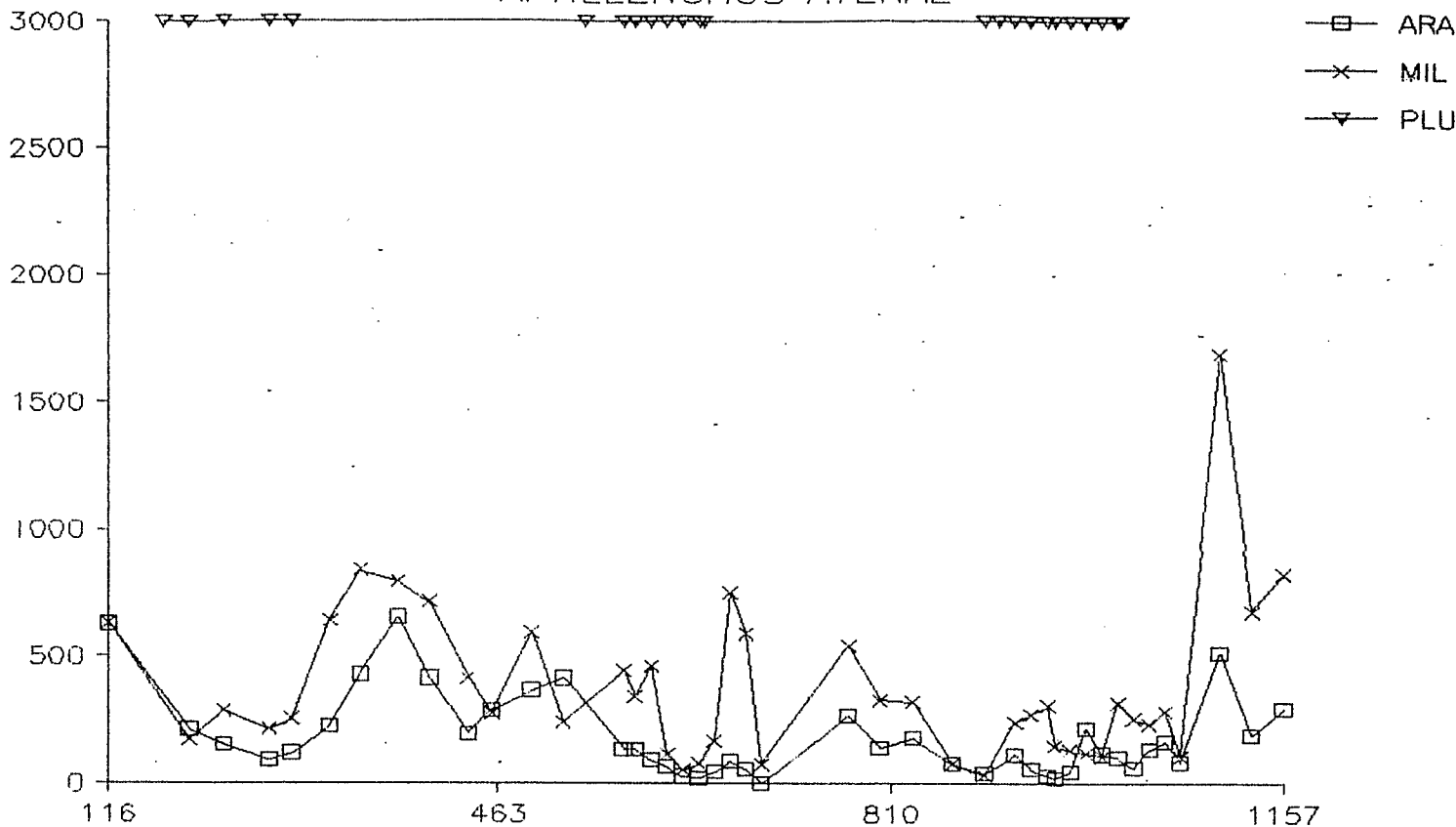
NEBE-ESSAI ROTATION SENEGALONEMA SORGHI



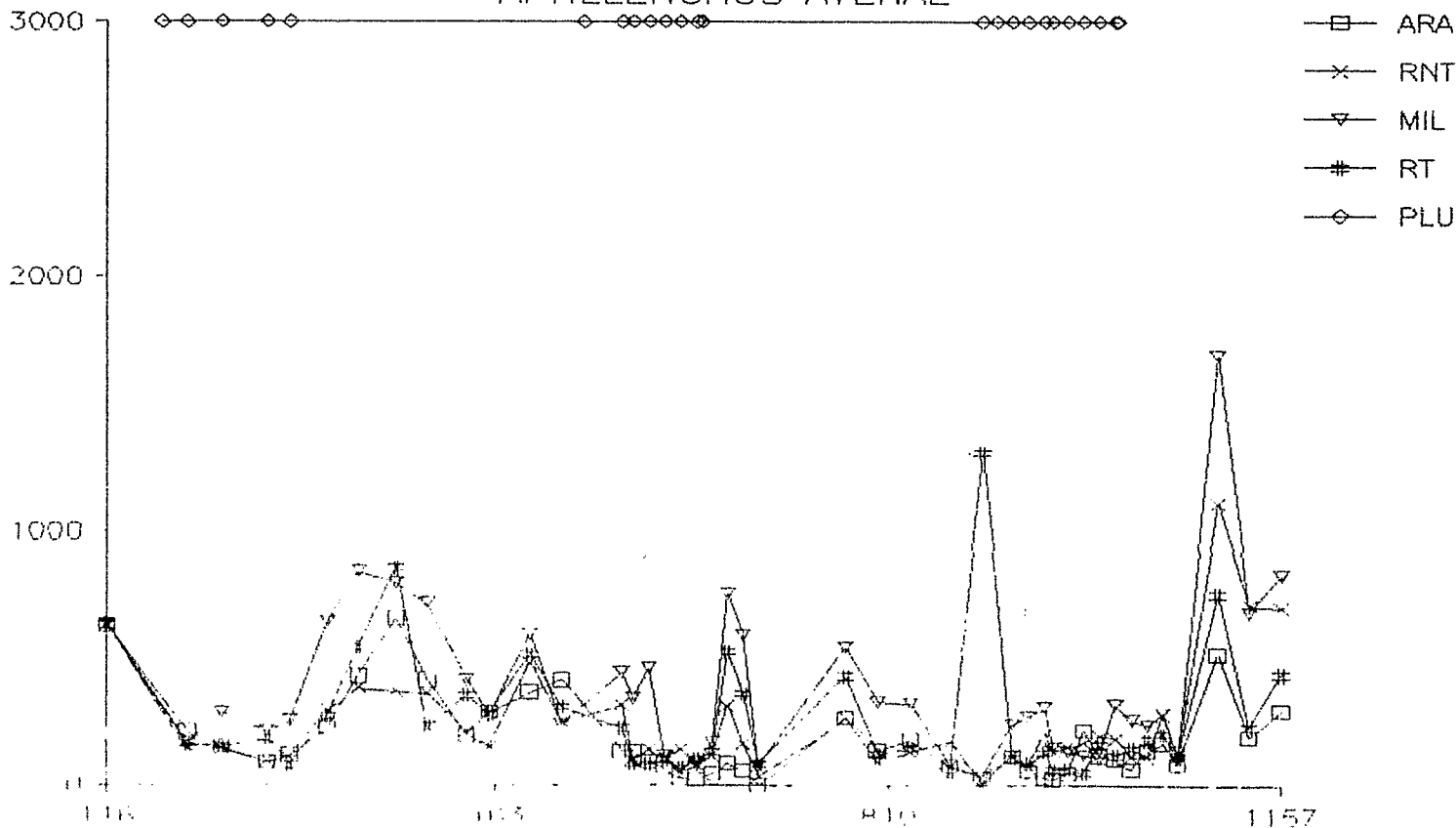
NEBE-ESSAI ROTATION SENEGALONEMA SORGHI



NEBE-ESSAI ROTATION APHELENCHUS AVENAE

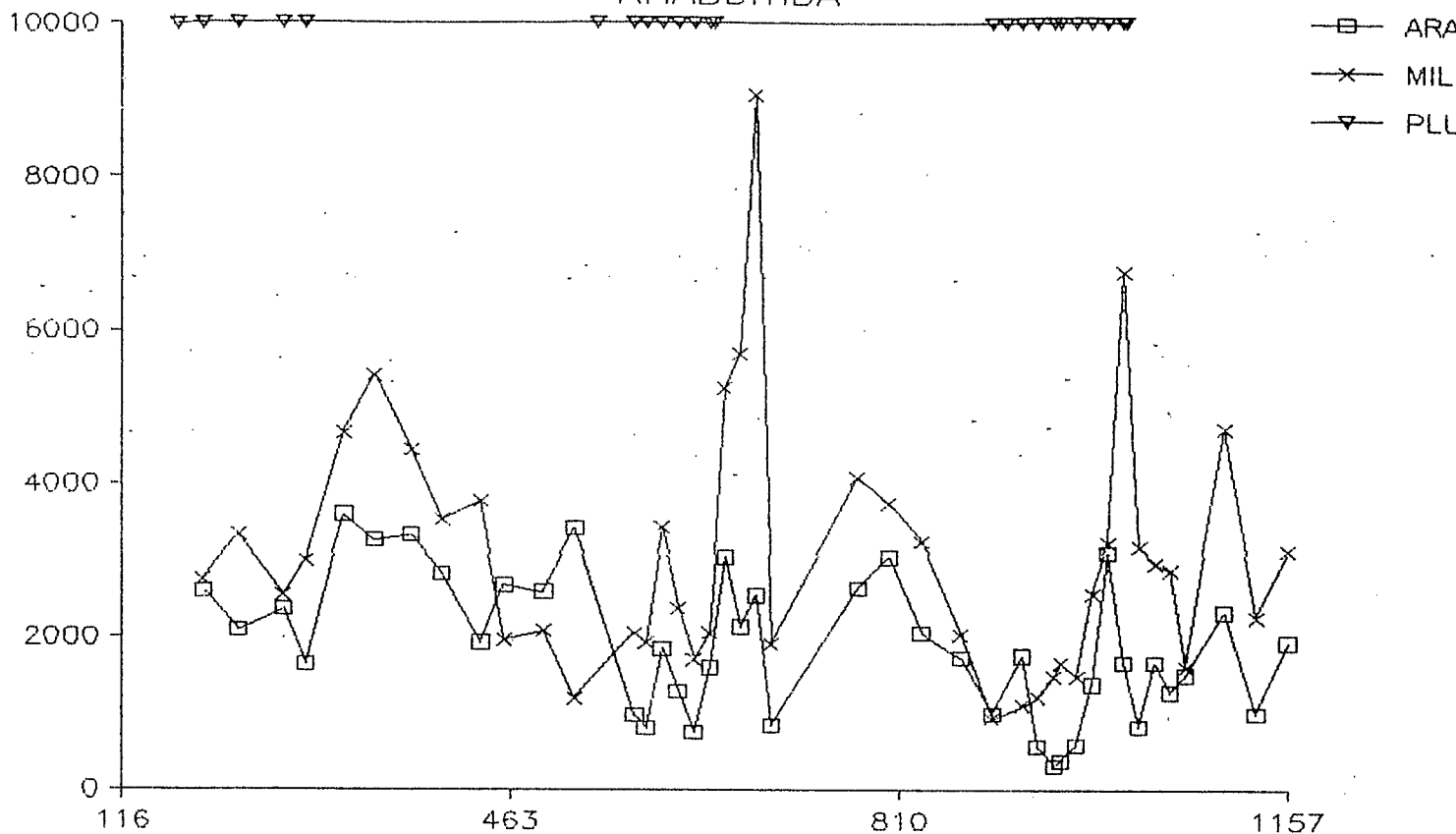


NEBE-ESSAI ROTATION APHELENCHUS AVENAE



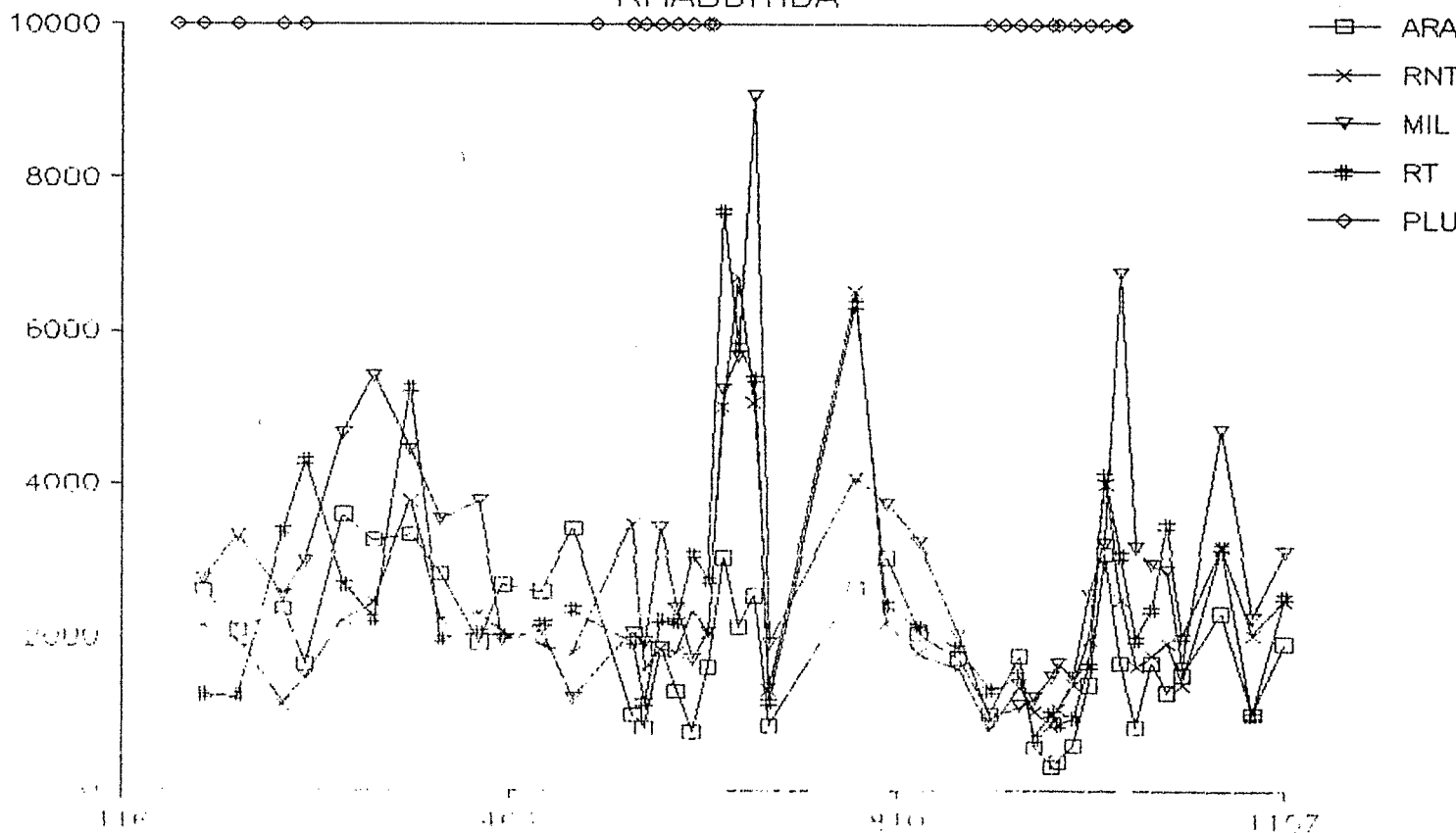
NEBE-ESSAI ROTATION

RHABDITIDA



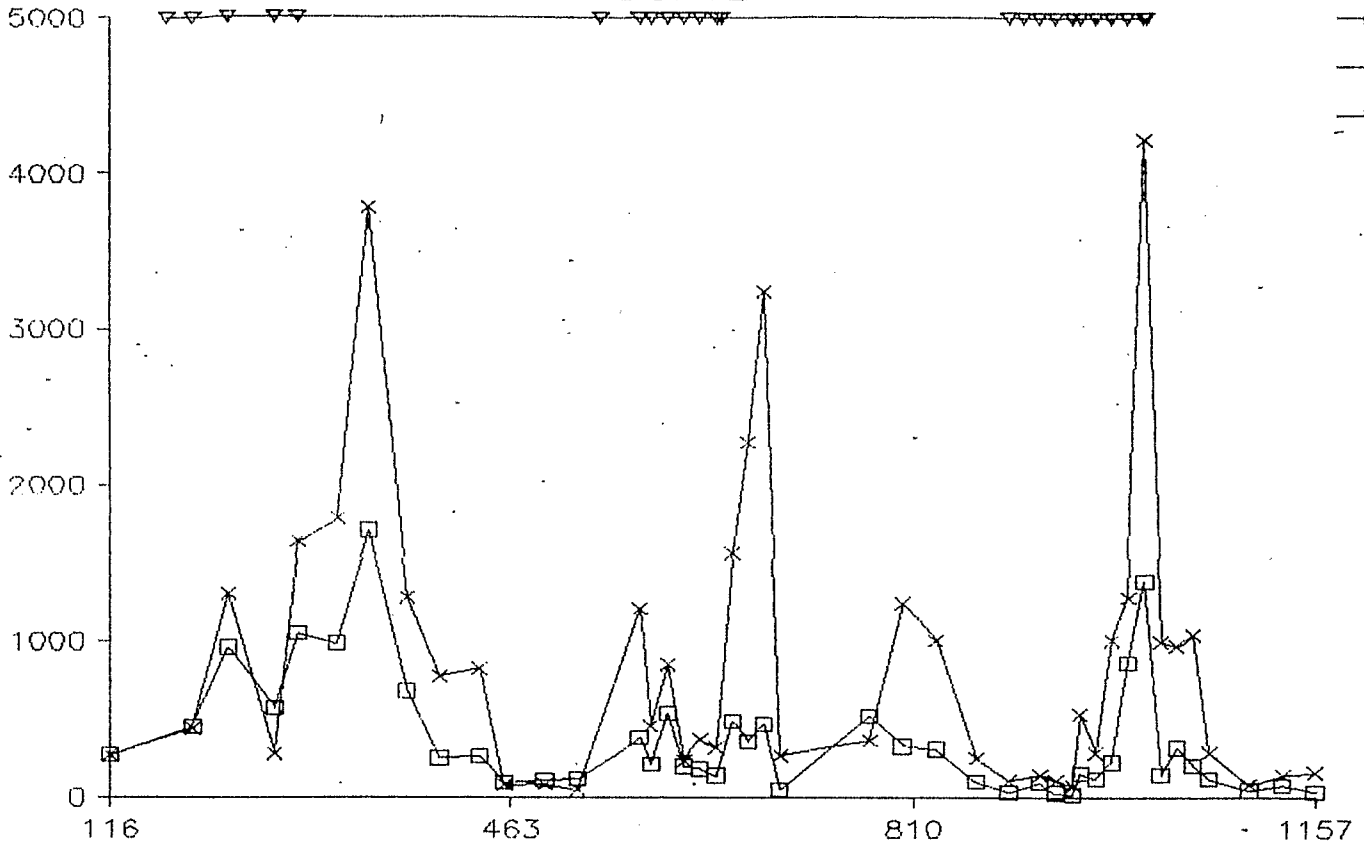
NEBE-ESSAI ROTATION

RHABDITIDA



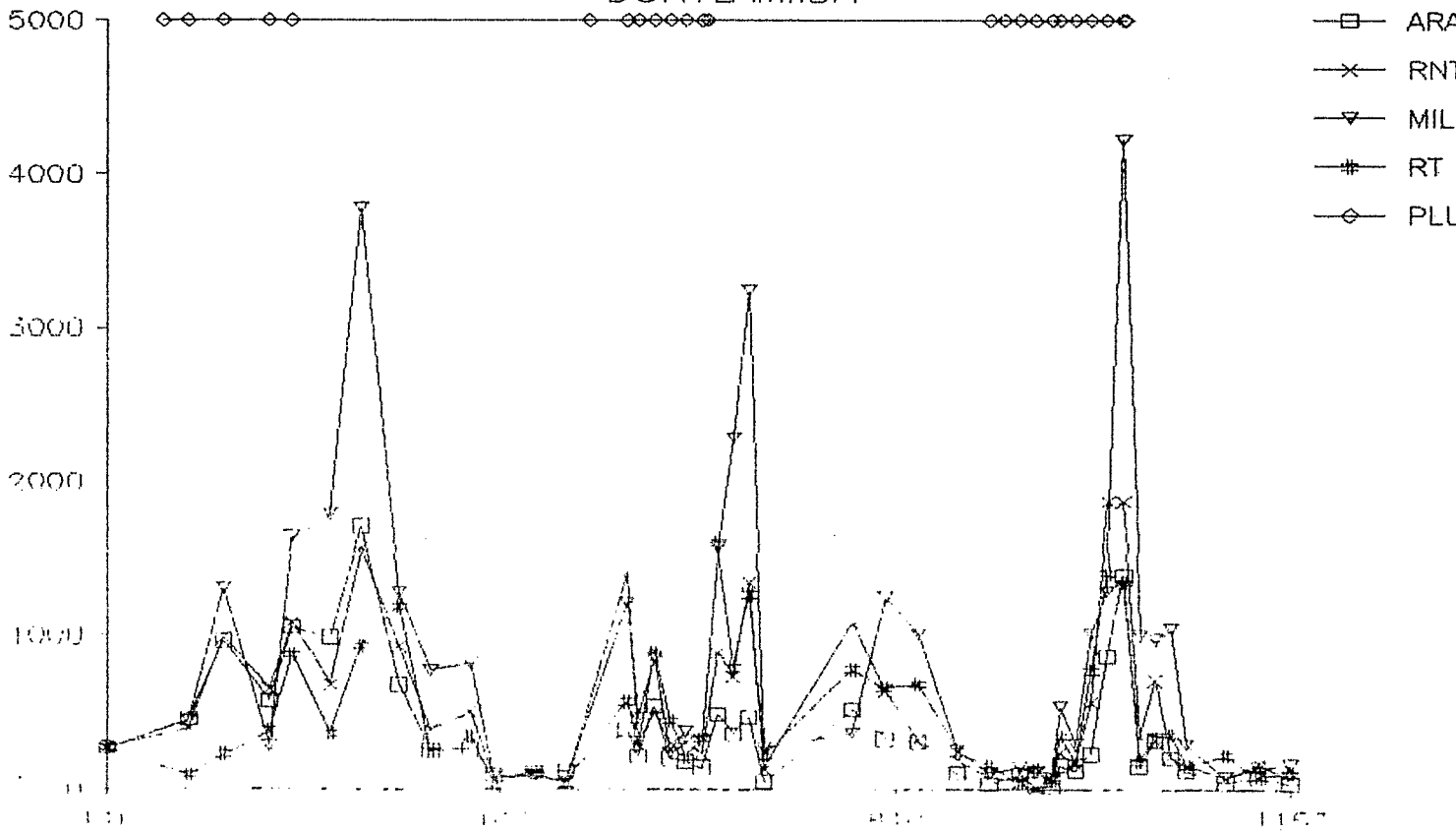
NEBE-ESSAI ROTATION

DORYLAIMIDA



NEBE-ESSAI ROTATION

DORYLAIMIDA



L'étude des évolutions des populations sous monoculture permet une étude précise des relations éventuelles entre la nématofaune tellurique et la plante. Cependant, la pratique de la monoculture est inconnue dans cette zone. Seule la jachère est parfois conduite durant plusieurs années.

Les sols de cette région connaissent un assolement bis-annuel légumineuse-céréale majoritairement représenté par la rotation mil-arachide. Nous avons donc étudié l'influence de cette spéculation en y intégrant également l'hypothèse d'un traitement nématicide. Cette intégration devait permettre de suivre éventuellement les processus de recolonisation des sols après éradication. Malheureusement, le produit (metam sodium) et la dose utilisée n'ont pas permis cette éradication.

Pour plus de clarté, les évolutions de populations (fig. 14) sont représentées avec celles observées sous monoculture de mil et d'arachide.

Les observations précédentes sur le comportement des nématodes vis à vis du mil et de l'arachide sont confirmées : on observe une nette augmentation des taux de population totale lorsque le mil succède à l'arachide dans la rotation ; cette augmentation se conserve l'année suivante lorsque l'arachide est à nouveau cultivée. Seules les espèces peu nombreuses d'Hoplolaimidae (H. pararobustus, H. dihystra, P. macbethi et S. sorghi) n'arrivent pas à reconstituer en une seule année leurs populations. Les Tylenchidae, Aphelenchida, Rhabditida et Dorylaimida ne sont pas affectés par l'alternance d'hôtes dans la rotation.

Le traitement nématicide n'a d'actions durables que sur deux groupes : D. sulcatus et S. cavenessi. Après le traitement nématicide et sous culture d'arachide, ces deux nématodes voient leurs taux de population considérablement réduits ; la culture du mil pendant la saison des pluies suivante permet une lente reconstitution des populations de S. cavenessi, on assiste parallèlement à une explosion des populations de D. sulcatus dont les taux sont nettement supérieurs à ceux observés sur les parcelles de la rotation non traitée et sur celles de la monoculture du mil. Il existe donc probablement des phénomènes de compétitions interspécifiques entre D. sulcatus et S. cavenessi ; des populations importantes de cette dernière espèce semblent inhiber le développement de la première.

1.1.3.2. Dynamiques comparées en présence de niébé et d'arachide.

. dispositif expérimental : cf. 1.1.1.2.1.

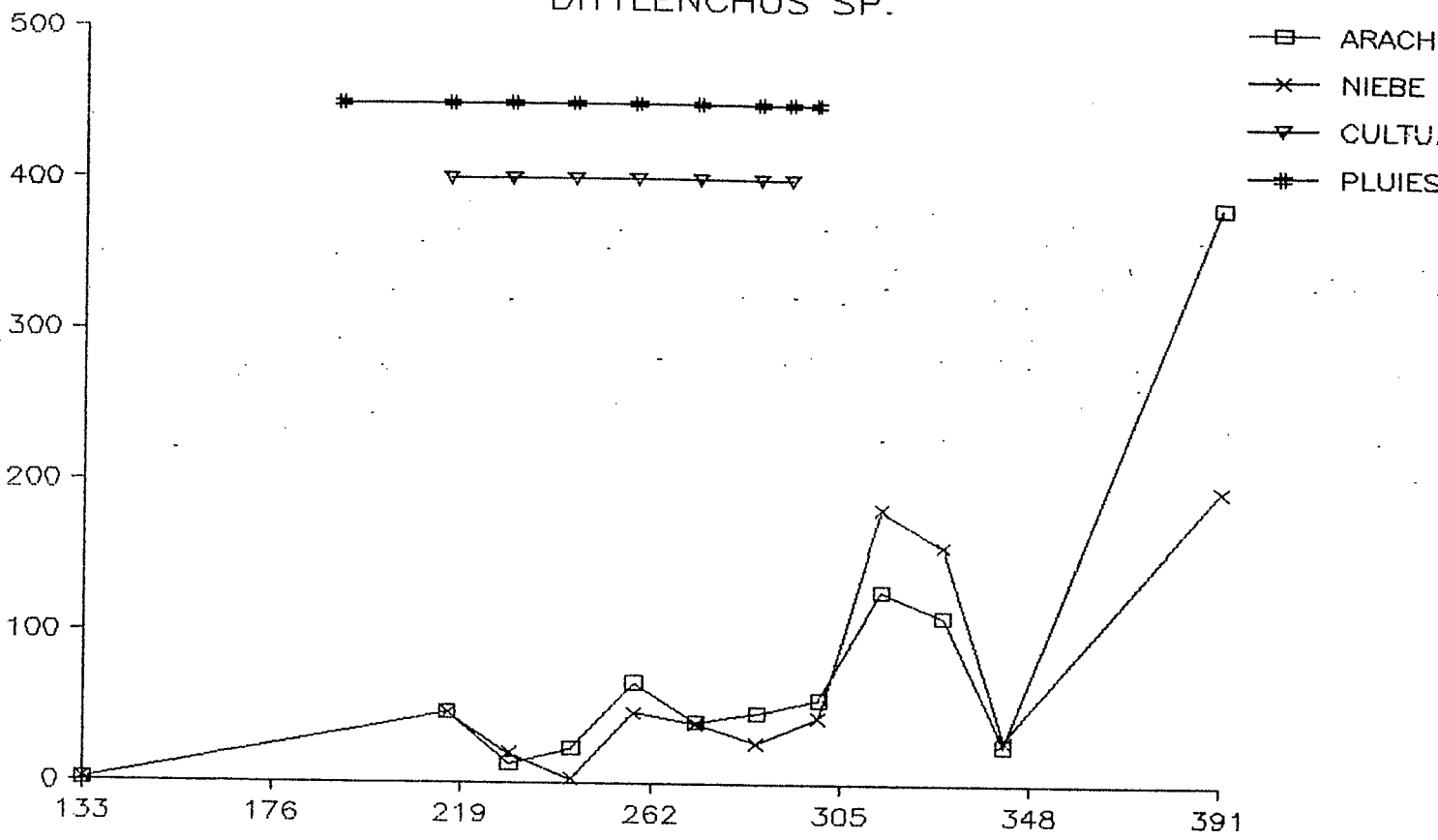
. résultats (fig. 15) et discussion.

-Scutellonema cavenessi : le comportement de cette espèce est très différent à Darou Sale et à Nebe suivant le cultivar de niébé utilisé. A Darou Sale, le cultivar N58-57 autorise un développement de ce nématode bien supérieur à celui observé sous culture d'arachide ; à Nebe, on n'observe pas de différence entre la culture de l'arachide et celle du niébé cv Bambey 21. Ces données, sur les aptitudes des différents cultivars de niébé à multiplier de ce nématode sont confirmées au laboratoire (cf 1.1.3.6.). L'observation des dynamiques des populations endoracinaires autorise les remarques suivantes : i) à la différence des populations telluriques, l'arachide présente des taux de populations endoracinaires supérieurs à ceux du niébé. ii) les fluctuations des taux de populations telluriques ne sont pas

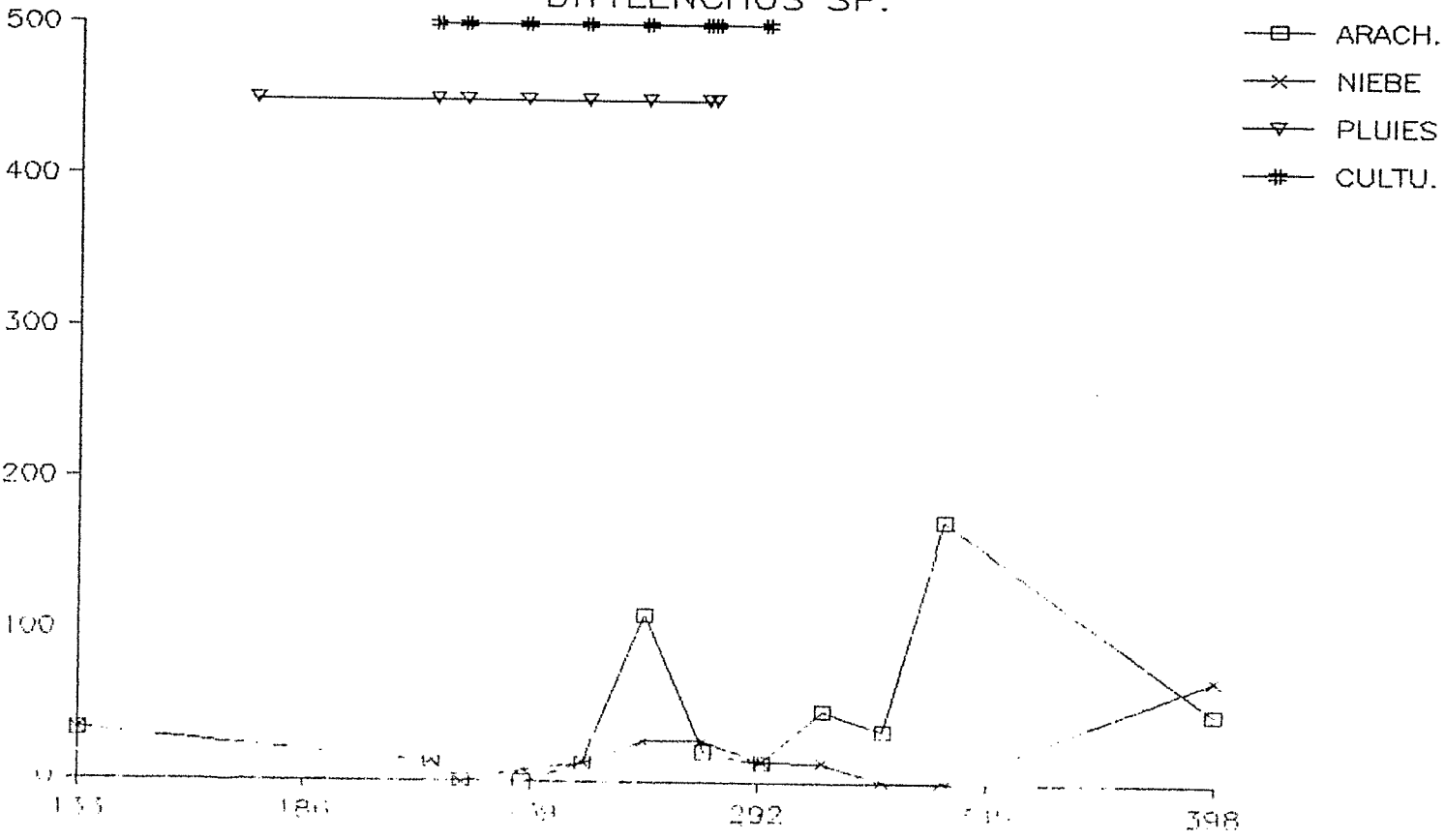
Fig. 15 : évolutions comparées des taux de population en présence d'arachide et de niébé à Darou Sale et à Nebe

- Ditylenchus sp.
- Scutellonema cavenessi (sol et racines)
- Hoplolaimus pararobustus
- Helicotylenchus dihystra
- Peltamigratus macbethi
- Rhabditida
- Dorylaimida

DAROU SALE DITYLENCHUS SP.

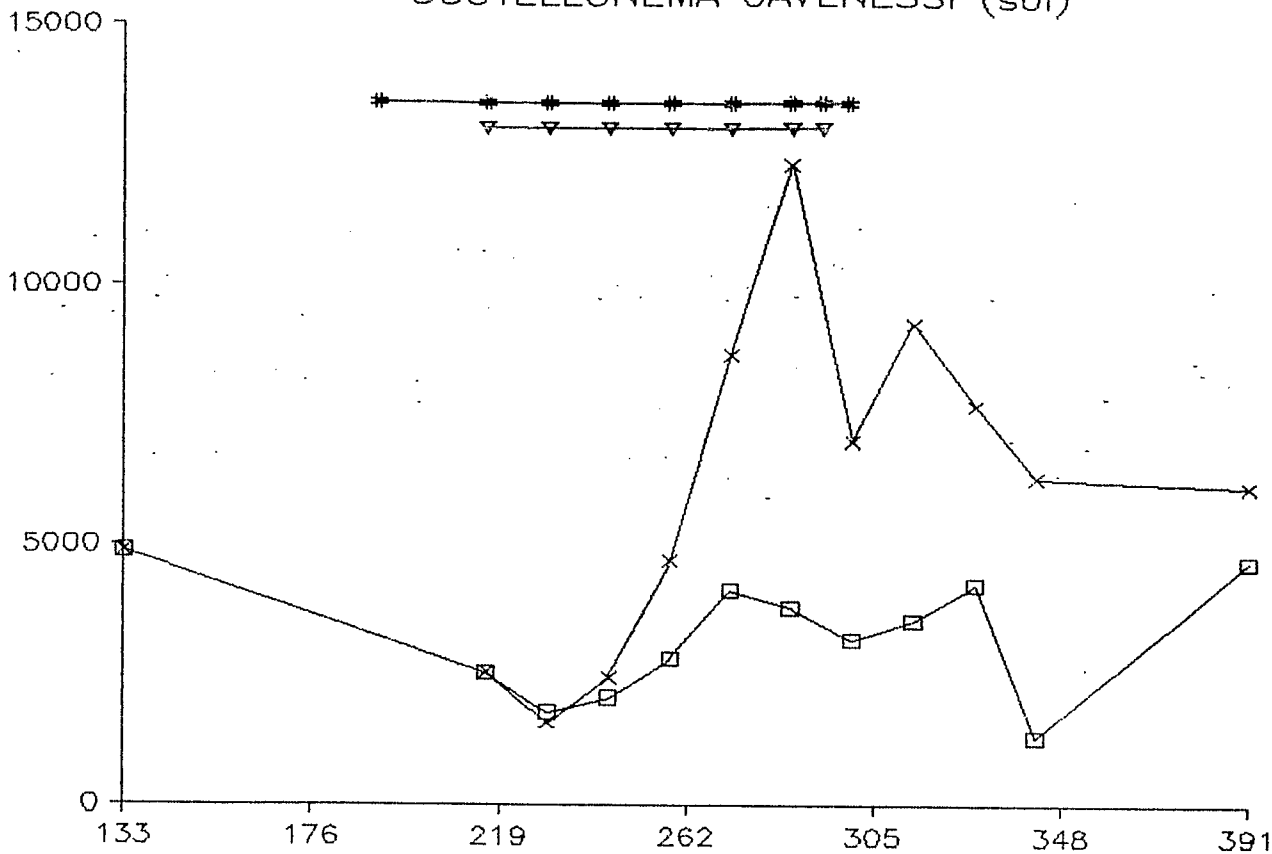


NEBE DITYLENCHUS SP.



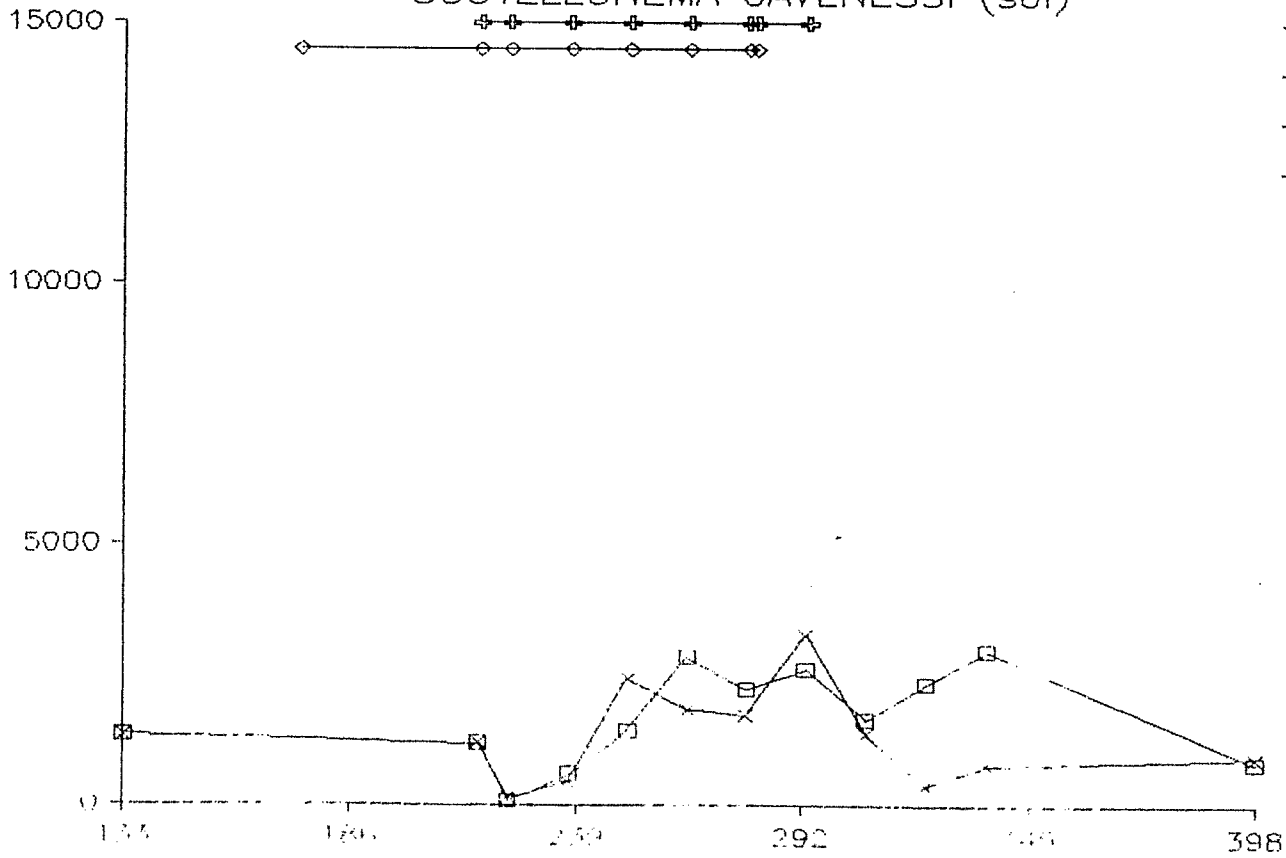
DAROU SALE

SCUTELLONEMA CAVENESSI (sol)



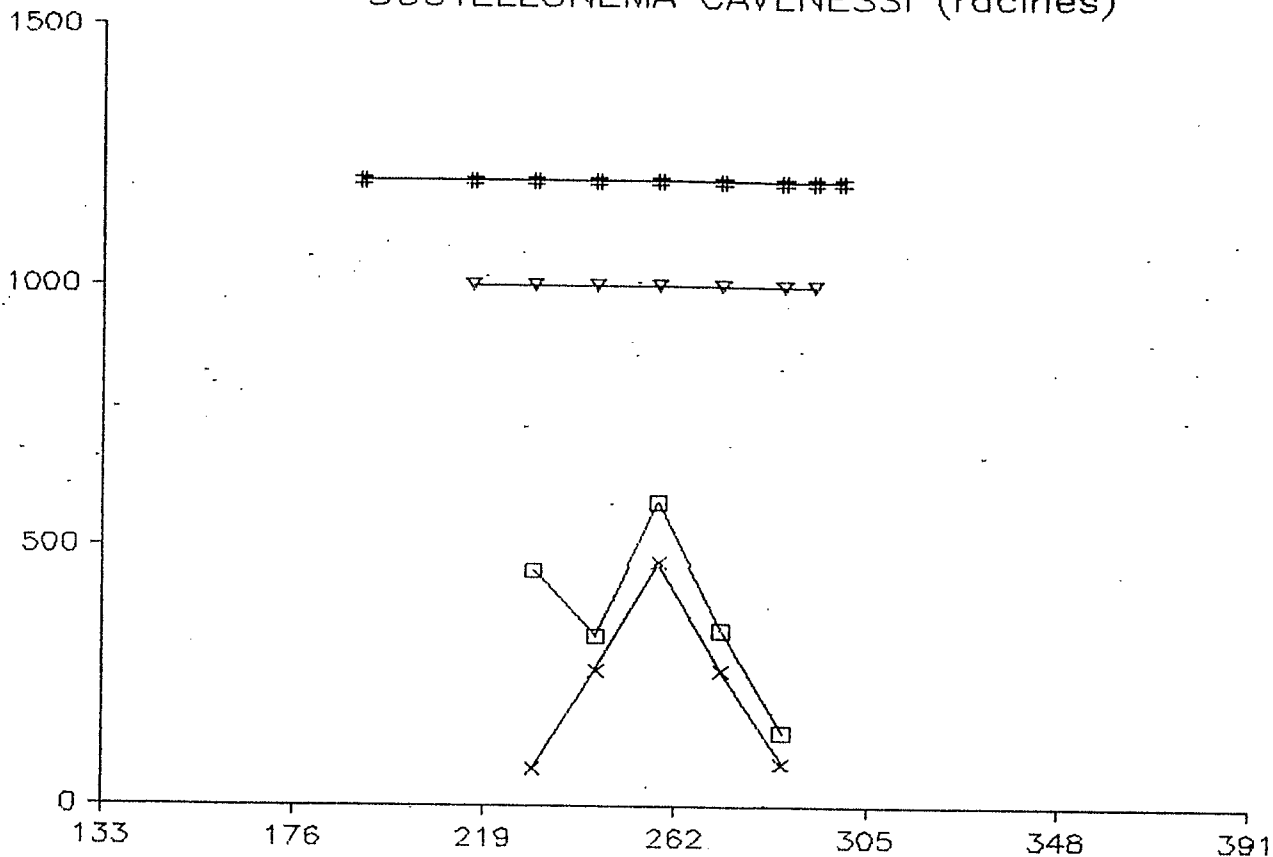
NEBE

SCUTELLONEMA CAVENESSI (sol)



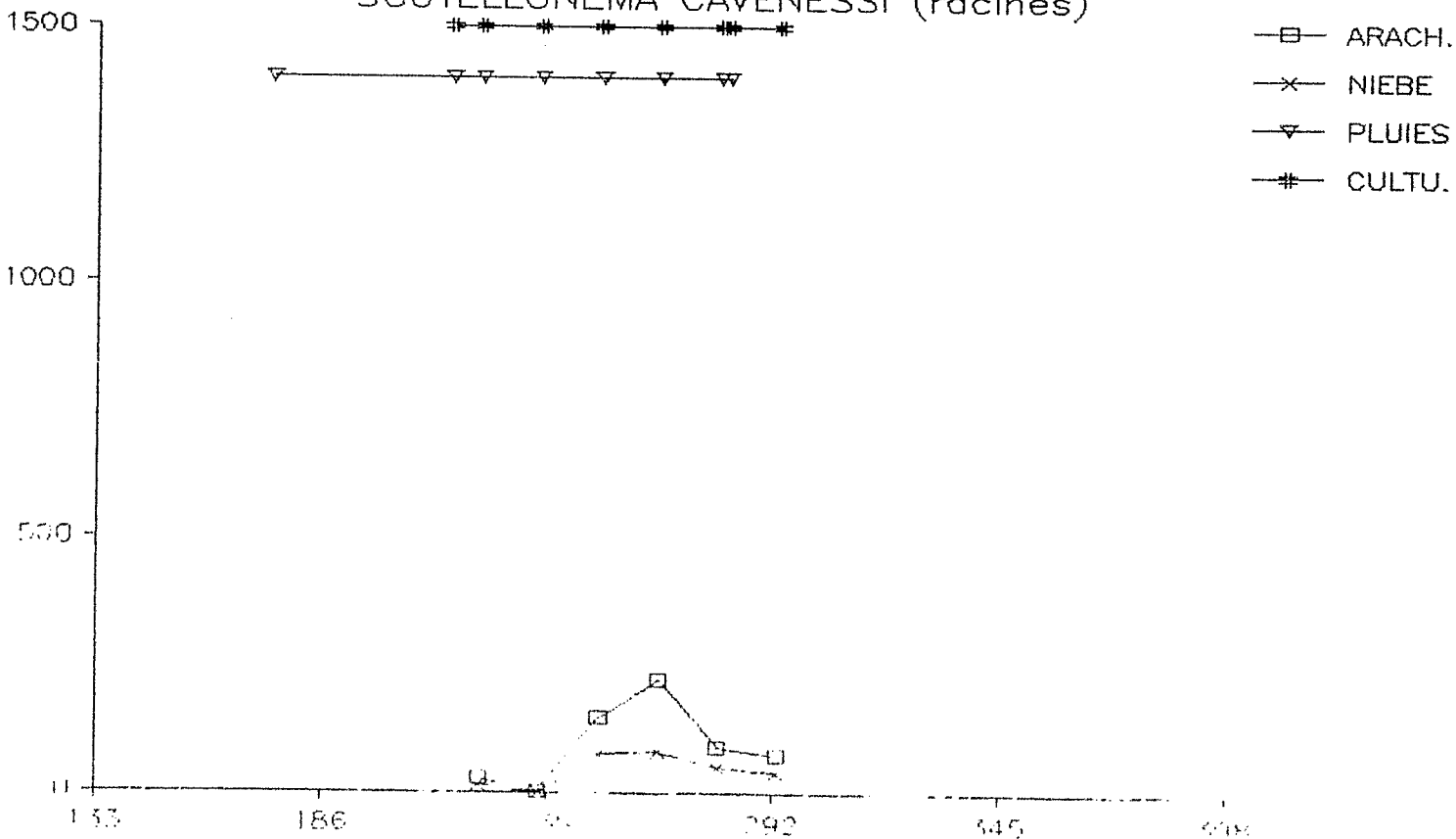
DAROU SALE

SCUTELLONEMA CAVENESSI (racines)



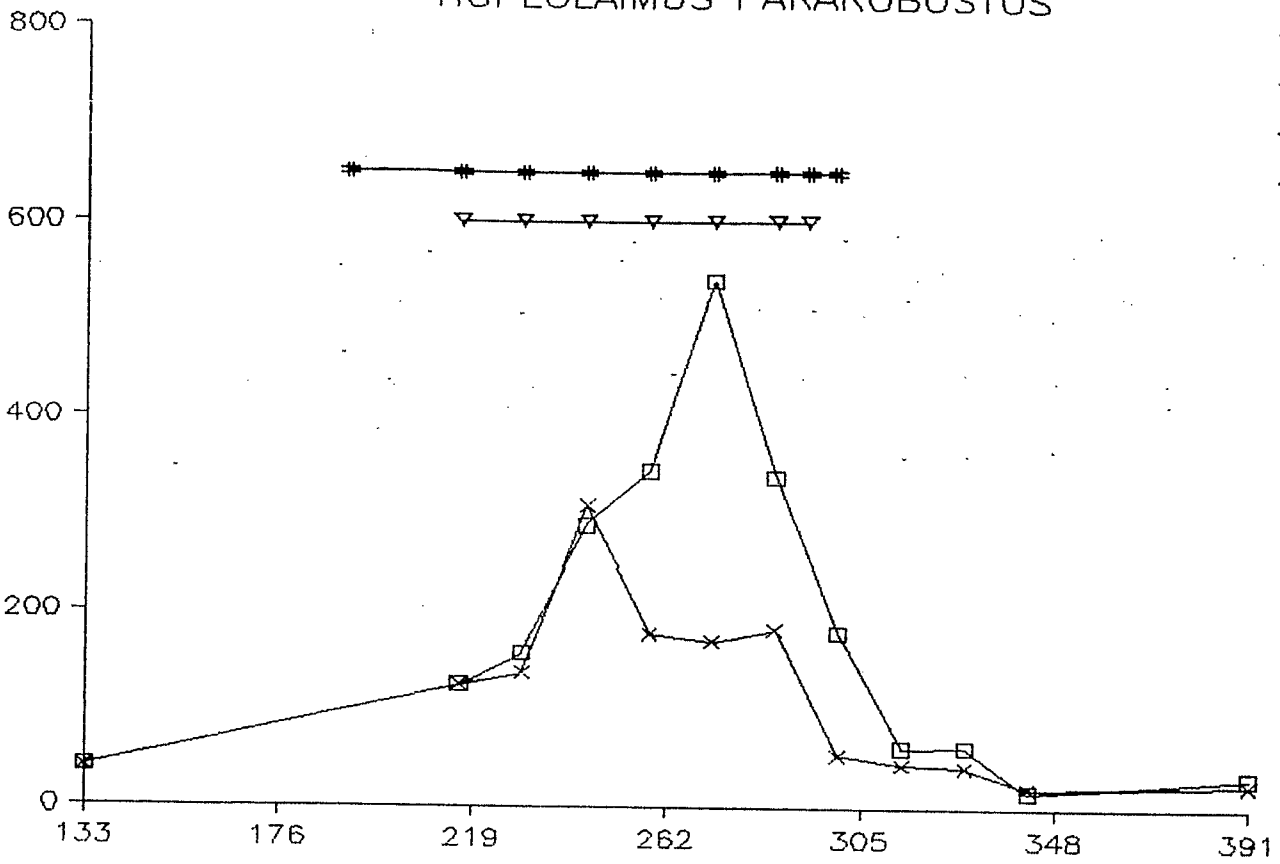
NEBE-ARACHIDE

SCUTELLONEMA CAVENESSI (racines)



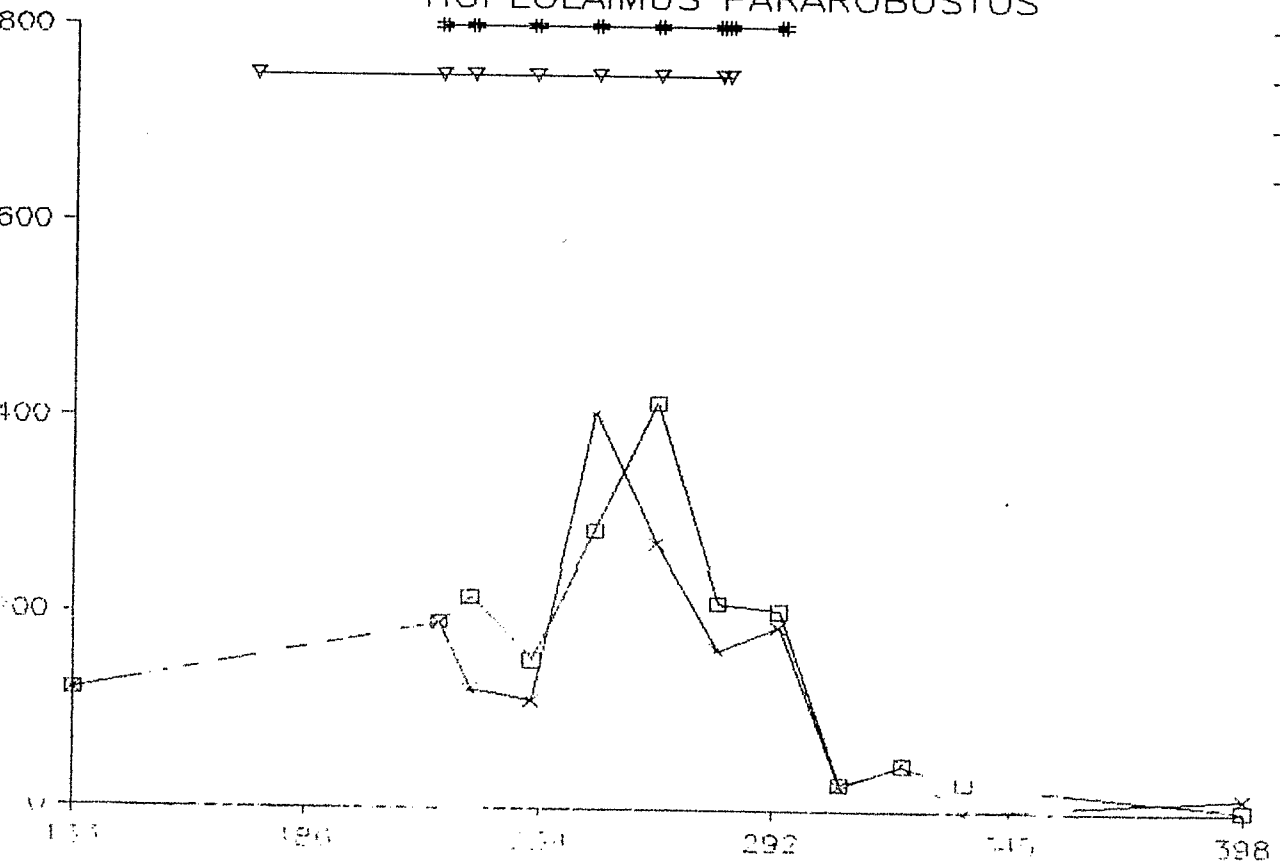
DAROU SALE HOPLLOLAIMUS PARAROBUSTUS

- ARACH.
- ×— NIEBE
- ▽— CULTUR
- *— PLUIES



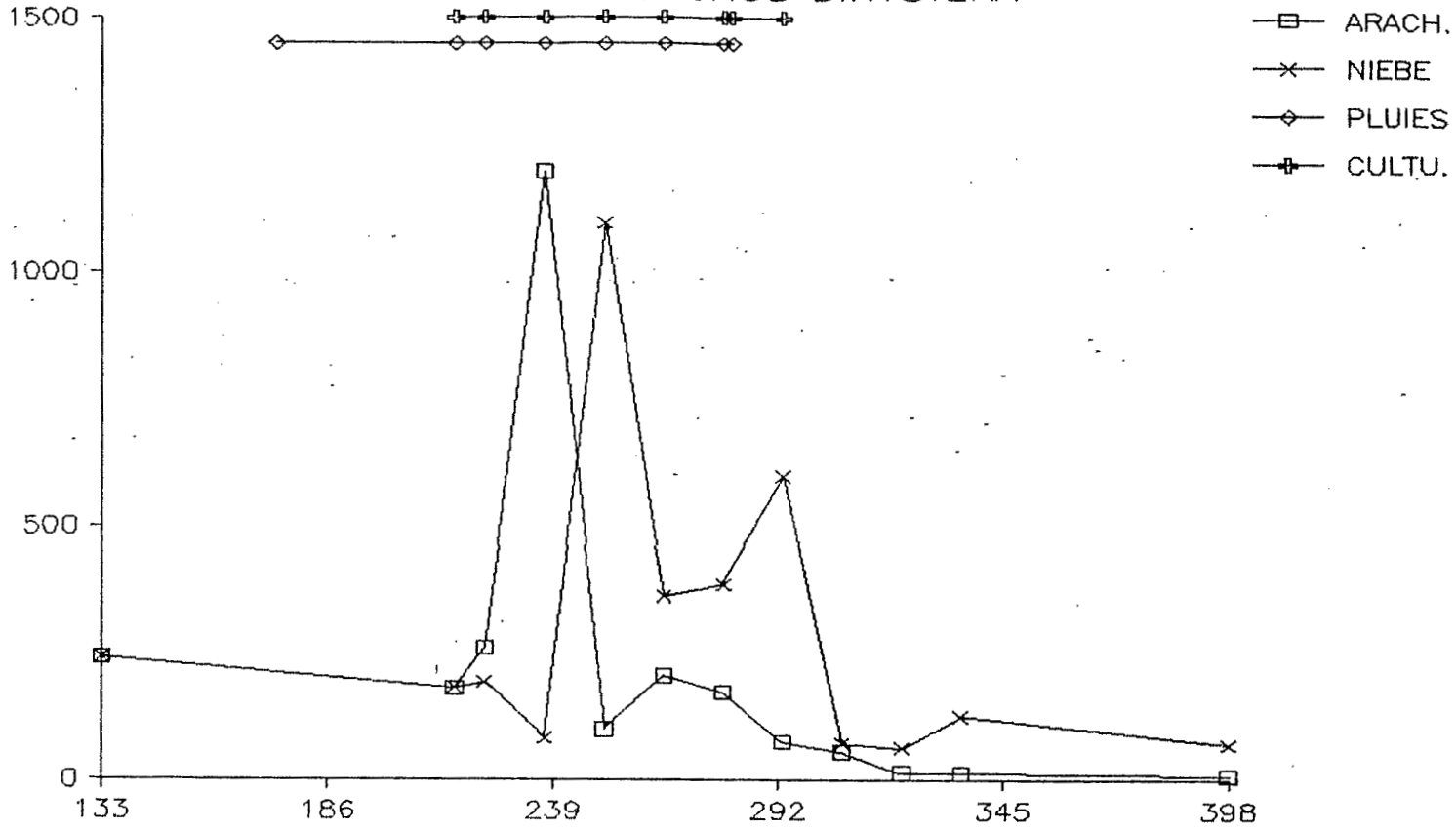
NEBE HOPLLOLAIMUS PARAROBUSTUS

- ARACH.
- ×— NIEBE
- ▽— PLUIES
- *— CULTU.



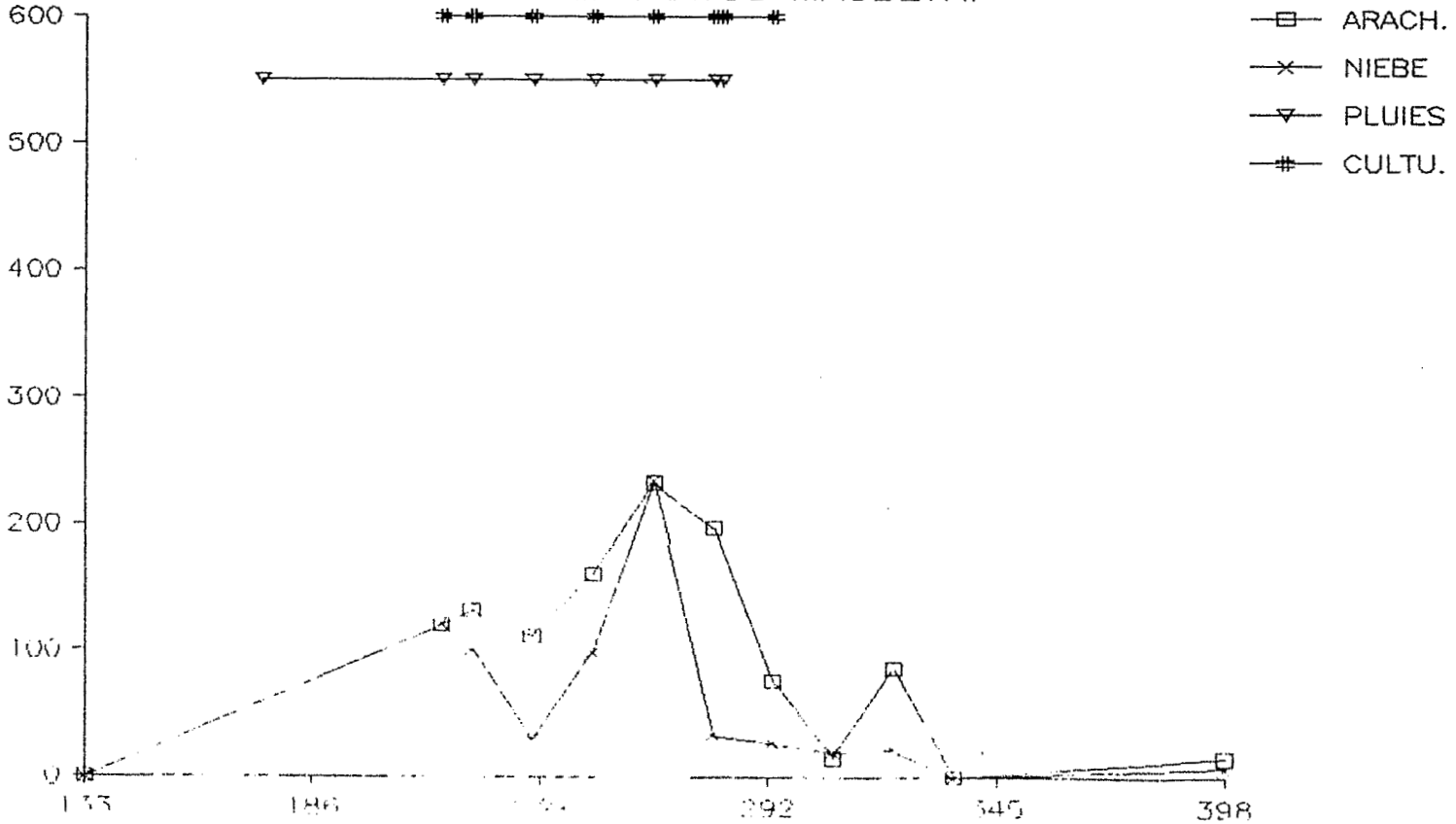
NEBE

HELICOTYLENCHUS DIHYSTERA



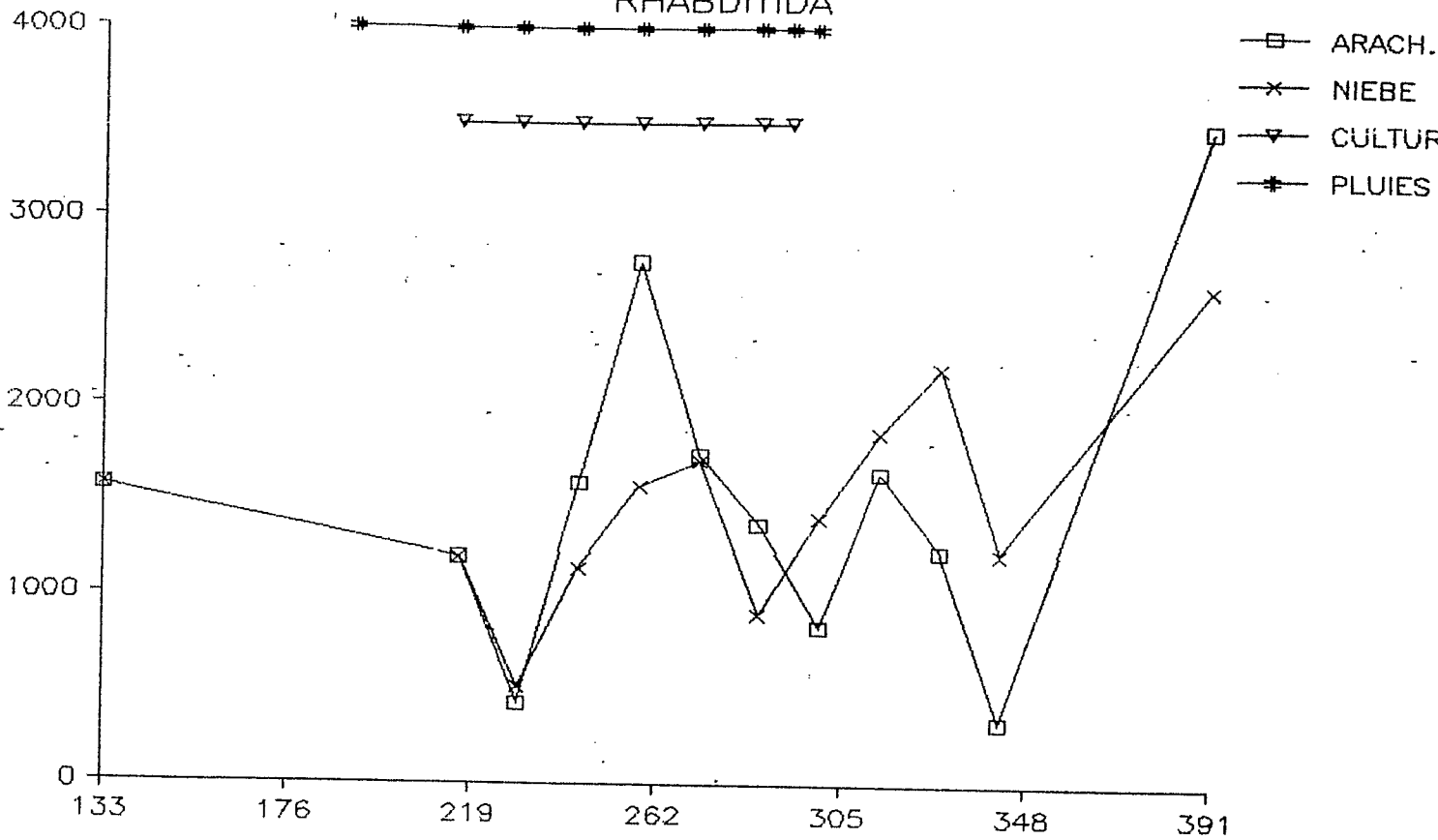
NEBE

PELTAMIGRATUS MACBETHI



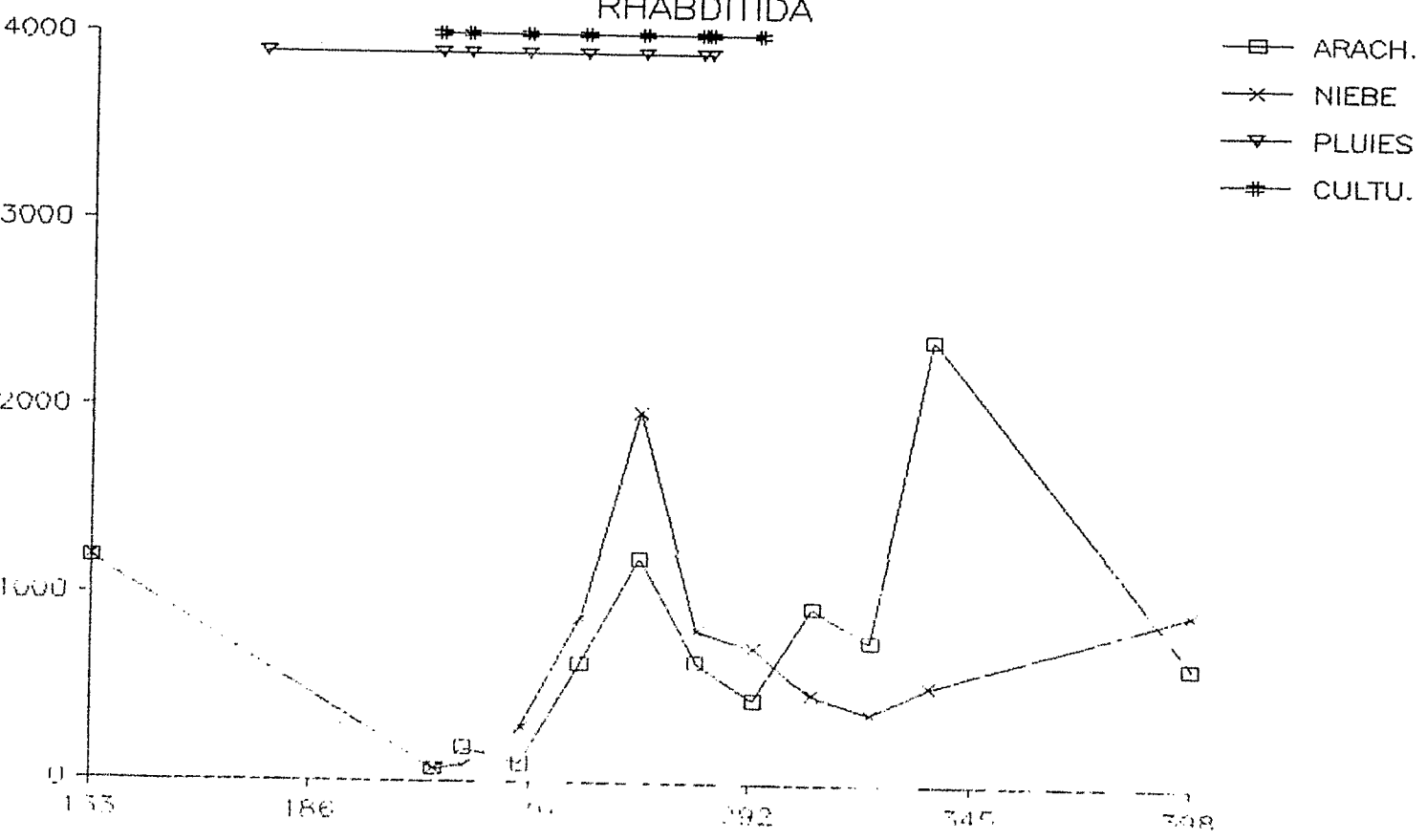
DAROU SALE

RHABDITIDA

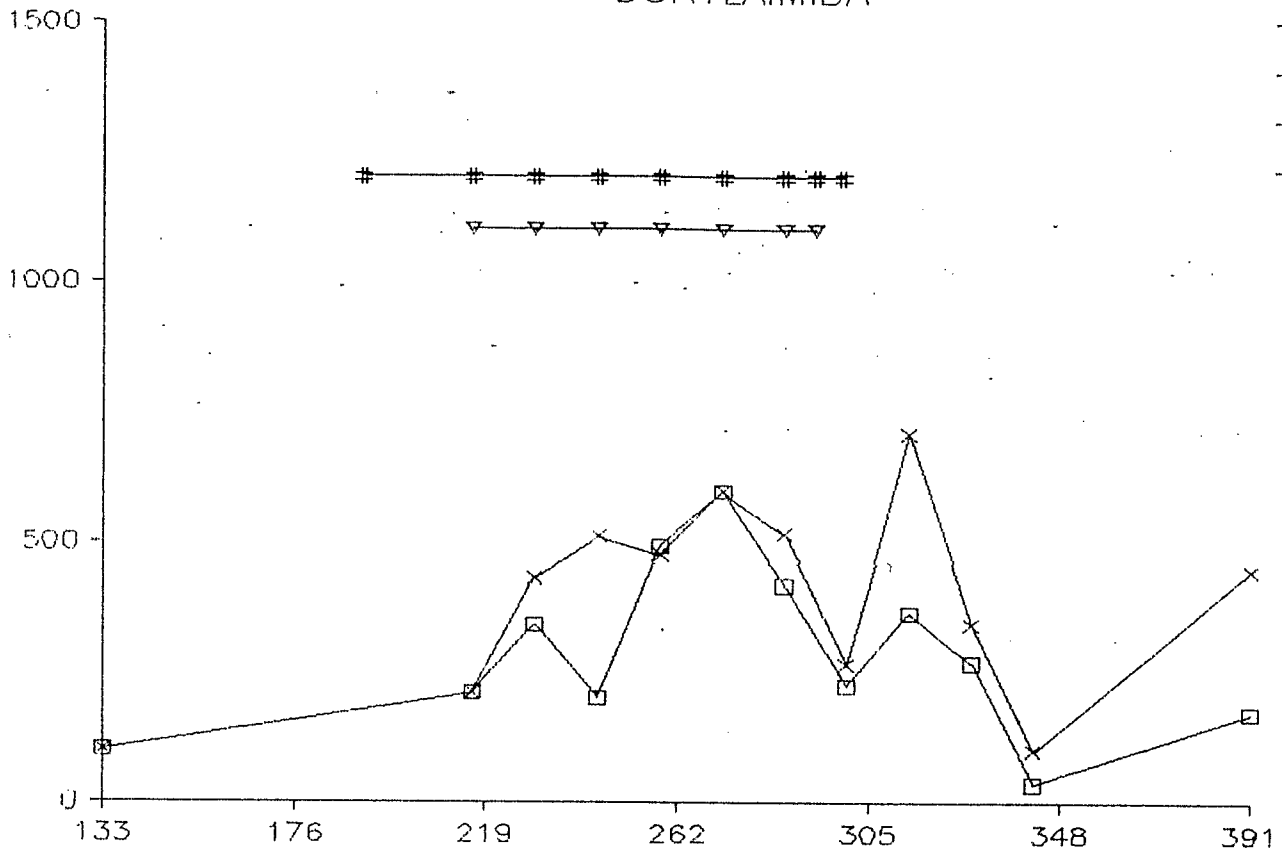


NEBE

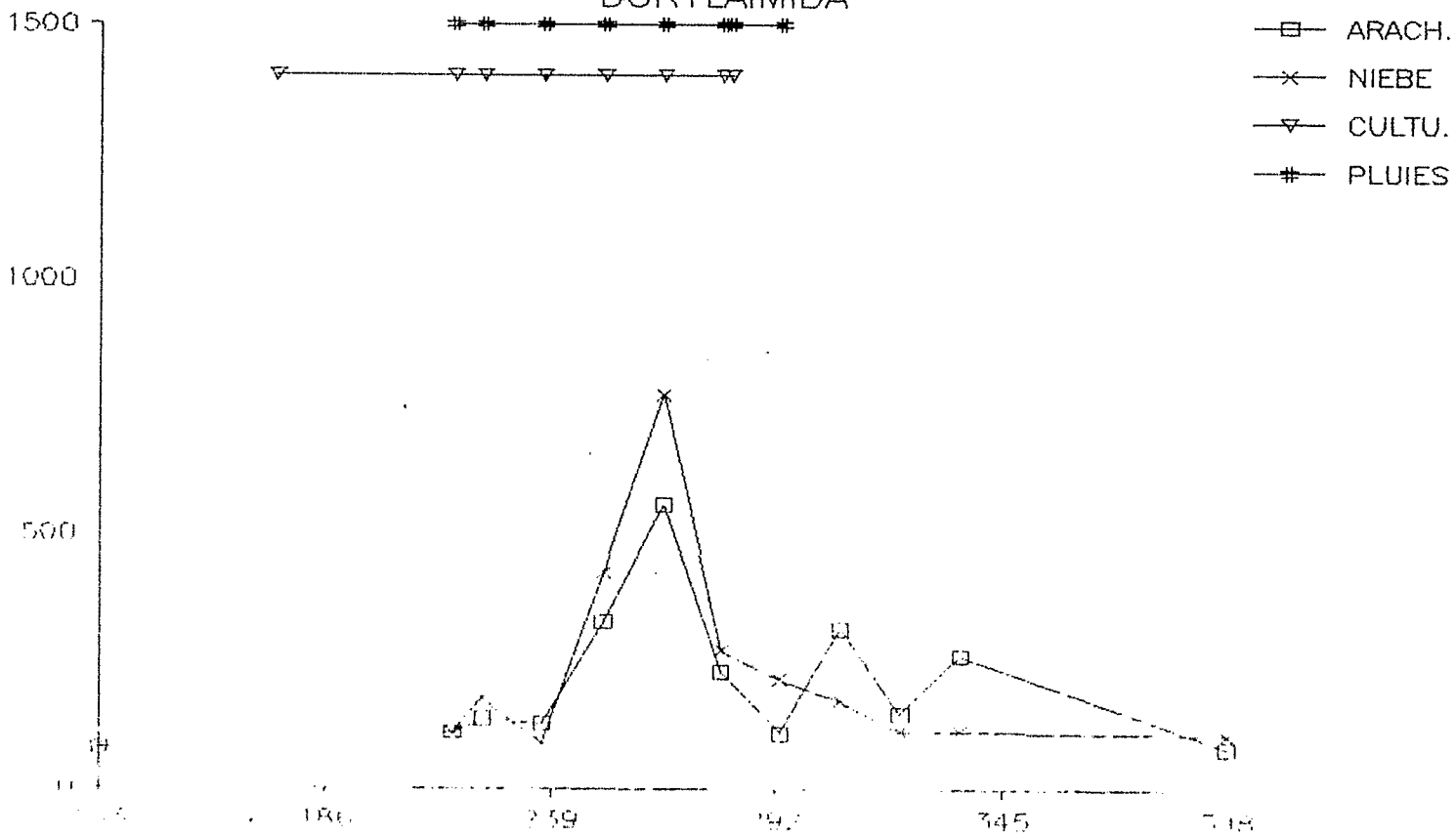
RHABDITIDA



DAROU SALE DORYLAIMIDA



NEBE DORYLAIMIDA



corrélées à celles de taux de populations endoracinaires.

-Hoplolaimus pararobustus : on enregistre à Darou Sale un meilleur développement de cette espèce sur arachide que sur niébé ; à Nebe, l'évolution est identique pour les deux plantes. Cette espèce ne semble pas être capable de se multiplier aux dépens de ces deux hôtes ; cette donnée est confirmée par les observations précédentes (cf. 1.1.3.1.) et les tests effectués sur arachide et niébé au laboratoire (cf. 1.1.3.3. et 1.1.3.6.).

-Helicotylenchus dihystra : l'accroissement des populations sous culture d'arachide est brève ; ensuite ces populations décroissent rapidement et régulièrement. Remarquons que ce nématode ne peut pas se multiplier sur arachide au laboratoire. Le niébé cv Bambey 21 autorise un meilleur développement de cette espèce sans que l'on enregistre une multiplication comparable à celle observée au laboratoire avec d'autres cultivars de niébé (cf. 1.1.3.6.).

On n'observe pas de différence de comportement pour les autres espèces (Ditylenchus, sp., Peltamigratus macbethi, Rhabditida et Dorylaimida) en fonction de la plante cultivée.

1.1.3.3. Mise à jour de la liste d'hôtes des nématodes du bassin arachidier du Sénégal.

Les élevages sont menés en vase de végétation maintenus à température constante dans un bain marie thermostaté. Les nématodes sont pêchés individuellement pour constituer un inoculum de 100 spécimens.

Les résultats montrent que i) le sorgho est l'hôte le plus fréquent de ces espèces ; ii) l'arachide est non hôte pour la majorité de ces nématodes et lorsqu'une multiplication est obtenue, elle est toujours de faible ampleur ; iii) pour de nombreux nématodes, la température du sol est un facteur qui conditionne de manière décisive la capacité de multiplication.

Ces résultats indiquent également l'absence d'arrêt du développement (diapause) pour toutes les espèces identifiées dans le bassin arachidier du Sénégal. Ces élevages sont menés en continu depuis maintenant deux ans avec un repiquage à intervalles de trois mois.

Parallèlement à ces études sur les nématodes phytoparasites du bassin arachidier, le laboratoire poursuit les élevages de plusieurs espèces (Hirschmanniella oryzae, H. spinicaudata, Heterodera oryzae, H. gambiensis) et effectue des tentatives de maintien en élevage au laboratoire pour plusieurs autres espèces (Coslenchus sp., Triversus annulatus, Tylenchorhynchus spp., Histotylenchus sp., Scutellonema cf bradys, S. clathricaudatum, Peltamigratus nigeriensis, Hemicyclophora belemnis, Paratylenchus sp., Gracilacus sp.).

1.1.3.4. Influence de la température du sol sur le développement du nématode Scutellonema cavenessi

Les études entreprises en 1985 (Baujard et al., 1986) indiquaient que la température du sol constituait un des facteurs déterminants de la capacité du nématode S. cavenessi à se multiplier. La température de 40°C permet une multiplication importante pour les nématodes sortant d'anhydrobiose, mais n'autorise pas la poursuite du développement lors du cycle suivant. La température de 35°C semblait plus apte à permettre ce développement. Il importait alors de préciser la température optimale pour le développement de cette espèce.

TABLEAU 19 : GAMME D'HOTES DES NEMATODES PHYTOPARASITES DU BASSIN ARACHIDIER DU SENEGAL (?=test non effectué ; -=non multiplication ; 0=maintien des populations ; +=multiplication inférieure à 10 ; ++=multiplication supérieure à 10).

NEMATODES-----	TEMPERATURE D'ELEVAGE (C)	HOTES D'ELEVAGE =====				
		ARACHIDE	MIL	SORGHO	NIEBÉ	MAIS
<i>Tylenchorhynchus gladiolatus</i>	30	?	?	+	+	?
	35	?	?	-	?	?
<i>Tylenchorhynchus mashhoodi</i>	30	+	+	+	+	0
	35	?	?	+	+	?
<i>Dolichorhynchus elegans</i>	30	+	+	+	+	?
	35	?	?	?	?	?
<i>Dolichorhynchus sulcatus</i>	30	0	+	+	+	?
	35	?	?	+	+	?
<i>Telotylenchus ventralis</i>	30	+	+	+	+	+
	35	?	?	+	+	?
<i>Telotylenchus indicus</i>	30	?	?	+	+	?
	35	?	?	+	+	?
<i>Trichotylenchus falciformis</i>	30	?	+	+	?	?
	35	?	+	+	?	?
<i>Pratylenchus brachyurus</i>	30	+	+	+	+	+
	35	?	?	?	?	?
<i>Pratylenchus loosi</i>	30	-	+	+	+	+
	35	-	-	-	-	?
<i>Pratylenchus sefaensis</i>	30	-	+	+	+	+
	35	?	-	?	?	?
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	30	-	+	+	+	?
	35	?	+	+	?	?
<i>Hoplolaimus pararobustus</i>	30	-	+	0	-	?
	35	?	+	+	?	?
<i>Peltamigratus macbethi</i>	30	?	+	?	?	?
	35	?	+	-	?	?
<i>Scutellonema cavenessi</i>	30	-	-	-	-	?
	35	+	+	+	+	?
<i>Senegalonema sorghi</i>	30	-	+	+	-	?
	35	?	+	+	?	?
<i>Criconemella curvata</i>	30	-	-	+	+	?
	35	-	-	+	+	?
<i>Paratylenchus sp.</i>	30	-	-	-	-	?
	35	-	-	+	+	-

. Matériel et méthode

Les élevages sont conduits en vases de végétation constitués d'un tube de PVC contenant 340 g (250 cm³) de sol stérilisé à la chaleur. Ces vases de végétation sont maintenus à température constante dans des bains marie thermostatés. Les nématodes proviennent d'un élevage du laboratoire sur arachide, mil, sorgho et niébé où un taux de multiplication moyen de 4 avait été obtenu. Les différentes provenances sont mélangées et un inoculum de 450 nématodes/répétition est constitué. Les nématodes sont inoculés ; le mil (5 graines) et le sorgho (3 graines) sont semés ; l'arachide et le niébé (1 graine) sont repiqués après 2 jours de prégermination. Les vases de végétation sont placés à 34 et 36°C. Les tests sont effectués sur arachide, mil, sorgho et niébé avec 6 répétitions par culture et par température. L'élevage est maintenu pendant 75 jours, date à laquelle les nématodes sont extraits du sol et des racines.

. Résultats et discussion

Nous enregistrons (tableau 20) une nette influence de la température sur le taux de multiplication du nématode. Il semble donc que la température optimale de développement de cette espèce se situe entre 31 et 35°C. La réponse à l'hôte est conforme aux données enregistrées tant au champ qu'au laboratoire : le niébé autorise les plus fortes multiplications ; le mil et le sorgho donnent des résultats plus faibles. L'arachide ne permet pas la multiplication de cette espèce.

Lors de l'expérience précédente, les taux de multiplication étaient de 1,05 pour l'arachide, 4,58 pour le mil, 4,09 pour le sorgho et 6,27 pour le niébé. Trois conditions expérimentales étaient différentes : i) les nématodes sortaient d'anhydrobiose, ii) la température d'élevage était de 35°C, iii) il n'y avait pas eu de variation brutale du taux d'humidité du sol.

Or, les expériences menées au laboratoire montrent que les deux premiers facteurs ne sont pas prépondérants. Il convenait donc de tester l'influence du taux d'humidité du sol sur le taux de multiplication de S. cavenessi.

TABLEAU 20 : INFLUENCE DE LA TEMPERATURE ET DE L'HOTE SUR LE TAUX DE MULTIPLICATION DE SCUTELLONEMA CAVENESSI (***) = plantes mortes).

HOTES	TEMPERATURE	
	34°C	36°C
arachide	0,41	***
mil	1,21	0,54
sorgho	1,14	0,65
niebe	1,89	0,41

1.1.3.5. Influence du taux d'humidité du sol sur le développement du nématode Scutellonema cavenessi

. Matériel et méthode

Les vases de végétation utilisés sont les mêmes que précédemment. La température d'élevage est maintenue à 35°C.

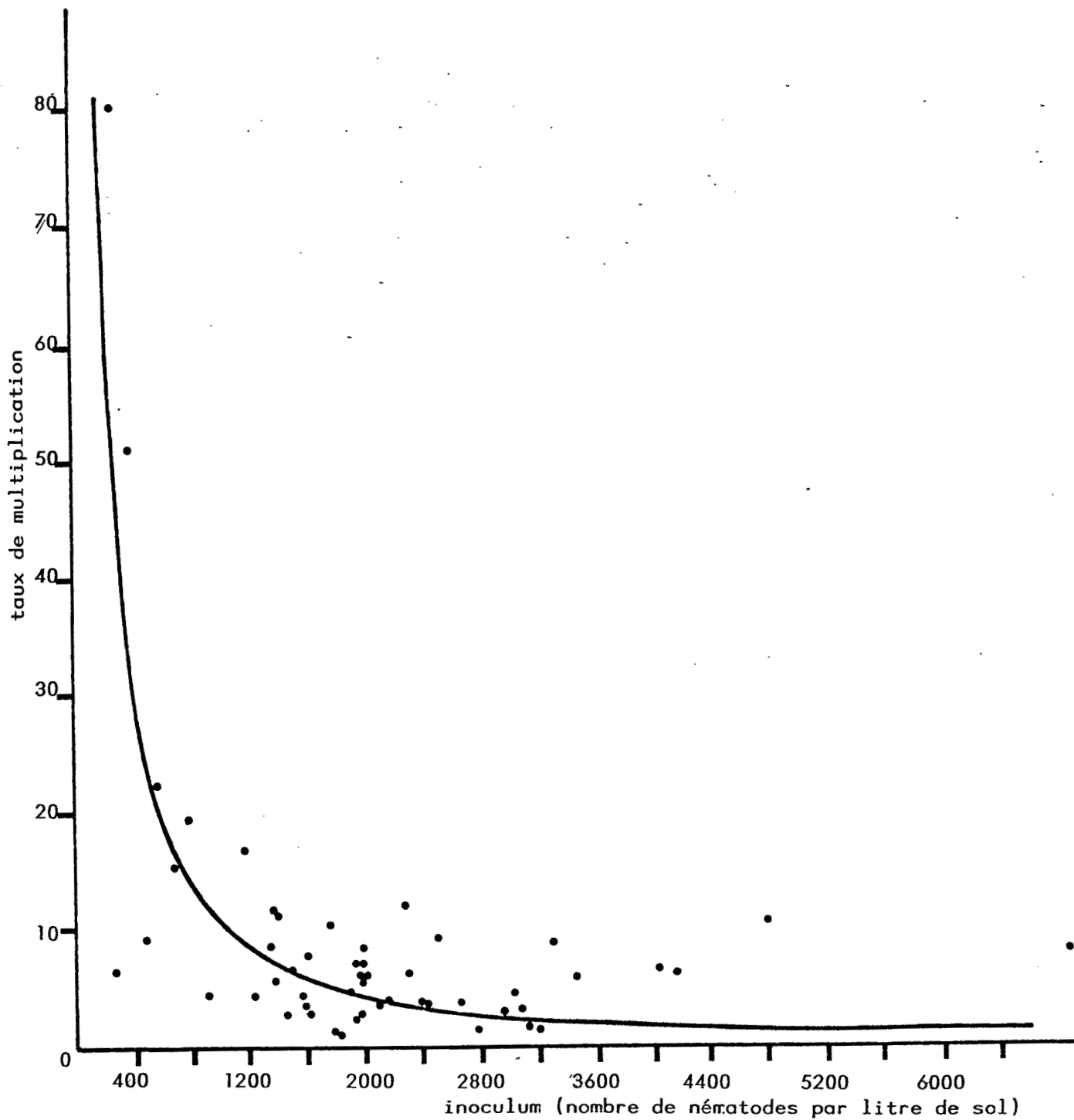


Fig. 16 : relations entre le niveau de l'inoculum et le taux de multiplication du nématode *Scutellonema cavenessi* sous culture de mil au laboratoire (température du sol de 35°C ; humidité du sol de 7 %).

Les nématodes proviennent d'un élevage sur mil où un taux de multiplication de 1,5 a été enregistré. Les nématodes sont pêchés individuellement pour constituer un inoculum de 500 spécimens par répétitions. Les sols sont maintenus à 3, 5, 7 et 9% d'humidité absolue (6 répétitions par traitement) par pesée journalière des vases de végétation. L'expérience est réalisée avec le mil cv SOUNA III.

. Résultats et discussion

Les résultats (tableau 21) traduisent l'importance de l'effet taux d'humidité du sol sur le développement de ce nématode. Ils confirment également les résultats obtenus au champ concernant l'influence de la pluviométrie sur sa dynamique de population (cf. 1.1.3.1.).

Il apparaît donc que le développement du nématode est sous la dépendance de quatre facteurs : i) l'hôte, ii) le précédent cultural, iii) la température du sol, iv) l'humidité du sol.

La compilation des résultats des différentes expériences effectuées au laboratoire (47 observations) sur monoculture de mil à 35°C et 7% d'humidité montre qu'un cinquième facteur conditionne le taux de multiplication de cette espèce au laboratoire (fig. 16) : il s'agit du niveau de l'inoculum qui est corrélé ($r = 0,54$) de manière hautement significative à la population finale par la relation $y = 7844x^{(-1,197)}$

Les études actuellement en cours ont pour objet de préciser le comportement du nématode i) aux températures de l'ordre de 31-34°C, ii) aux taux d'humidité de 7-17%, iii) aux inoculums de 50-1000 nématodes/litre de sol. La confirmation des observations sur les monocultures conduites sur "l'essai rotation" (cf. 1.1.3.1.) est également en cours.

TABLEAU 21 : INFLUENCE DU TAUX D'HUMIDITE DU SOL SUR LE DEVELOPPEMENT DU NEMATODE SCUTELLONEMA CAVENESSI.

TAUX D'HUMIDITE	TAUX DE MULTIPLICATION
3%	0,58
5%	3,04
7%	6,28
9%	7,99

1.1.3.6. Facteurs variétaux influençant le développement des nématodes phytoparasites

Parmi les nombreux travaux effectués sur la sélection des variétés résistantes aux *Meloidogyne*, ceux de Amosu et Franckowlack (1974), Amosu (1974, 1976), Fery et Dukes (1977, 1980) ont montré que la résistance à *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne hapla* et *Meloidogyne incognita* était gouverné par un seul gène dominant le gène RK. Ces cultivars résistants sont très utilisés dans l'agriculture moderne. A ce propos, Epps (1969) préconise l'emploi de neuf variétés résistantes de *Vigna sinensis* pour lutter contre les dégâts provoqués par *Heterodera glycine* dans le Tennessee et en Virginie. Un tri variétal mené sur des cultivars de *Vigna unguiculata* au Sénégal et au Nigéria vis à vis de trois races de *M. incognita* et d'une race de *M. javanica* a révélé que seule la variété TVU 857 du Nigéria s'est montrée fortement résistante (Odihirin,

1981). Swanson et al., 1984 rapportent que ces deux espèces se reproduisent moins sur la variété de niébé Californian, Blackeye numéro 5 que sur d'autres variétés américaines ; selon ces mêmes auteurs, cette variété qui a été introduite au Sénégal dans le cadre de la Nouvelle Politique Agricole, serait résistante à la race 4 de M. incognita.

L'extension de la culture du niébé dans la zone nord du bassin arachidier du Sénégal, extension préconisée dans le cadre de la NPA pour i) pallier au déficit pluviométrique ii) augmenter la production en culture vivrière, pose un double problème : i) quelle est l'incidence des nématodes phytoparasites dans la péjoration des rendements de cette culture ? ii) existe-t-il une différence de comportement de ces nématodes vis à vis des différents cultivars de niébé utilisés dans cette zone ?

. Matériel et méthode

Trois variétés de niébé choisies pour leur importance dans le bassin arachidier ont été testées en serre. Il s'agit de : cv N58-57, variété à port rampant et forte production en fanes et en gousses ; N'Diambour, variété issue du croisement entre N58-57 et N58-41, et caractérisée par la grosseur des graines ; Mougne, variété issue du croisement entre Pout et N58-74 et caractérisée par une indifférence à la photopériode ; le sorgho cv 51-69 est utilisé comme plante témoin.

Ces tests ont été conduits sur un sol sableux préalablement stérilisé à la chaleur (120°C, 30 minutes). Ce sol de la station expérimentale de Bel Air conserve ses propriétés physico-chimiques après stérilisation (Ollivier, 1981). Sa composition est la suivante : sable 94,1%, argile 4,4%, limon 0,9%, P205 assimilable 239 ppm, P205 total 400 ppm, azote total 270 ppm, pH CaCl₂ 6,9.

Les vases de végétation sont maintenues à température constante dans un bain marie thermostaté. Les élevages ont été conduits sur des volumes de sol de 1 litre pour Meloidogyne incognita et Meloidogyne javanica et de 250 ml pour Paratylenchus sp ; Dolichorhynchus sulcatus ; Pratylenchus sefaensis ; Helicotylenchus dihystra ; Criconemella curvata ; Hoplolaimus pararobustus ; Heterodera gambiensis et Scutellonema cavenessi. Les graines de niébé des variétés à tester ont été mises en pré-germination 24h à l'étuve à 30°C et repiquées dans les vases de végétation à raison d'une graine/vase ; l'inoculation des nématodes a lieu 10 jours après. L'inoculum provient des élevages du laboratoire. La culture est maintenue pendant deux mois avec un apport bi-hebdomadaire d'une solution fertilisante.

Les analyses nématologiques sont effectuées sur 250 ml du sol par élutriation (Seinhorst, 1962) et sur la totalité du système racinaire par aspersion (Seinhorst, 1950). Les nématodes du sol sont dénombrés après être restés sept jours sur le tamis ; ceux des racines sont dénombrés après sept et quatorze jours d'aspersion.

. Résultats et discussions

Les trois variétés de niébé testées sont non hôtes pour H. gambiensis et Paratylenchus sp, mauvais hôtes pour P. sefaensis et permettent le maintien des populations pour H. pararobustus. Par contre, S. cavenessi ; H. dihystra et C. curvata se multiplient sur ces variétés ; D. sulcatus ; T. mashhoodi ; M. incognita et M. javanica se multiplient très

bien.

L'ensemble de ces nématodes se comporte indifféremment vis à vis des trois variétés testées, à l'exception de M. incognita, M. javanica et S. cavenessi, espèces pour lesquelles la variété cv N58-57 provoque une augmentation de population significativement différente de celle obtenue avec les autres variétés. La culture de cette variété dans le bassin arachidier peut donc entraîner des augmentations des taux de populations de ces nématodes.

TABLEAU 1136 : INFLUENCE DU CULTIVAR DE NIEBE SUR LE DEVELOPPEMENT DES NEMATODES PHYTOPARASITES (pour chaque nématode, les chiffres marqués de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5% ; PI = population initiale ; PF = population finale ; T = température du sol en degrés Celsius ; Nd = cv N'Diambour ; M = cv Mougne ; N58 = cv N58-57 ; Sg = sorgho ; R = nombre de répétitions ; * = nombre de femelles).

	T	PI	PF				R
			Nd	M	N58	Sg	
H. gambiensis	30	500	0 a	0 a	0 a	120* b	5
Paratylenchus sp	30	500	10 a	0 a	0,5 a	102820 b	5
P. sefaensis	30	350	51 a	93 a	122 a	982 b	5
H. pararobustus	30	565	435 a	391 a	438 a	2355 b	5
H. dihystra	30	500	1011 a	1271 a	663 a	1241 a	5
C. curvata	30	500	1516 a	3632 b	1636 ab	4677 b	5
D. sulcatus	30	500	9010 a	10800 a	7000 a	18813 b	5
T. mashhoodi	30	500	6120 a	16650 b	3230 a	26436 c	5
M. incognita	30	2500	36353 ab	23657 a	38178 b	-	10
M. javanica	30	2500	39664 a	38436 a	127865 b	-	10
S. cavenessi	35	1000	1365 a	1675 ac	3596 bc	1846 abc	7

1.1.3.7. Résultats de la prospection faunistique des zones arachidières du Mali : relations entre les caractéristiques granulométriques des sols et la structure des populations

Les premiers résultats obtenus lors de la prospection des deux zones arachidières au Mali (Baujard, 1986) révèlent des populations de structures analogues à celles identifiées dans le bassin arachidier du Sénégal. Les Tylenchida sont représentés par des espèces des genres Tylenchorhynchus, Dolichorhynchus, Telotylenchus, Pratylenchus, Scutellonema, Hoplolaimus, Helicotylenchus et Peltamigratus, les Criconematoidea, essentiellement dans les genres Criconemella et Paratylenchus, sont peu fréquents et toujours en faible nombre. Les Aphelenchida, Rhabditida et Dorylaimida sont représentés par les mêmes espèces qu'au Sénégal.

Cependant quelques espèces rares ou absentes au Sénégal, sont fréquemment identifiées : Telotylenchus indicus, Scutellonema clathricaudatum, Peltamigratus nigeriensis, P. striatus ; la caractéristique la plus importante est la forte présence des espèces du genre Pratylenchus (brachyurus, sefaensis, zeae) à mettre en relation avec les monocultures de céréales fréquentes dans ces régions.

Nous retrouvons également au Mali l'influence prépondérante de l'hôte sur la structure et l'importance des populations : alors que le mil, le niébé et le sorgho permettent un

bon développement de ces espèces, l'arachide entraîne une diminution de la diversité spécifique et de l'importance des populations.

Sur chaque prélèvement de sol, les espèces sont identifiées et dénombrées ; les caractéristiques granulométriques sont déterminées. Ces données sont soumises à une analyse en composantes principales (ACP) sur les données granulométriques, sur les données nématologiques et sur l'ensemble de ces données. Seule cette analyse sera commentée, ses résultats étant identiques à ceux des deux précédentes.

L'étude des projections sur les quatre premiers axes qui représentent 43% de la variance totale permet les constatations suivantes :

- les échantillons se séparent en deux grands ensembles suivant leur teneur en sables d'une part, leur teneur en limons, argile et matière organique d'autre part. Cette subdivision recoupe la répartition géographique de ces prélèvements : la zone C.M.D.T., localisée dans le bassin du fleuve Niger, est caractérisée par des sols essentiellement sableux ; la zone O.D.I.P.A.C. à l'Ouest de Bamako est caractérisée par des sols limoneux et à teneurs en argile et matière organique supérieures à celles de la zone C.M.D.T.
- cette subdivision granulométrique se combine à une division sur le plan nématologique : les sols sableux sont caractérisés par la présence de Scutellonema clathricaudatum, Telotylenchus ventralis, Criconemella curvata, Hoplolaimus pararobustus et de fortes populations de Dorylaimida. A l'inverse des sols plus riches en limons et argile qui abritent notamment des populations de fortes populations de Tylenchidae et les espèces Pratylenchus brachyurus, Telotylenchus indicus, Rotylenchulus borealis.

L'analyse des corrélations multifactorielles pour chaque espèce ou groupe de nématode permet de dégager les tendances suivantes :

- l'ensemble des espèces qui contribuent à l'importance des populations telluriques est homogène. Il comprend les Tylenchidae, Tylenchorhynchidae, Belonolaimidae, Pratylenchidae, Hoplolaimidae (dans ce groupe, seuls les genres Scutellonema et Helicotylenchus sont prépondérants) ; les Aphelenchida, Rhabditida et Dorylaimida. Ces populations ont un net préférendum pour les sols limoneux ; curieusement les sols argileux ne semblent pas favorables à ces espèces.
- Les sols sableux abritent préférentiellement des populations de Scutellonema cavenessi, Peltamigratus nigeriensis, Dorylaimida, S. clathricaudatum, Helicotylenchus dihystra et Trichotylenchus falciformis. Ces trois dernières espèces préfèrent des sols sableux à pH élevé.
- les pH élevés semblent également favorables à la présence de Telotylenchus ventralis et Pratylenchus sefaensis.
- les sols limoneux sont caractérisés par la présence de nématodes du groupe des mycophages : Tylenchinae, Ditylenchus et Aphelenchus avenae.

Les résultats de ces premières analyses demandent à être vérifiés. Ils ne constituent actuellement que des tendances qui seront affinées lors de la poursuite des prospections faunistiques sur la zone sahélienne (Mali en 1987, Niger en

1988) et au Sénégal. Ces tendances (relations avec les caractéristiques granulométrique du substrat et le pH) seront également testées au laboratoire.

Il apparaît cependant que l'analyse en composantes principales est un outil mal adapté à l'étude de la répartition spatiale de la nématofaune : les effets de l'hôte et ceux de la pluviométrie ne peuvent être facilement quantifiés et intégrés à l'analyse alors qu'ils interviennent de façon prépondérante dans les phénomènes analysés. La recodification des données en classes de fréquence permettra d'utiliser l'analyse factorielle des correspondances.

1.1.3.8. Etudes morphologiques en microscopie électronique à balayage : technique et résultats

La Faculté des Sciences de Dakar possède un important Service de Microscopie Electronique qui regroupe deux microscopes électroniques à transmission et un microscope électronique à balayage. Ce dernier est équipé des matériels périphériques indispensables : point critique, métallisation par ionisation et cryofracture.

Très naturellement, le Laboratoire de Nématologie a voulu profiter de ces possibilités. Malheureusement, les techniques utilisées en microscopie électronique à balayage supposent toutes des processus de déshydratation relativement longs. Par ailleurs, la manipulation des nématodes pose de nombreux problèmes relatifs à leur petite taille.

Nous avons donc entrepris de mettre au point une technique de déshydratation plus rapide et de proposer une technique de fabrication de micros tamis simples et peu onéreux (Baujard et Pariselle, sous presse).

Cette technique permet de soumettre à l'observation tout échantillon d'origine animale ou végétale sans qu'une fixation soit nécessaire. Les essais réalisés sur les nématodes et sur des nodules bactériens de Sesbania rostrata montrent que bactéries, champignons, nématodes et cellules végétales sont parfaitement conservées. Les délais de préparations sont considérablement raccourcis (deux jours) et la manipulation n'occupe en elle même qu'une quinzaine de minutes.

Actuellement, le Laboratoire de Nématologie élabore une photothèque qui concerne maintenant 29 espèces : Coslenchus sp., Ottolenchus sp., Miculenchus sensu lato, Tylenchorhynchus gladiolatus, Dolichorhynchus elegans, D.sulcatus, Telotylenchus indicus, T. ventralis, Trichotylenchus falci-formis, Scutellonema cavenessi, S.clathricaudatum, Hoplolaimus pararobustus, Helicotylenchus dihystra, Peltamigratus macbethi, Senegalonema sorghi, Heterodera sensu lato, Criconemella curvata, Paratylenchus sp., Chiloplacus sp., Cervidellus sp., Acrobeles sp., cinq espèces de Dorylaimoidea, Discolaimus sp., Xiphinema sp., Leptonchus sensu lato.

1.1.3.9. Notes sur la systématique du genre Dolichorhynchus

L'étude nématologique des sols du Sénégal révèle la présence fréquente de spécimens de la sous-famille des Tylenchorhynchinae Eliava, 1964 caractérisés par la présence de côtes longitudinales : Dolichorhynchus gladiolatus (Fortuner & Amougou, 1973) Mulk & Jairajpuri, 1974, D.elegans Germeni & Luc, 1984 et deux autres populations non déterminées en prove-

nance du Sénégal et de Gambie. L'identification des espèces du genre Dolichorhynchus Mulk & Jairajpuri, 1974 est difficile ; elle est fondée sur des caractères dont la variabilité est inconnue, notamment le nombre de côtes cuticulaires longitudinales. Il apparaît alors intéressant de préciser la variabilité des caractères morphobiométriques utilisés dans la systématique de ce taxon ; l'étude a été effectuée sur des topotypes de D.elegans, espèce décrite récemment au Sénégal.

Dans la famille des Dolichodoridae Chitwood, 1950, la sous famille des Tylenchorhynchinae se caractérise i) par des champs latéraux marqués par trois à cinq incisures, ii) une cuticule fortement annelée avec parfois des côtes longitudinales, iii) les déirides généralement absentes, iv) la queue courte de forme variable (de conique et pointue à cylindrique et ronde), v) des spicules arqués ventralement, dont la partie distale pointue présente un rebord ventral, vi) un gubernaculum développé protrusible ou fixe, vii) un appareil génital femelle avec deux branches opposées. Elle comprend les genres suivants : Tylenchorhynchus Cobb, 1913, genre type ; Uliginotylenchus Siddiqi, 1971 ; Quinisulcius Siddiqi, 1971 ; Triversus Sher, 1973 ; Sauertylenchus Sher, 1974 ; Dolichorhynchus ; Trilineellus Lewis & Golden, 1981 ; Divittus Jairajpuri, 1984 ; Tesselus Jairajpuri & Hunt, 1985 ; Neodolichorhynchus Jairajpuri & Hunt, 1985.

Le genre Dolichorhynchus a été créé pour l'espèce T.phaseoli Sethi & Swarup 1968 ; il est caractérisé par la présence i) de côtes longitudinales, ii) d'une bursa échancrée chez le mâle rappelant celle du genre Dolichodorus Cobb, 1914, iii) d'une tête bilobée et iv) d'une queue conique chez la femelle avec un lobe terminal non marqué de stries transversales. Les auteurs décrivent aussi D. nigericus. A la suite de l'érection de ce genre, Mulk & Siddiqi (1982) placent dans le genre Dolichorhynchus les espèces Tylenchorhynchus lamelliferus (de Man, 1880) Filipjev, 1936, T. microphasmis Loof, 1959, T. judithae Andrassy, 1961, T. sulcatus de Guiran, 1967, T. gladiolatus, et décrivent D. parvus. Les auteurs laissent dans le genre Tylenchorhynchus les espèces claytoni Steiner, 1937 et pachys Thorne & Malek, 1968 (les côtes étant trop fines) et dans le genre Trilineellus l'espèce clathrocutis Lewis & Golden, 1981 (3 incisures vs. 4 chez Dolichorhynchus).

Jairajpuri & Hunt (1984) décrivent D. prophasmis et rediscutent la validité du genre Dolichorhynchus en proposant deux nouveaux genres: i) Neodolichorhynchus pour les espèces microphasmis, judithae, sulcatus et gladiolatus qui se distinguent du précédent par l'absence de recouvrement latéral de la vulve, une bursa non échancrée chez le mâle, la région céphalique bien séparée du reste du corps et présentant peu d'anneaux, des côtes moins hautes que les champs latéraux, quatre incisures dans le champ latéral incomplètement aréolé et un gubernaculum simple ; ii) Tesselus pour les espèces claytoni et pachys qui ont la région céphalique non séparée du reste du corps, quatre incisures dans les champs latéraux non aréolés. Les auteurs considèrent comme valide le genre brevilineatus Williams, 1960 dont les côtes ne sont pas présentes sur toute la longueur du corps. Cette dernière révision ne prend pas en compte quatre espèces : T. oleraceae Gupta Uma, 1981a, T. solani Gupta Uma, 1981b, D. tuberosus Maqbool et al., 1984 et D. elegans.

La création de ces deux nouveaux genres s'appuie sur les

caractères suivants : i) une région céphalique séparée ou non du reste du corps alors que, dans le genre Tylenchorhynchus, tous les intermédiaires entre une région céphalique non séparée (T. mashhoodi Siddiqi & Basir, 1959) et une région céphalique bien séparée (T. dubitus (Butschli, 1873) Filipjev, 1936) du reste du corps (Hooper, 1978) sont présents : ii) le nombre d'anneaux de la région céphalique : dans le genre Tylenchorhynchus, ce nombre varie de 2 (T. delhiensis Chawla et al., 1968) à 10 (T. kegenicus Litvinova, 1946) ; iii) des champs latéraux aréolés ou non : on observe dans le genre Bitylenchus Filipjev, 1934 toutes les formes et toutes les densités d'aréolation des champs latéraux (B. aerolatus (Tobar Jiménez, 1970) Siddiqi, 1986 aux champs latéraux aréolés et B. vulgaris (Upadhyay et al., 1972) Siddiqi, 1986 aux champs non aréolés). Il reste donc comme caractères distinctifs : i) le recouvrement de la vulve ; il est à noter qu'il existe des genres où sont regroupées des espèces avec ou sans recouvrement (flap) : Bursaphelenchus Fuchs, 1937 et Laimaphelenchus Fuchs, 1937 par exemple (Baujard, 1980, 1981). Le caractère "importance relative des côtes" n'est pas mentionné dans la diagnose de Tesselus. Il reste donc un seul caractère différentiel : l'échancre de la bursa chez le mâle. Par ailleurs, la description de D. elegans remet en cause la classification élaborée, ce nématode présentant deux lignes dans les champs latéraux ; selon le raisonnement précédent, ceci justifierait la création d'un nouveau genre. Suivant un raisonnement similaire, Siddiqi, 1986 modifie la classification des Tylenchorhynchinae pourvus de côtes en ne conservant que le seul genre Dolichorhynchus, caractérisé par des côtes présentes sur tout le corps (en dehors des champs latéraux) et quatre incisures (ou trois côtes) dans ces mêmes champs latéraux. Deux sous-genres sont créés : i) Dolichorhynchus avec une vulve munie de petites membranes latérales et une bursa échancree chez le mâle (sauf pour D. (D.) lamelliferus), l'espèce type étant D. (D.) phaseoli ; il regroupe les espèces : elegans, lamelliferus, nigericus, parvus, prophasmis et tuberosus ; ii) Neodolichorhynchus ne présentant pas de recouvrement de la vulve ni d'échancre de la bursa avec pour espèce type D. (N.) microphasmis et les espèces cristatus Ivanova, 1983, gladiolatus, judithae, solani et sulcatus. Toutefois les problèmes posés par D. elegans (deux incisures dans les champs latéraux) et par les critères de détermination spécifique dont Siddiqi ne fait pas mention restent entiers.

.matériel et méthode : l'étude de la variabilité du nombre des côtes porte sur des spécimens de D. elegans prélevés dans la localité type (Patar, Sénégal) et inoculés sur : mil (Pennisetum typhoides Rich.), niébé (Vigna unguiculata L. Walp.), arachide (Arachis hypogea L.) et sorgho (Sorghum vulgare Pers.). A six semaines, on extrait le sol par élutriation (Seinhorst, 1962) et on prélève un mâle et une femelle qu'on inocule sur sorgho et sur choux (Brassica oleracea L.) cv cabu ; on note l'hôte d'origine des couples inoculés. Pour chaque population en élevage, dix femelles fixées, transférées dans la glycérine anhydre (Netscher & Seinhorst, 1969) sont coupées transversalement au-dessus de la vulve, puis montées dans la glycérine gélatinée. Les coupes sont observées au microscope optique à l'immersion. On observe ainsi dix femelles venant de chacun des élevages précédents :

mil, niébé, arachide et sorgho.

Lors des prélèvements de routine effectués en Gambie et dans le bassin arachidier du Sénégal (N'Dindy) nous avons pu observer deux populations de Dolichorhynchus maintenues en élevage au laboratoire respectivement sur choux et sorgho. Dans les deux cas les spécimens observés sont tués par la chaleur, fixés au FP 4 : 1, puis montés dans la glycérine anhydre suivant la technique de Netscher & Seinhorst (1969). Les mesures sont données par les valeurs extrêmes, la moyenne et l'écart-type des divers paramètres mesurés.

.résultats et discussion

-topotypes de D. elegans

D. elegans est identifié au voisinage des racines d'arachide, bisap (Hibiscus sabdariffa L.), niébé, Sesbania sp. D. elegans se multiplie sur les hôtes testés. Seul le chou a permis une multiplication des nématodes à partir d'un mâle et d'une femelle ; dans cette expérience, nous avons obtenu la descendance suivante : 102 larves, 43 femelles et 23 mâles (couple d'origine : niébé) ; 72 larves, 60 femelles et deux mâles (couple d'origine : mil) ; 33 larves, 32 femelles et un mâle (couple d'origine : sorgho) ; 61 larves, 6 femelles et 50 mâles (couple d'origine : sorgho). Seules les trois premières populations comptent suffisamment de femelles pour entreprendre l'étude de variabilité du nombre de côtes.

-variabilité au niveau des côtes

--variabilité induite par l'hôte : à la différence d'autres groupes de nématodes, comme les Trichostrongyloidea (Secernenta ; Strongylida), parasites d'animcux, qui présentent des structures sous cuticulaires particulières (épaississements denses aux électrons) marquant les côtes (ou synlophes) (Lichtenfels, 1983), les côtes des Dolichorhynchus sont des replis cuticulaires marqués le plus souvent d'un simple décollement formant un méat entre la couche externe et la couche médiane de la cuticule ; cette structure semble être la même que celle des champs latéraux chez les autres groupes de nématodes (de Coninck, 1965) ; d'après Aubert (1982), ces méats sont en fait formés de trois types de tissus, présents entre la couche médiane de la cuticule et la couche sous-cuticulaire (la couche interne de la cuticule s'amincissant à ce niveau), tissus peu denses en microscopie électronique à transmission. Il est donc difficile de compter ces côtes au microscope optique ; nous considérons dans cette étude que la présence d'un décollement de la cuticule marque les côtes en attendant les études plus précises de la structure de ces formations grâce à la microscopie électronique. L'examen des coupes (fig. 17) permet de dégager une tendance à la multiplication des côtes en fonction des différents hôtes testés. Nous ne pouvons en effet parler de différences nettes dans la mesure où l'on peut observer certaines formes intermédiaires dans l'arrangement de ces structures :

arachide et sorgho : les côtes sont peu marquées et certains dessins, n°5, 7, 9 et 10 pour l'arachide et n°1, 3, 5, 7, 8 et 9 pour le sorgho, correspondent bien à la description de Germani et Luc (1984) ; les autres coupes présentent des côtes supplémentaires au niveau des champs latéraux et parfois entre les côtes ventrales ou dorsales ; mais ces côtes surnuméraires sont très peu marquées (méat très fin).

mil : dans tous les cas, on observe des côtes supplémentaires bien marquées dans les champs latéraux ; il

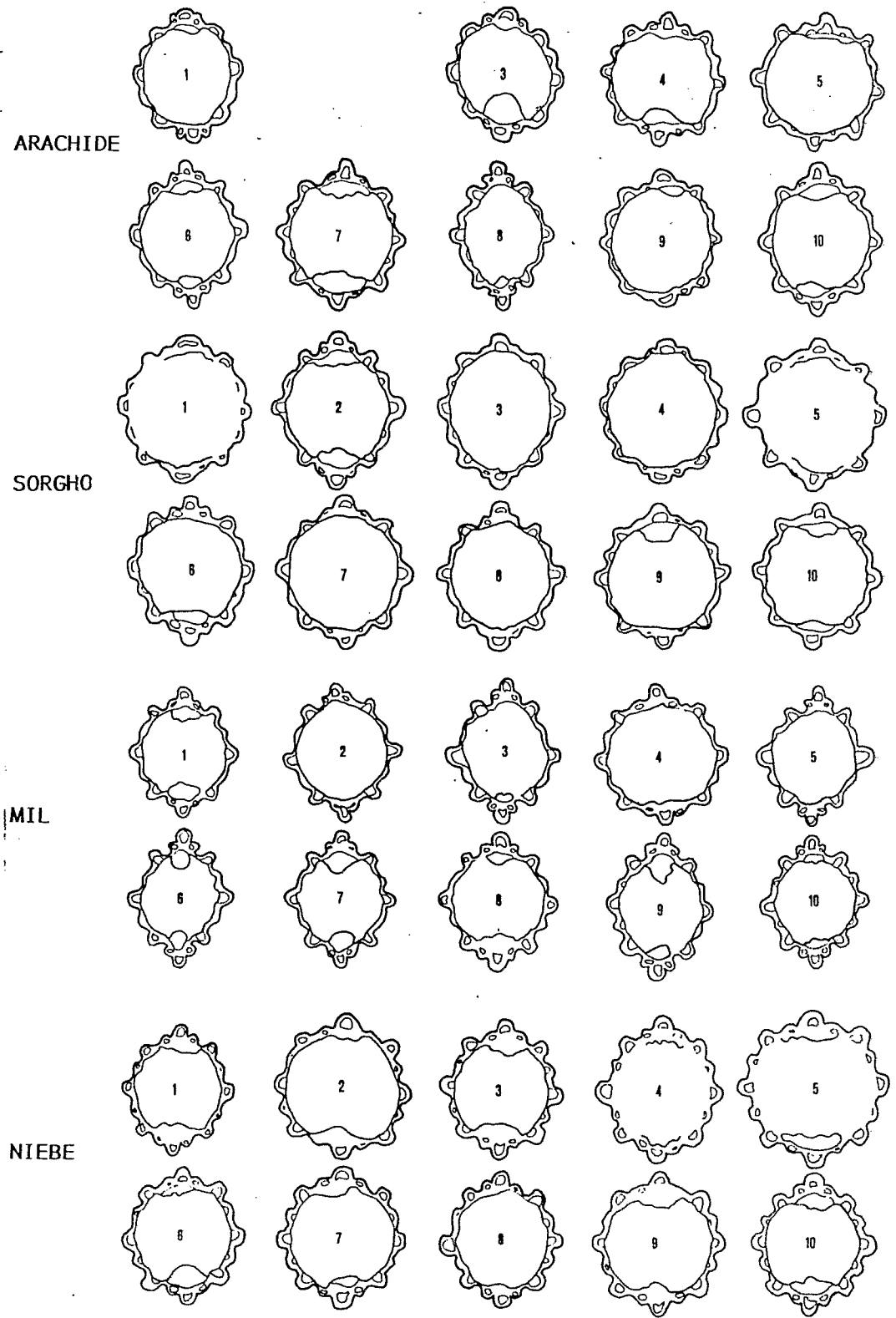


Fig. 17 : coupes transversales de femelles de Dolichorhynchus elegans élevées sur des végétaux différents

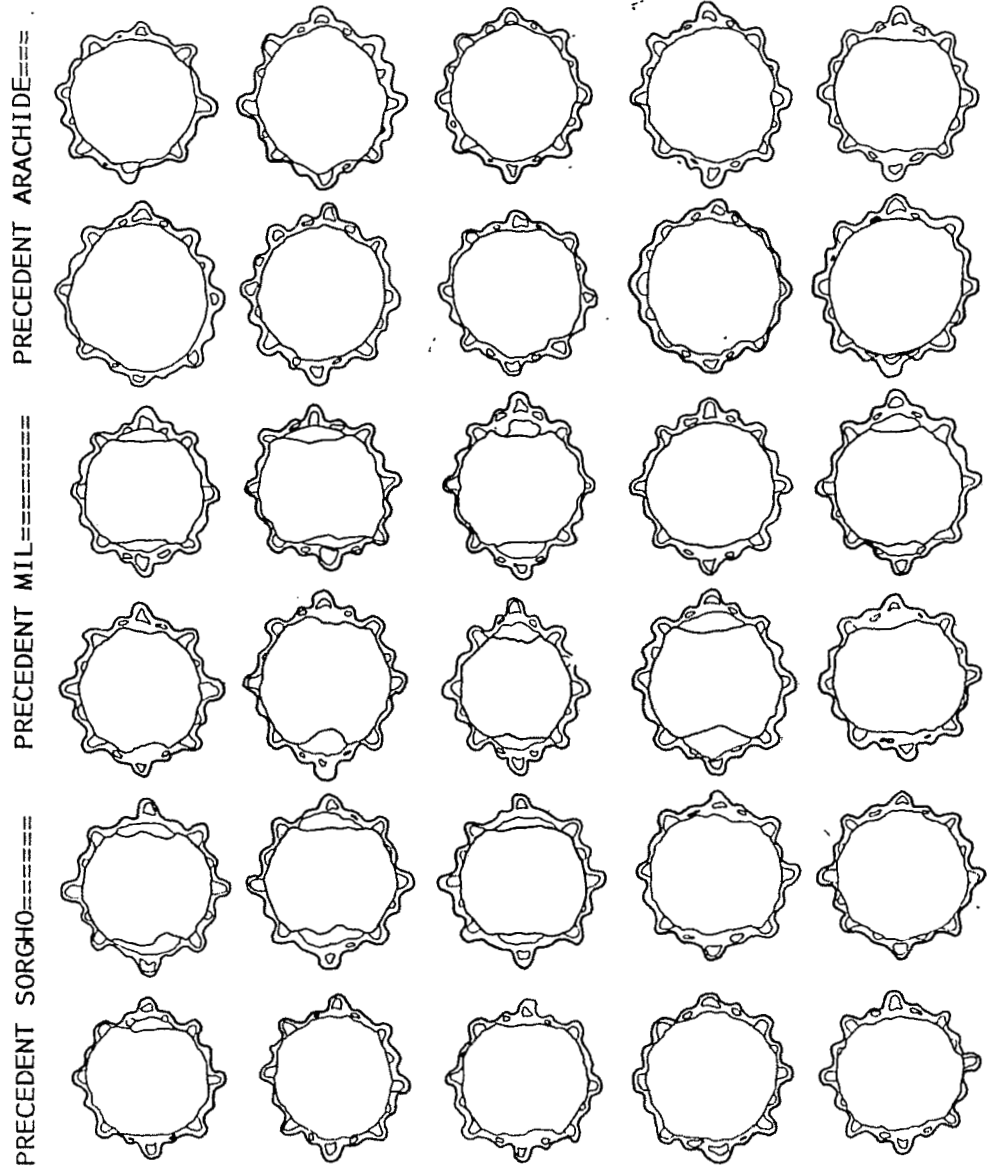


Fig. 18 : coupes transversales de femelles de *Dolichorhynchus elegans* élevées sur choux avec des précédents cultureux différents.

devient alors nécessaire de décrire douze côtes et non plus huit comme dans la description originale, et de donner quatre incisures dans les champs latéraux et non plus deux. On notera que deux coupes seulement présentent des côtes intermédiaires sur les faces ventrales et dorsales n° 9 et 10.

niébé : dans la majorité des cas on note 16 côtes, huit bien développées et correspondent aux côtes décrites par Germani et Luc (1984), et huit côtes plus petites, mais bien visibles, intermédiaires.

Dans la plupart des cas on note, par rapport à la description originale, quatre incisures dans les champs latéraux.

--variabilité dans la descendance d'une seule femelle (fig. 18) : les trois séries de coupes montrent une grande uniformité dans la descendance de chaque femelle quelque soit l'hôte d'origine. La forme des coupes se rapprochent de celles des nématodes élevés sur le niébé. Il semble donc que la variabilité observée soit induite par l'hôte sur lequel sont élevées les nématodes et non par l'hôte sur lequel a été élevée la femelle d'origine.

Il devient donc important de bien définir la notion de côte, ce qui ne pourra être fait que par une étude en microscopie électronique de la cuticule des différentes espèces. La variabilité éventuelle de ce caractère pourra être ainsi mesurée précisément.

-description

--population de D. elegans (élevage au laboratoire sur sorgho).

Femelles (n = 40) : L = 0,50-0,67 mm (0,58 + 0,04) ; a = 17,6-26,4 (20,9 + 1,7) ; b = 4,7-6,3 (5,4 + 0,3) ; c = 13,3-28,4 (17,2 + 2,5) ; c' = 1,4-3 (2,1 + 0,3) ; V = 51,4-56,5 (53,5 + 1,0) ; stylet = 21,6-24,5 μ m (22,7 + 0,7).

Mâles (n = 36) : L = 0,50-0,70 mm (0,56 + 0,04) ; a = 16,9-25,5 (21,7 + 2,0) ; b = 4,8-5,8 (5,2 + 0,3) ; c = 12,8-20,7 (15,4 + 1,5) ; c' = 1,7-2,8 (2,2 + 0,3) ; stylet = 21,6-23,5 μ m (22,9 + 0,8) ; spicules = 19-28,2 μ m (22,6 + 2,0) ; gubernaculum = 11,6-15,8 μ m (13,8 + 1,1).

L'examen des photographies (fig. 19, A-I) réalisées en microscopie électronique à balayage permet les remarques suivantes :

i) cette espèce possède une capsule céphalique bien séparée du reste du corps, marquée par un sillon dorso-ventral très prononcé. La capsule céphalique compte une dizaine d'anneaux et présente un disque céphalique portant six papilles circum-orales (fig. 19, A, B, D, G).

ii) le nombre total de cannelures longitudinales (y compris les champs latéraux) varie de 8 à 16 ; le nombre de cannelures dans les champs latéraux varie de 1 à 3. Il apparaît que les incisures transversales des champs latéraux sont deux fois plus larges que celles du reste du corps (fig. 19, E).

iii) deux petits épaisissements cuticulaires longitudinaux sont présents de part et d'autre de la fente vulvaire (fig. 19, E).

iv) la bursa est fortement indentée. L'extrémité distale du gubernaculum présente un épaisissement central flanqué de deux excroissances latérales (fig. 19, I).

L'analyse des caractéristiques morphobiométriques des

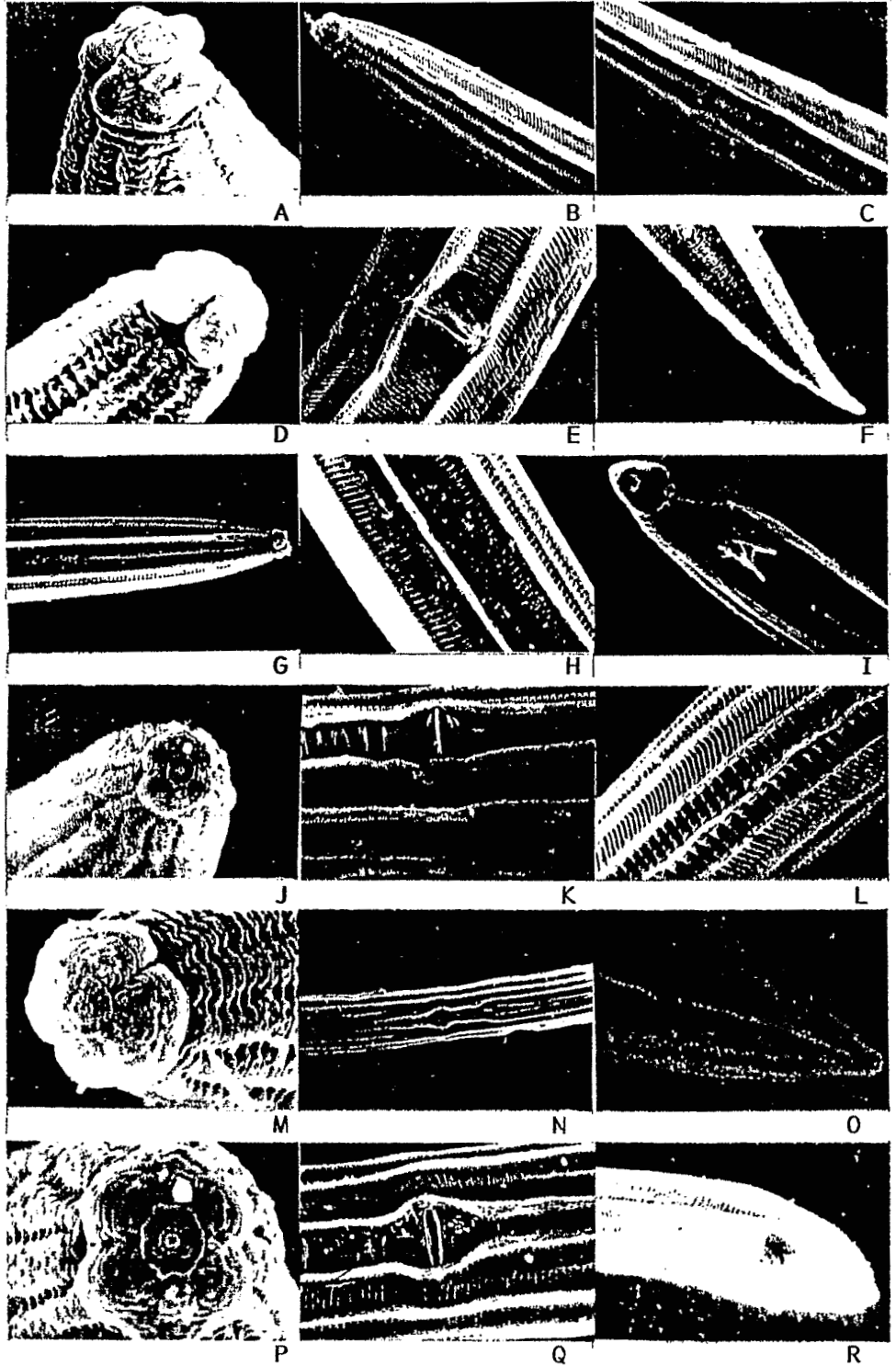


Fig. 19 : observations au microscope électronique à balayage. A-I : Dolichorhynchus elegans ; I-R : Neodolichorhynchus sulcatus

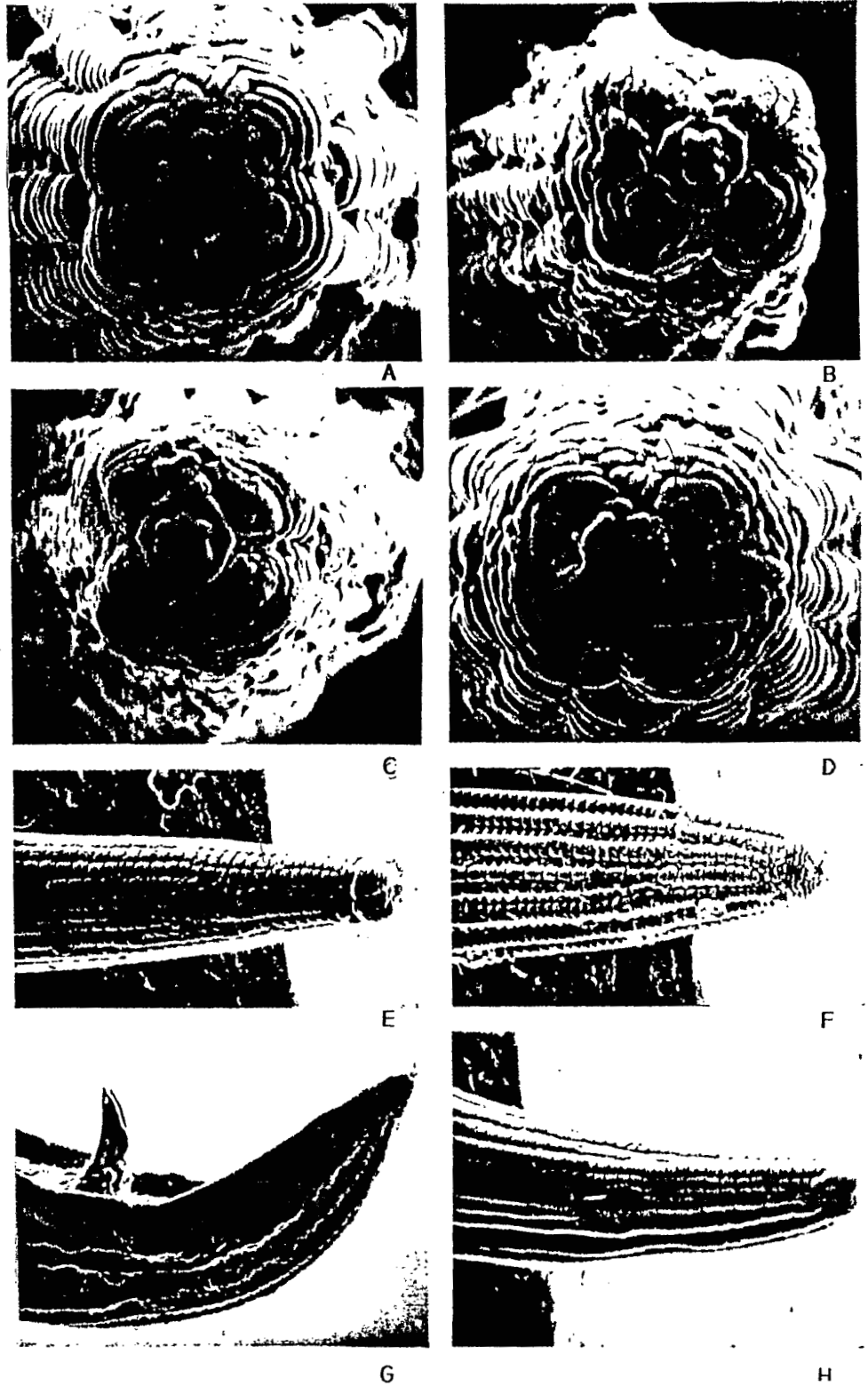


Fig. 20 : observations au microscope électronique à balayage. A-D, F-G : Neodolichorhynchus sulcatus ; E, H : Tylenchorhynchus gladiolatus.

autres espèces proches de *D. elegans* (avec la bursa indentée) - *D. phaseoli*, *D. nigericus*, *D. tuberosus* - montre qu'il est actuellement impossible de dissocier ces espèces à l'aide des données de la littérature.

--population de N'Dindy (élevage au laboratoire sur sorgho) : Femelles (n = 40) : L = 0,57-0,76 mm (0,67 + 0,05) ; a = 21,6-30 (26,4 + 1,7) ; b = 4,9-6,7 (5,7 + 0,38) ; c = 13,3-19,4 (15,9 + 1,3) ; c' = 2-3,2 (2,5 + 0,25) ; V = 50,7-57,7 (53 + 1,4) ; stylet = 19,6-21,9 µm (20,2 + 0,67) ; R AN = 26-46 (34,3 + 4). Distance du pore excréteur à l'extrémité antérieure = 86,2-106 µm (96,9 + 5,4).

Mâles (n = 19) : L = 0,59-0,72 mm (0,65 + 0,04) ; a = 22,3 + 31,8 (26,3 + 2,7) ; b = 5,1-6 (5,5 + 0,2) ; c = 12,5-16,7 (14,6 + 1,3) ; c' = 2,2-3,2 (2,7 + 0,3) ; stylet = 19,8-21,8 µm (21,3 + 0,7) ; spicules = 21,8-24,6 µm (23,2 + 1,0) ; gubernaculum = 12,5-15,6 µm (13,9 + 0,7). Distance du pore excréteur à l'extrémité antérieure = 90,5-110,2 µm (98,5 + 5,0).

--population de Gambie (population sauvage prélevée au voisinage des racines de choux)

Femelles (n = 25) : L = 0,63-0,76 mm (0,68 + 0,04) ; a = 24,7-33,4 (28,8 + 2,5) ; b = 5,3-10,5 (6,6 + 1,5) ; c = 14,1-18,4 (16,4 + 1,26) ; c' = 2,2-2,9 (2,6 + 0,19) ; V = 51,4-55,1 (53,5 + 1) ; stylet = 19,8-21,8 µm (21 + 0,81) ; R AN = 29-42 (36,4 + 3,4). Distance du pore excréteur à l'extrémité antérieure = 53,8-108,2 µm (93,2 + 17,5).

Mâles (n = 20). L = 0,57-0,69 mm (0,65 + 0,03) ; a = 26,1-36,8 (30,4 + 2,6) ; b = 5,2-6,2 (5,6 + 0,25) ; c = 13,5-16,6 (14,7 + 0,8) ; c' = 2,4-3,2 (2,9 + 0,22) ; stylet = 20,1-21,8 µm (21,6 + 0,48) ; spicules = 22,9-25 µm (24,2 + 0,58) ; gubernaculum = 13,5-15,6 µm (14,2 + 0,62). Distance du pore excréteur à l'extrémité antérieure = 89,4-107,1 (98,5 + 4,74).

Ces populations s'identifient à *Dolichorhynchus* (*N*) *sulcatus* (de Guiran, 1967) Siddiqi, 1986. Quelques différences sont toutefois notées : chez le mâle le spicule est plus court (23-24 µm vs. 27) ; 2-3 rangées (vs. 1) de spermatocytes sont observées dans la zone germinative des testicules des populations étudiées. C'est la première fois que cette espèce est signalée en Afrique de l'Ouest.

L'examen des photographies (fig. 19, J-R ; fig. 20, A-D, G-H) réalisées en microscopie électronique à balayage permet les remarques suivantes :

i) la structure céphalique (fig. 19, J, M, P ; fig. 20, A-D) apparaît semblable à celle de *D. elegans* : disque céphalique périoral avec 6 papilles, une dizaine d'anneaux céphaliques, un sillon dorso-ventral très marqué.

ii) le nombre total de cannelures longitudinales est de 16, les champs latéraux comptant chacun 3 cannelures. On ne connaît pas la variabilité de ce caractère chez cette espèce. L'examen de la figure 19, N montre que l'architecture de ces cannelures est très variable et donc que le dénombrement apparaît tributaire du niveau de la coupe transversale. L'annellation transversale des champs latéraux est deux fois plus large que sur le reste du corps (fig. 19, L).

iii) les épaisissements cuticulaires longitudinaux de part et d'autre de la fente vulvaire sont parfois nets (fig. 19, K) ou apparemment absents (fig. 19, N, Q).

iv) la bursa n'est pas indentée et présente à son extrémité

distale un petit mucron.

.conclusion

Les seuls critères immédiats de caractérisation spécifique pour D.elegans et D.sulcatus sont : l'échancrure de la bursa chez le mâle (présente vs. absente) et la longueur du stylet chez les deux sexes (20-22 μm vs. 22-24,5 μm).

L'examen des premières photographie de l'espèce gladiolatus (fig. 20, E, H) montre la présence du sillon céphalique dorso-ventral ; la cuticule présente un aspect pavimenteux qui diffère de celui des deux autres espèces précédemment étudiées ici où les cannelures sont séparées nettement les unes des autres par des dépressions importantes.

La classification actuelle du groupe d'espèces de Tylenchorhynchus sensu lato pourvues d'incisures et/ou des cannelures longitudinales n'apparaît pas réaliste. L'analyse détaillée des structures céphaliques de ce groupe permettra probablement d'élaborer un schéma plus cohérent.

1.1.3.10. Conclusions

Les données recueillies en 1986 au champ et au laboratoire permettent de mieux cerner l'écologie des nématodes de la zone sahélienne ouest africaine. Ces organismes sont sous la dépendance de facteurs biotiques et abiotiques qui conditionnent la structure quantitative et qualitative de la nématofaune tellurique.

La plante intervient directement en tant qu'hôte ou non hôte des espèces phytoparasites. Alors que le mil, le niébé et le sorgho présentent de bonnes aptitudes à multiplier les nématodes de cette zone, l'arachide ne permet au mieux que le maintien des taux de population pour quelques espèces seulement. Le rôle de l'arachide dans la rotation pratiquée dans le bassin arachidier du Sénégal ne se situe donc pas seulement à un niveau d'apport d'azote ; par ailleurs, cette culture permet probablement d'améliorer l'efficacité du traitement nématicide. Les premières études montrent qu'il existe d'importantes différences dans le comportement des nématodes vis à vis des variétés d'une même espèce végétale ; ce phénomène, mis en évidence pro parte pour le niébé, devrait être pris en compte au niveau des processus de sélection variétale notamment pour les céréales vivrières.

La plante intervient indirectement d'une part en tant que précédent cultural (influençant alors les capacités de multiplication des nématodes phytoparasites), d'autre part par ses capacités d'évapotranspiration qui déterminent alors les taux d'humidité du sol.

Les premières analyses de la dynamique de la nématofaune tellurique traduisent en outre l'existence de phénomènes de compétitions interspécifiques qui devront être évalués, l'influence de la taille de l'inoculum apparaît déterminant sur les taux de multiplication.

Les relations entre les espèces non phytoparasites de la nématofaune tellurique et les autres microorganismes du sol (bactéries, champignons, algues) n'ont pas été encore inventoriées. Il est probable qu'elles interviennent dans la régulation des populations de certains groupes (Tylenchidae,

Anguinidae, Aphelenchida, Rhabditida, Dorylaimida), régulation qui n'apparaît pas être sous la dépendance directe de la plante cultivée.

Les facteurs abiotiques peuvent être classés en deux groupes : facteurs variables localement (humidité du sol), facteurs variables à l'échelle géographique (température du sol, granulométrie). L'humidité apparaît, avec la plante, comme l'élément déterminant de l'importance quantitative des populations ; curieusement, il semble que les nématodes inventoriés dans la zone sahélienne soient capables de supporter des taux d'humidité bien supérieurs à ceux enregistrés au champ qui autorisent seulement le maintien des populations. La température apparaît intervenir de façon très précise sur les potentialités de ces organismes. L'extension de la prospection des sols de la zone sahélienne Ouest Africaine permettra de montrer si le gradient thermique tellurique le long de l'axe Ouest-Est se reflète dans la structure des populations de nématodes. Enfin, les premières données sur les relations entre la structure des populations de nématodes et les caractéristiques granulométriques des sols indiquent qu'il existe des différences nettes sans qu'il ne nous soit encore possible de préciser le niveau de causalité dans ces phénomènes ; seule l'expérimentation au laboratoire en conditions contrôlées permettra de résoudre éventuellement ce problème.

1.2. Première données sur les nématodes associés aux cultures maraîchères à l'E.N.C.R. Bambey.

Ces travaux ont été initiés par le Projet Sénégalo-Suisse d'Enseignement Agricole et Forestier. Les recherches ont été menées sur l'exploitation agricole de l'Ecole Nationale des Cadres Ruraux de Bambey dont la production maraîchère est en diminution constante depuis plusieurs années.

Les premières analyses effectuées sur une jachère nue en fin de saison sèche (29/07/1986) ont révélé la présence des espèces suivantes : Scutellonema cavenessi, Rotylenchulus sp., Tylenchorhynchus sp., et Criconemella curvata. Toutes ces espèces ont été retrouvées dans le sol lors des analyses effectuées en cours d'hivernage (7/10/1986) avec des taux de populations plus élevés qu'en saison sèche : cette différence est difficile à interpréter car nous ne connaissons pas l'évolution des populations en saison sèche sous cultures maraîchères. Meloidogyne sp., Pratylenchus sp. et Peltamigratus sp. ont été recensés dans les échantillons de sol prélevés pendant l'hivernage. Les analyses de racines de tomate, de niébé, de chou, de salade et de papayer révèlent des taux très élevés de populations endoracinaires de Meloidogyne.

A l'exception de Rotylenchulus sp., Meloidogyne sp., et Pratylenchus sp., ravageurs très importants et polyphages, les autres espèces recensées sont connues comme des ravageurs potentiels ; leur nocuité vis à vis des cultures maraîchères pratiquées à l'E.N.C.R. est actuellement inconnue.

1.3. Références bibliographiques

ANDRASSY, I. (1961) Neue Nematoden Arten aus Ungarn. Acta Zoologica, 7 : 1-2.

AMCSU, J.O. (1974). The reaction of cowpea (Vigna unguiculata

(L) Walp) to the root-knot nematode (Meloidogyne incognita) in Western Nigeria. Nigerian Agricultural Journal, 11 : 165-166.

AMOSU, J.O. (1976). Report of Meloidogyne research at University of Ife, Ile-Ife. "In Proceedings of the Research Planning Conference on root-knot nematodes", Meloidogyne spp., 7-11 June, 1976, Ibadan, Nigeria, 38-40.

AMOSU, J.O. & FRANCKOWLACK, J.D. (1974). Inheritance of resistance to root-knot nematode in cowpea. Plant Disease Reporter, 58 : 361-363.

AUBERT, V. (1982). Observations au microscope électronique à balayage du nématode phytoparasite Hirschmanniella spinicaudata et étude préliminaire de son ultrastructure. Rapport Licence, Univ. Neuchâtel, Suisse, 60 p. (multigraphié).

BAUJARD, P. (1980). Trois nouvelles espèces de Bursaphelenchus (Nematoda : Tylenchida) et remarques sur le genre. Revue Nématol., 3 : 167-177.

BAUJARD, P. (1981). Revue taxonomique du genre Laimaphelenchus Fuchs, 1937 et description de Laimaphelenchus pini n. sp. Revue Nématol., 4 : 75-92.

BAUJARD, P. (1986). Prospections nématologiques au Mali. Etudes des zones arachidières de l'O.D.I.P.A.C. et de la C.M.D.T. Rapport de la convention ORSTOM/FAC n 6510 83 47261 00, ORSTOM, Dakar, 53 p (multigraphié)

BAUJARD, P., DUNCAN, L., MARTINY, B., PARISELLE, A. & SARR, E. (1985). Les traitements nématicides dans le bassin arachidier du Sénégal. Résultats de la campagne 1984. Convention ORSTOM-SODEVA. ORSTOM, Dakar, 56 p. (multigraphié).

BAUJARD, P., MARTINY, B. & SARR, E. (1986). Les traitements nématicides dans le bassin arachidier du Sénégal. Résultats de la campagne 1985. ORSTOM, Dakar, 86 p. (multigraphié).

BUTSCHLI, O. (1873). Beitrage zur Kenntnis der freilebenden Nematoden. Nova Acta Acad. Nat. Curios., 36 : 1-124, pls 17-27.

CHAWLA, M.L., BHAMBURKAR, B. L., KHAN, E. & PRASAD, S. K. (1986). One new genus and seven new species of nematode from India. Labdev. J. Sci. Technol., Sér. B, 6 : 86-100.

CHITWOOD, B.G. (1950). General structure of nematodes. In : An introduction to Nematology. Section 1, Anatomy. (Eds Chitwood, B.G. & Chitwood, M.B.) Baltimore, USA : Monumental Printing Co. : 7-27.

COBB, N.A. (1913). New nematode genera found inhabiting fresh water and nonbrackish soils. J. Wash. Acad. Sci., 3 : 432-444.

COBB, N.A. (1914). North American free-living fresh-water nematodes. Contributions to a Science of Nematology, II. Trans. Am. micr. Soc., 33 : 69-134.

CONINCK, L. de (1965). Traité de zoologie, publié sous la

direction de P.P. Grassé, tome IV, fascicule II : Nématelminthes : 3-219.

DEMEURE, Y. (1976). Les causes de la survie de certains nématodes phytoparasites (Scutellonema cavenessi et Meloidogyne spp.) pendant la saison sèche dans le Sahel sénégalais. Thèse 3ème cycle, Biologie Appliquée, Univ. Lyon, 72 p.

DUNCAN, L.W. (1986). Effects of bare fallow on plant parasitic nématodes in the Sahelian zone of Senegal. Revue Nématol., 9 : 75-81.

DUNCAN, L.W. & BAUJARD, P. (1986). Influence of nematicide placement depth and time of application on treatment efficacy in the Sahelian zone of Senegal. Revue Nématol., 9 : 135-139.

ELIAVA, I.Y. (1964). The position of the genus Tylenchorhynchus within the Tylenchoidea (Nematoda : Tylenchida). Soobsch. Akad. Nauk. Gruz., 34 : 669-673.

FERY, R.L. & DUKES, P.D. (1979). Genetics of root-knot resistance in the Southern pea (Vigna unguiculata (L) Walp). Hort. Science, 14: 406.

FERY, R.L. & DUKES, P.D. (1980). Inheritance of root-knot resistance in the cowpea (Vigna unguiculata (L)). J. Amer. Soc. Hortic. Sci., 105 : 671-674.

FILIPJEV, I.N. (1934). The classification of the free-living nematodes and their relation to the parasitic nematodes. Smithson misc. Collect., 89 : 1-63.

FILIPJEV, I.N. (1936). On the classification of the Tylenchinae. Proc. helminth. Soc. Wash., 3 : 80-82.

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.

FUCHS, G. (1937). Neue parasitische und halbparasitische Nematoden bei Borkenkäfern und einige andere Nematoden. I. Zool. Jb., 70 : 291-380.

EPPS, J.M. (1969). "Nine varieties of southern peas resistant to the soybean cyst nematode". Pl. Dis. Repr., 53 : 245.

GERMANI, G. (1981). Pathogenicity of the nematode Scutellonema cavenessi on peanut and soybean. Revue Nématol., 4 : 203-208.

GERMANI, G. & LUC, M. (1982). Etudes sur la "chlorose voltaïque" des légumineuses due au nématode Aphasmatylenchus straturatus Germani. I. Revue Nématol., 5 : 139-146.

GERMANI, G. & LUC, M. (1984). Description de Dolichorhynchus elegans n.sp. et Aphasmatylenchus variabilis n.sp. (Nematoda: Tylenchida). Revue Nématol., 7 : 81-86.

GERMANI, G., BAUJARD, P. & LUC, M. (1984). La lutte contre les

nématodes dans le bassin arachidier sénégalais. ORSTOM, 1985, 16 p.

GUIRAN, G. de. (1967). Description de deux espèces nouvelles du genre Tylenchorhynchus Cobb, 1913 (Nematoda: Tylenchidae) accompagné d'une clef de femelles, et précisions sur T. mamillatus Tobar Jimenez, 1966. Nematologica, 13 : 217-230.

GUPTA UMA, N.K. (1981 a). Tylenchorhynchus oleraceae n.sp. (family: Tylenchorhynchidae (Eliava, 1964) Golden, 1971) from around roots of cauliflower. Rivista di Parassitologica, 62 : 289-292.

GUPTA UMA, N.K. (1981 b). A new nematode species of genus Tylenchorhynchus Cobb, 1913 from Goa, India. Ind. J. Parasitol., 5 : 37-38.

HOOPER, D.J. (1978). The Tylenchorhynchidae - The identification of stunt nematodes (Tylenchorhynchinae, Merliniinae and Trophurinae) especially those in Western Europe. In "Spiral and Stunt Nematodes. A manual prepared for the workshop sponsored by the Nematology Group of the Assoc. of Appl. Biologist.", Rothamsted Experimental Station., UK., pp 1-21.

JAIRAJPURI, M.S. (1984). Some studies on Tylenchorhynchinae proposal of Divittus n.g. (Nematoda : Tylenchida). Systematic Parasitol., 6 : 107-112.

JAIRAJPURI, M.S. & HUNT, D.J. (1984). The taxonomy of Tylenchorhynchinae (Nematoda: Tylenchida) with longitudinal lines and ridges. Systematic Parasitol., 6 : 261-268.

LEWIS, S.A. & GOLDEN, A.M. (1981). Description of Trilineellus clathrocutis n.g., n.sp. (Tylenchorhynchinae: Tylenchida Thorne, 1949) with a key to species and observations on Tylenchorhynchus sensu stricto. J. Nematol., 13 : 135-141.

LICHTENFELS, J.R. (1983). The synopse and species determination of Trychostrongyloidea. In "Systematics Association special vol. 22., Concepts in nematode systematics" edité par Stone, A.R., Platt H.M. & Khalil, L.F., Academic Press, pp 273-291.

LOOF, P.A.A. (1959). Miscellaneous notes on the genus Tylenchorhynchus (Tylenchinae: Nematoda). Nematologica, 4 : 294-306.

MAN J.G. de (1880). Die einheimische, frei in der reinen Eder und im süssen Wasser lebenden Nematoden. Vorläufiger Bericht and descriptiv-systematischer Theil. Tidschr. Nederl. Dierk. Ver., 5 : 1-104.

MAQBOOL, M.A., GHAZALA, P. & FATIMA, N. (1984). Two new species of the family Dolichodoridae (Nematoda: Tylenchida) from Pakistan. Pak. J. Nematol., 2 : 61-67.

MEUNIER, L. (1987). Opération arachide. Défense des cultures. Rapport annuel d'activité 1986. I.S.R.A., Secteur Centre Sud, Ministère du Développement Rural, Sénégal, 54 p. (multi-graphié).

- MOUGENOT, B. (1984). Traitements nématicides dans le bassin arachidier du Sénégal. Caractérisation des sols et effets des traitements nématicides sur quatre parcelles d'essais. Campagnes 1981, 1982 et 1983. Premières conclusions. Rapport de Convention DPV/ORSTOM/FAC n° 72 10 82 KO 39600, ORSTOM, Dakar, 18 p. (multigraphié).
- MULK, M.M. & JAIRAJPURI, M.S. (1974). Proposal of a new genus Dolichorhynchus and a new species Dolichorhynchus nigericus (Nematoda: Dolichodoridae). Ind. J. Zool., 2 : 15-18.
- MULK, M.M. & SIDDIQI, M.R. (1982). Three new species of Hoplolaimid Nematodes from South America. Ind. J. Nematol., 12 : 124-131.
- NETSCHER, C. & SEINHORST, J.W. (1969). Propionic acid better than acetic acid for killing nematodes. Nematologica, 15 : 286.
- ODHIRIN, R.A. (1981). Screening of some West African cowpea Vigna unguiculata for resistance to root-knot nematodes Meloidogyne incognita and M. javanica. "In Proceedings of the 3rd Research Planning Conference on root-knot nematode".
- OLLIVIER, B. (1981). Endomycorhyze et rhizobium en symbiose avec Vigna unguiculata. Thèse de Docteur de Spécialité, Univ. Aix-Marseille, 100 p.
- REVERSAT, G. & GERMANI, G. (1985). Recherches sur la pathogénie des nématodes associés au maïs fourrager au Sénégal. Revue Nématol., 8 : 27-30.
- SETHI, C.L. & SWARUP, G. (1968). Plant parasitic nematodes of North Western India. I The genus Tylenchorhynchus. Nematologica, 14 : 77-88.
- SHER, S.A. (1973). The classification of Tetylenchus Filipjev, 1936, Leipotylenchus n.gen. (Leipotylenchinae n.subf.) and Triversus n.gen. (Nematoda : Tylenchoidea). Nematologica, 19 : 318-325.
- SHER, S.A. (1974). Sauertylenchus labiodiscus n.gen., n.sp. from Australia (Nematoda : Tylenchorhynchinae). J. Nematol., 6 : 37-40.
- SIDDIQI, M.R. (1971). Structure of the oesophagus in the classification of the superfamily Tylenchoidea (Nematoda). Indian J. Nematol., 1 : 25-43.
- SIDDIQI, M.R. (1986). Tylenchida. Parasites of plants and insects. Commonwealth Institute of Parasitology, 645p.
- STEINER, G. (1937). Opuscula miscellanea nematologica, V. Proc. Helm. Soc. Wash., 4 : 33-39.
- SWANSON, T.A. & VAN GUNDY, S.D. (1984). Cowpea resistance to root-knot nematode caused by Meloidogyne incognita and M. javanica. Plant Disease, 68 : 961-964.
- THORNE, G. & MALEK, R.B. (1968). Nematodes of the Northern

Great Plains. Part I. Tylenchida (Nematoda: Secernentea). Agric. Expt. Sta., S. Dakota Univ., Techn. Bull., 31 : 111 p.

TOBAR JIMENEZ, A. (1970). Descripción de dos nuevas especies del género Tylenchorhynchus Cobb, 1913 (Nematoda :Tylenchidae) con algunos datos adicionales sobre el T. sulcatus de Guiran, 1967. Revta. iber. Parasit., 30 : 257-270.

WILLIAMS, J.R. (1960). Studies on nematodes soil fauna of sugar cane fields in Mauritius. 4 Tylenchoidea (partim). Mauritius Sugar Ind. Res. Institut., Occ. Paper, 4 : 30pp.

1.4. Congrès, missions et collaborations en 1986

L'activité des chercheurs qui travaillent sur les nématodes de la zone sahélienne Ouest Africaine s'est traduite en 1986 par la participation à deux congrès (18ème Symposium Européen de Nématologie à Antibes du 7 au 12 Septembre 1986, 2ème Colloque d'Ecologie du Sol à Paimpont du 3 au 6 Novembre 1986) où des communications ont été présentées.

Elle s'est traduite également par cinq missions au Mali où ont été réalisées la prospection faunistique de deux zones arachidières et la mise en place d'essais de traitements nématicides.

Les études ont été effectuées en collaboration avec les organismes suivants :

-Projet de Lutte contre les Nématodes, organisation de vulgarisation des techniques de traitements nématicides étudiées à l'ORSTOM

-Laboratoire de Chimie Appliquée aux Corps Organisés du Muséum National d'Histoire Naturelle pour l'étude des effets de l'acide usnique et

-les Sociétés Calliope et S.P.I.A. pour l'étude des effets du dichlorodiisopropyl ether

-la Société F.M.C. (qui a financé les analyses nématologiques) et l'ISRA pour l'étude comparative des nématicides

-le Projet Sénégal-Suisse d'Enseignement Agricole et Forestier.

-l'O.D.I.P.A.C. et la C.M.D.T., dans le cadre de la Convention FAC/ORSTOM/numéro 6510 83 47261 00 pour la prospection faunistique des zones arachidières du Mali. La C.M.D.T. a demandé et financé la mise en place des essais de traitements nématicides dans la zone qu'elle encadre

-Laboratoire de Microbiologie de l'ORSTOM à Dakar (MM. DREYFUS, COLONNA et THOEN) pour l'étude des effets du DBCP.

1.5. Liste des publications et rapports

. Publications scientifiques

DUNCAN, L.W. (1986). Effects of bare fallow on plant parasitic nematodes in the Sahelian zone of Senegal. Revue Nématol., 2 : 75-82.

DUNCAN, L.W. & BAUJARD, P. (1986). Influence of nematicide placement depth and time of application on treatment efficacy in the Sahelian zone of Senegal. Revue Nématol., 9 : 135-139.

PROT, J.C. (1986). Sensibilité de sept légumineuses arborescentes aux nématodes Meloidogyne incognita, M. javanica, Scutellonema cavenessi et Dolichorhynchus elegans. Revue Nématol., 9 : 416-418.

BAUJARD, P. (1986). Ecologie des nématodes dans le bassin arachidier du Sénégal. XVIIIème Symposium International de la Société Européenne des Nématologistes, Antibes, 7-12 septembre. Revue Nématol., 9 : 288.

BAUJARD, P. (1986). Dynamique de la nématofaune tellurique dans le bassin arachidier du Sénégal. 2ème Colloque d'Ecologie du Sol, Paimpont, 3-6 novembre.

. Rapports

BAUJARD, P., MARTINY, B. & SARR, E. (1986). Les traitements nématicides dans le bassin arachidier du Sénégal. Résultats de la campagne 1985. ORSTOM, Dakar, 86 p. (multigraphié).

BAUJARD, P. (1986). Caractérisation du profil du metam sodium et de l'HCN 792 dans la lutte contre les nématodes du bassin arachidier au Sénégal. Résultats des expérimentations 1984 et 1985. ORSTOM, Dakar, 18 p (multigraphié).

BAUJARD, P. (1986). Prospections nématologiques au Mali. Etudes des zones arachidières de l'O.D.I.P.A.C. et de la C.M.D.T.. Rapport de la Convention ORSTOM/FAC numéro 6510 83 47261 00 ORSTOM, Dakar, 53 p (multigraphié).

BAUJARD, P., MARTINY, B. & SARR, E. (1986). Caractérisation du profil de l'EDB et détermination du rayon de diffusion du metam sodium. Rapport de la Convention SODEVA/ORSTOM. ORSTOM, Dakar, 13 p (multigraphié).

PARISELLE, A. (1986). Rapport d'élève. ORSTOM, Dakar, 71 p (multigraphié).

1.6. Perspectives

Les recherches à développer dans les mois qui viennent concernent les nématicides, les nématodes et les relations hôtes-parasites.

Concernant les nématicides, les essais au champ entrent dans leur phase terminale. Les prochaines campagnes agricoles permettront, si les conditions climatiques l'autorisent, d'évaluer la réalité et l'importance de l'effet résiduel des traitements nématicides et de vérifier les hypothèses émises sur les différences d'effets du DBCP et de l'EDB sur les rendements du mil.

Le travail le plus important à entreprendre concerne l'évaluation de l'"effet phytostimulant" de ces nématicides et de l'aptitude des sols sahéliens à valoriser les traitements nématicides. Pour ces deux études les moyens matériels et financiers sont en place au laboratoire ; les possibilités de collaborations avec le Laboratoire de Microbiologie des Sols pour la première étude, et avec le Laboratoire de Chimie de Bondy (Monsieur PANSU) pour la seconde nous assurent un soutien intellectuel suffisant. Il reste donc à trouver les hommes (chercheurs ou stagiaires ou VSN) qui entreprendront ces recherches. Celles-ci sont importantes pour plusieurs raisons : alors que les nématicides fumigants bromés sont utilisés depuis trente ans, jamais leurs effets n'ont été clairement explicités. Il serait regrettable que l'ORSTOM perde l'avance acquise dans ce domaine. Par ailleurs, la fraction active du nématicide (matière active ou adjuvants)

n'est pas déterminée et il est probable que les retombées économiques de ces recherches seront importantes. Enfin, l'enjeu de ces recherches pour l'agriculture sahélienne est considérable : les techniques mises au point par l'ORSTOM sont maintenant vulgarisées au Sénégal et de nombreux pays africains réclament à leur tour un accès à ces techniques. La connaissance de l'aptitude des sols à valoriser ces traitements nématicides apparaît alors essentielle.

Concernant les nématodes, les recherches vont évoluer maintenant sur un plan plus fondamental. La caractérisation des spécimens et leur description, parallèlement à la poursuite des inventaires faunistiques sur le Mali, le Niger et le Tchad permettront l'élaboration de faunes nématologiques à l'usage des techniciens (DPV au Sénégal, AGRYHMET au Niger). Les études sur les gammes d'hôtes et la nocuité potentielle des espèces phytoparasites seront développées pour évaluer le rôle de ces organismes dans la péjoration des rendements des cultures sahéliennes et déterminer les seuils pathogènes. Le "screening" au plan nématologique des variétés issues des processus de sélection devrait être entrepris dans le cadre d'une collaboration avec les généticiens de différents organismes (I.B.P.G.R., I.C.R.I.S.A.T., ORSTOM) au niveau sahélien.

Enfin des recherches plus fondamentales sur la systématique et la biologie des nématodes permettront d'améliorer nos connaissances sur l'écologie de ces organismes en zones semi-arides.

2. LE CONTROLE DES NEMATODES A L'AIDE DES VARIETES RESISTANTES (F. BERTHOU)

Le contrôle des nématodes a été considéré en 1986 sous les deux aspects :

- de l'utilisation de variétés résistantes de tomate au Sénégal vis à vis de Meloidogyne sp
- de l'efficacité de plantes-pièges (*Sesbania*)

2.1. Le contexte

C'est à propos des tomates que se pose le principal problème abordé, et pour un part, résolu en 1986 : la variabilité génétique des populations Meloidogyne sp du Sénégal en relation avec leur virulence vis à vis des tomates.

En effet, ou bien le nématode ne se développe pas sur les tomates résistantes (Mi/Mi) ou (Mi/+) : sa virulence est alors inhibée par le gène Mi ; ou bien, le nématode se multiplie sur les tomates résistantes : sa virulence est non-inhibée par le gène Mi, autrement dit elle est "de type B" car le nématode ou "race B" est capable de "briser" la résistance de la plante.

Cette aptitude a été reconnue comme telle au départ sur ces populations de nématodes prélevés dans la région du Cap Vert (C. Netscher, 1976). Mais ce n'est pas, loin de là, une aptitude de la population dans son ensemble. Il s'agit d'une aptitude de la souche isolée, càd de toute la descendance d'une seule femelle, telle la souche 14.568 issue de la région de St-Louis : Ndiol (J.C. Prot, 1984).

Cette découverte du Laboratoire de Nématologie de Dakar aura des conséquences au niveau de la pratique des tests de résistance variétale à ISRA-CDH Cambérène (Responsables : MV. Vandeplass, L. de Maeyer). En effet, le tableau 1 ci-joint donne des résultats contradictoires selon les tests utilisés, qu'ils soient des inoculations artificielles de populations ou des test sous stress naturel. Mais ces résultats ont leur cohérence singulière : les résultats sous "site G1" reproduisent les résultats "Ndiol-Casamance". Le résultat sous "site-Cambérène C" reproduit le résultat de "population Cambérène C" : dans les premiers, la virulence est inhibée par Mi, dans le second résultat, la virulence n'est pas inhibée par le gène Mi (tableau 1).

Nous avons élargi l'échantillonnage des populations du Cap Vert testé à Cambérène : Cambérène C, G2 et Pikine, avec les populations prélevées dans les Niayes : Hann, Mbayakh (tableau 2).

Nous retrouvons pour la région du Cap Vert les deux réponses du tableau 1 (inhibition ou non inhibition par Mi).

Le test de résistance variétale n'est pas valide pour la détection de gène Mi dans 4 cas sur 5.

Ainsi tous ces tests de résistance variétale ne sont pas valides pour détecter le gène Mi. En 1986 nous nous sommes donc attachés à :

1. l'analyse en électrophorèse des populations de Meloidogyne du Sénégal, avec ce résultat essentiel : à la différence de ce qui se passe en France, les populations toutes venantes du Sénégal ne sont pas monotypiques mais polytypiques. C'est ce qui explique que la pratique des tests de résistance variétale doit être différente : éviter les tests sous stress naturel, sinon, identifier en électrophorèse les races présentes au préalable ; réaliser les tests en serre utilisant des souches (ex. type "14 568") identifiées et contrôlées en électrophorèse.

TABLEAU 1 : pourcentage infestation (formation de galles) sur tomates améliorées : Small-Fry (Mi/+), Rossol (Mi/Mi) ou non : Xin (+/+) en inoculation avec des populations de Meloidogyne du Sénégal.

variétés	Inoculations artificielles			Stress naturel	
	Populations			Sites	
	Ndiol	Casamance	Cambérène C	G1	Cambérène C
Xin	66	83	66	66 c	77
7-10-1-12	25	25	66	37 b	94
50-3	8	11	66	4 a	90
113-8	0	16	66	10 a	90
50-9	25	50	100	32 b	
113-6	33	0	77	9 a	83
8-4-1-11	66	0	66	9 a	83
Small-Fry	16	8	33	9 a	68
Rossol	16	25	83		77

Virulence inhibée par le gène Mi non inhibée inhibée non inhibée

TABLEAU 2 : pourcentage infestation en inoculation avec 5 populations du Cap Vert

Variétés	Populations				
	Cambérène C	Cambérène G2	Pikine	Hann	Mbayakh
Xin	66	75	75	77	80
Small-Fry	83	66	33	68	9
Rossol	83	88	83	68	11

Virulence non inhibée par Mi inhibée

2. l'analyse en électrophorèse des lignées de tomate pour détecter le gène Aps lié au gène Mi, c'est une méthode de substitution au test de résistance variétal (HP Medina Filho, MA Stevens, 1980).

3. le test de résistance variétal préconisé a été rendu performant en utilisant sous serre un système de culture mixte qui accélère la croissance des plantes à 25-28°C.

4. le risque de formation des races B ayant été évalué en

déterminant par l'électrophorèse la fréquence des espèces ou des races virulentes dans les populations locales du nématode (majoritaires dans la région du Cap Vert, présentes ailleurs), la recherche de nouveaux gènes de résistances a pu débiter ainsi que le transfert d'un certain type de résistance trouvé chez L. peruvianum : Pi 128 663 Wageningen 86 104 que nous avons commencé à décrire.

5. enfin l'efficacité de plantes-pièges (Sesbania, arachide) a été évalué : (Sesbania en culture de riz ; l'arachide en culture maraichère) envisagé relativement aux nouvelles espèces ou souches précédemment identifiées et isolées.

2.2. Variabilité génétique des Meloidogyne sp en relation avec leur virulence à l'encontre des tomates

La virulence des Meloidogyne sp à l'encontre des tomates est considérée sous ses deux aspects : virulence sous stress naturel ou en inoculation de populations locales s'agissant des populations natives du nématode ; virulence en inoculation de souches isolées et contrôlées, s'agissant des espèces ou des races. La première est testée en champ ou en serre (tableaux 1 et 2 du 2.1.) ; en se référant à quelques variétés sensibles de l'ISRA-CDH (ex. Xin) ou résistantes, càd : lignées du CDH ; Small-Fry (Mi/+) ou Rossol (Mi/Mi). La seconde est présentée par référence avec les provenances sauvages et cultivées de la collection mondiale US de tomate (B.L. Clark, 1975) (cf. tableau 6 du 2.5.).

L'analyse électrophorétique des populations et des souches du nématode présenté au 2.1. a été réalisée en collaboration avec G. de Guiran, nématologiste au Laboratoire d'Antibes, en utilisant la méthode développée par A. Dalmasso (1978). Cette étude a été rendue possible dans le cadre d'un réseau de recherche sur contrat CEE numéro TSD-A 174 intitulé Lutte contre les nématodes à l'aide des variétés résistances - Coordinateur A. Dalmasso.

L'analyse des populations conduit à affirmer le caractère rigoureusement polytypique de toutes les populations de Meloidogyne sp du Sénégal.

Tous les individus d'une même souche (échantillonnage N = 5) ont le même profil enzymatique ; la considération des profils obtenus permet d'identifier les souches virulentes : elles correspondent à l'une ou l'autre des deux espèces : M. javanica (2 fois), M. species novo (4 fois), M. incognita (1 fois).

TABLEAU 3 : effectif des profils typiques "esterase" des espèces M. javanica M. species novo et M. incognita dans cinq des populations de Meloidogyne présentés ci-avant (cf. 2.1.).

Espèces	Populations				
	Ndiol	Cambérène	Hanr	Mbayakh	Casamance
<u>M. javanica</u>	27	13	3	23	5
<u>M. species novo</u>	9	23	10	0	1
<u>M. incognita</u>	0	0	18	13	18
Total individus	36	36	31	36	24

TABLEAU 4 : profils typiques "esterases" des 7 souches isolées de populations ou issues des sites présentés ci-avant.
Souches

Profil "esterase" typique d'espèces	Ndiol "14568"	Pikine "S2"	G2 "S2"	Citrus "DC1 et 3"	Camberene "AS2 et 3"
M. javanica					xx
N. species novo	x	x		xx	xx
M. incognita			x		
Total souches	1	1	1	2	2

L'intérêt de prendre en considération des souche provient des facilités accrues de manipulation de ce matériel, à la fois pour les tests variétaux et en électrophorèse. En particulier, prendre en considération des souches *M. species novo* de provenances variées devrait permettre de vérifier si la liaison entre virulence et le type "esterase" nouveau est absolue, autrement dit, si toutes ces souches d'origines géographiques les plus variées sont virulentes envers les tomates résistantes Mi. Cette étude nécessite une large prospection des nématodes *Meloidogyne* et des moyens sophistiqués qui ne sont pas disponibles à Dakar (d'analyse en électrophorèse et d'élevage de nématodes en serres).

Hors du Sénégal, le type "esterase" *M. species novo* a été rencontré au Togo (M. Fargette, 1984) et il lui était associé la virulence de type B ; le type "esterase" *M. incognita* a été rencontré en serre à Wageningen où il a été introduit (souche "6612" d'origine inconnue), et comme au Sénégal, pour la souche "G2 S2", il lui était associé la virulence de type B.

Un dernier résultat de notre analyse en électrophorèse concerne notre identification génétique de l'espèce *M. species novo*. Nous l'avons considérée comme telle sur la considération des profils électrophorétiques suivants :

TABLEAU 5 : caractérisation électrophorétique de l'espèce nouvelle possédant la virulence de type B.

Enzyme	Profil
Esterase	VS,S
Glutamate oxaloacetate transaminase	M,M
Malate deshydrogenase	M

Les profils "Esterase" et "Glutamate Oxaloacétate Transaminase" sont très spécifiques par le nombre et la position des bandes électrophorétiques ; le profil "malate déshydrogénase" n'est pas spécifique, mais il permet de distinguer cette espèce de *M. hapla* (S) et de *M. javanica* (F).

Nota : les lettres VSM et F correspondent aux abréviations de "Very", "Slow", "Medium" et "Fast".

Ainsi à la différence de ce qu'on observe généralement dans les pays tempérés (A. Dalmasso, 1980), les populations de *Meloidogyne* du Sénégal représentent des populations très largement polytypiques. Les conséquences pratiques en ont été précisées ci-avant (2.1.)

L'analyse du déterminisme de cette situation pourrait

porter sur les deux sites de la région du Cap Vert : Mbayakh et G1 de Cambérène ; dans ces deux sites en effet, l'espèce M. species novo n'est pas présente, soit à l'observation directe (Mbayakh) soit par déduction (en G1 pas d'inhibition de la résistance Mi).

2.3. L'analyse en électrophorèse de variétés de tomate : la mise en évidence directe du gène Mi sans recours aux tests variétaux de résistance

Nous avons vu que la mise en oeuvre des tests de résistance variétaux sous stress naturel ne permettait pas dans tous les cas l'extériorisation du gène Mi dans les lignées (tableau 1).

La méthode de sélection Pédigrée (généalogique) aboutit actuellement à un choix de lignées en F4-F5 (comme "7-10-1-12" ou "8-4-1-11" du tableau 1) qui ne se prêtent pas à l'analyse directe du gène Mi : en effet, cette méthode étant fondée sur la liaison génétique du gène Mi avec le marqueur Aps (caractère des lignées "Davies"), il faut que le géniteur de départ, la lignée brésilienne (cv. "I pa 2") possède ce caractère. Or "I pa 2" issue de Rossol ne le possède pas.

La seconde méthode "Single seed descendance" suivie de sélection généalogique comporte dans la phase des croisements pyramidaux l'utilisation d'un géniteur possédant ce caractère des lignées "Davies", la variété californienne "Bush". Il s'agit des lignées "50-3" et "50-9" du tableau 1 pour lesquels on a détecté en électrophorèse le gène Mi. Ce travail pourrait être réalisé sur l'ensemble de matériel en cours de fixation à l'ISRA-CDH, mais il conduirait à retenir du programme d'amélioration que les gènes Mi de la source "Davies" (qui proviennent de la variété "Bush"). Ce ne peut être intéressant que dans la mesure où cette source aurait un spectre d'action plus étendu, en particulier vis à vis des nouvelles espèces du Sénégal. Le problème est examiné en relation avec M. Laterrot généticien INRA à Montfavet.

2.4. Mise au point de tests variétaux en serre : procédé de culture mixte utilisé pour accélérer la croissance des plants infestés

Nous avons vu qu'aux tests variétaux sous stress naturel, il valait mieux substituer d'autres procédés, en raison du caractère polytypique des populations du nématode au Sénégal;

En infestation artificielle, aux populations, il faut substituer des souches. Le nombre minimum de souches à introduire est 3 pour tester à la fois : la résistance Mi classique (à M. javanica) et les nouvelles sources de résistance à rechercher (envers M. incognita B et M. species novo). La recherche de sources de résistance dans le matériel de la collection mondiale US (R.L. Clark) multiplie aussi les opportunités de réalisation des tests variétaux.

La réalisation des tests a été améliorée sur la base du procédé en terrine utilisé à Montfavet (Laterrot, 1969). Les jeunes tomates sont cultivées en terrine comme précédemment, mais placées individuellement dans des godets de terre stérile de 40 cc dans des bacs en fibro-ciment de 40x30 cm équipés au fond par une résistance chauffante de 13 W. Les godets de 40 cc sont entièrement évidés pour obtenir des tubes de 7 cm de long et 3 cm de diamètre ; la terre est maintenue par deux

couches de voile à rideau en polyester. Ces "pots" sont vissés dans leurs bouchons évidés eux-aussi, emboîtés dans des godets de 60 cc, traités de la même manière que ceux de 40 cc pour obtenir des tubes de 7 cm de long et de 3,5 cm de diamètre. Ces tubes servent à la fois de support pour maintenir les pots de 40 cc au-dessus du bac, et d'enceinte délimitant un espace de 50 cc environ d'air saturé d'eau favorable au développement des racines. En effet, une fois les pots installés (60 pots par bac), le fond du bac est baigné d'une solution nutritive. Les bords du voile à rideau en polyester retombent dans cette solution à l'intérieur du tube (7 cm de long sur 3,5 cm de diamètre) et jouent le rôle de mèche.

De la sorte, on évite l'arrosage et on établit dans tous les pots des conditions d'humectation constante et uniforme. Dans les deux mois qui dure l'installation le seul entretien consiste à éclaircir la disposition des plants à 3 semaines.

Le nombre de plants par bac tombe de 60 au repiquage à 20 (au moment de décompte de nombre de galles apparues). Pour ce faire les plants sont déterrés, examinés, puis réinstallés dans un pot composite identique. Le seul entretien périodique consiste à renouveler la solution nutritive (2 l) cinq ou six fois en rajoutant de la solution nouvelle lorsque l'ancienne est absorbée ou/et évaporée. Une horloge permet de maintenir la solution à 25-26 °C pendant la nuit en branchant sur le secteur les résistances chauffantes.

2.5. Recherche de nouveaux gènes de résistance au nématode dans les variétés de tomates sauvages

Nous avons vu l'intérêt de disposer de nouveaux gènes de résistance chez la tomate. Le problème n'avait pas échappé à l'IVT Wageningen, et c'est en collaboration avec le généticien de cet institut : P. Lindhout que nous avons démarré la recherche des gènes de résistance dans la collection mondiale des tomates US. Ce matériel nous a procuré sur notre demande avec la recommandation de M. Laterrot, généticien INRA.

Nous avons vu qu'il était possible de tabler sur l'existence d'un linkage regroupant les gènes de résistance aux diverses souches (cf. 2.3.). Mais il peut s'agir, chez la tomate comme cela a été mis en évidence chez le poivron (H. Hendy, E. Pochard et A. Dalmaso, 1985) de gènes de résistance indépendants.

Nous avons donc réalisé l'infestation artificielle en godets des provenances du tableau 6 par trois souches :

- M. javanica "Cambérène AS3" non adaptée au gène Mi
- M. species novo "Pikine S2" adaptée au gène Mi
(espèce B)
- M. incognita "Cambérène G22" adaptée au gène Mi
(race B)

Le nématode est placé au contact des racines des plantes au stade cotydonaire sous la forme de masses d'oeufs (2-3 par plante).

La formation de galles est observée à 3 semaines (1er dénombrement), la formation de masses d'oeufs à 6 semaines (2ème dénombrement), la libération de larves L2 à 7 et 8 semaines à l'aspersion.

Les résultats préliminaires se résument comme suit :

-les origines L. peruvianum sont en majorité résistantes à la souche "Cambérène AS3" et toutes sont sensibles aux deux

souches espèce ou race B "Pikine S2" et Cambérène G22". Le reste du matériel est sensible aux trois souches.

-l'une des origines : "Pi 128 663" présente un comportement particulier : résistante à la souche "Cambérène AS3", elle réagit comme les autres origines à 3 semaines envers les espèces et races B en se couvrant de galles racinaires. Mais à 6 semaines les galles ne donnent pas les masses d'oeufs escomptées si elle réagissait comme les autres origines. Ces résultats demandent à être confirmés. Dans ce but, nous avons réalisé en 1986 à une dizaine d'hybridations entre des plantes "Pi 128 663" aussi différentes que possible.

S'il s'avère que cette origine est réellement résistante* ces descendances seront étudiées en 1987 à Antibes pour évaluer la transformation des racines sous l'action du parasite et pour connaître l'évolution des larves en femelles ou en mâles.

L'analyse génétique (transfert sur tomate cultivée) a commencé à Dakar par la réalisation d'hybridation *L. esculentum* cv. Rossol et *Rotella* x *L. peruvianum* Pi 128 663. Le matériel Pi 128 663 a été adressé aussi à Laterrot (INRA) à Montfavet.

TABLEAU 6 : le matériel végétal testé en 1986.

1- matériel *L. peruvianum*

Pi 127 829	Pi 126 431	Pi 128 656
Pi 127 643	Pi 126 440	Pi 128 657
Pi 128 645	Pi 126 441	Pi 128 659
Pi 128 646	Pi 126 443	Pi 128 660
Pi 128 648	Pi 126 928	Pi 128 661
Pi 128 650	Pi 126 929	Pi 128 663
Pi 128 651	Pi 126 930	Pi 129 146
Pi 128 653	Pi 126 944	Pi 129 149
Pi 128 654	Pi 126 945	Pi 129 152
Pi 128 655	Pi 126 946	Pi 212 407

2- matériel *L. hirsutum*

Pi 127 826
Pi 127 827

3- matériel *L. esculentum*

Pi 118 408 Pi 140 404
Pi 124 036 Pi 140 405
Pi 127 820 Pi 129 154
Pi 128 246

4- matériel hybride

Pi 20 50 02

L. esculentum x *L. pimpinellifolium*

Pi 20 50 10 Pi 20 50 22

2.6. L'efficacité des plantes-pièges

Les observations réalisées en 1985 n'avaient pas permis d'observer une réaction de défense de la plante *Sesbania rostrata* vis à vis du nématode des racines du riz, envers quoi cette légumineuse joue probablement un effet de piégeage (G. Germani, G. Reversat et M. Luc, 1982) : le nématode pénètre et se développe dans les racines de la phase de jeunesse du développement de la plante ; ultérieurement, la transformation de ce système diffus dans l'horizon superficiel du sol en un pivot épais ne permet pas d'observer le devenir des nématodes.

* Sinon, il peut s'agir de compétition trophique entre larves L3....

L'observation directe en champ avait mis en évidence une diminution des nématodes dans l'horizon superficiel. L'hypothèse explicative que nous avons avancée était celle du piégeage mécanique des nématodes : ceux-ci étaient aptes à pénétrer dans les racines et à s'y développer, mais ils devenaient inaptes à ressortir, empêchés par les modifications du cortex racinaire.

On peut envisager une autre hypothèse : les nématodes disparaissaient en partie de l'horizon superficiel parce qu'ils ont migré en profondeur en suivant le déplacement des racines de la plante.

2.7. Bibliographie

- BERTHOU F. (1986). Identification en électrophorèse des races B de Meloidogyne du Sénégal. Rapport de stage à Antibes 17 Juin, 12 Juillet - Direction G. de Guiran.
- CLARK R.L. (1975). A summary of Reports on the Resistance of Plant Introductions to Diseases, Nematodes, Insects, Mites and Chemicals : Lycopersicum sp.
- DALMASSO A. and BERGE J.B. (1978). Molecular Polymorphism and Phylogenetic Relationship in some Meloidogyne spp. Application to the Taxonomy of Meloidogyne Journal of Nematology, 10(4) : 323-332.
- FARGETTE M. (1984). Utilisation de l'électrophorèse dans l'étude systématique de deux organismes d'intérêt agricole. Thèse ENSA Montpellier, 14 Juin 1984.
- GERMANI G., REVERSAT G. and LUC M. (1983). Effect of Sesbania rostrata on Hirschmanniella oryzae in flooded Rice. Journal of Nematology, 15 (2) : 269-271 (1983).
- HENDY H., POCHARD E. et DALMASSO A. (1985). Transmission héréditaire de la résistance aux nématodes Meloidogyne Chitwood (Tylenchida) portée par deux lignées de Capsicum annum L. : étude de descendance homozygotes issues d'androgénèse. Agronomie, 5 (2) : 93-100 (1985).
- LATERROT H. (1969). Contribution à l'Amélioration de la Tomate pour la résistance aux maladies. Thèse Ingénieur DPE 117 p.
- NETSCHER C. (1975). Studies on the resistance of groundnut to Meloidogyne sp in Sénégal. Cah. ORSTOM. Sér. Biol. X (3) : 227-232 (1975).
- NETSCHER C. (1976). Observations and preliminary studies on the occurrence of resistance breaking biotypes of Meloidogyne spp on tomato. Cah. ORSTOM. Sér. Biol. XI (3) : 173-178 (1976).
- PROT J.C. (1984). A naturally occurring resistance breaking biotype of Meloidogyne arenaria on tomato. Reproduction and pathogenicity on tomato cultivars Roma and Rossol. Revue Nématol., 7 (1) : 23-28 (1984).

