

UTILISATION POSSIBLE DU DBCP, DU PHENAMIPHOS ET DU PROPHOS CONTRE *TYLENCHULUS SEMIPENETRANS* DANS LES VERGERS DU MAROC

A. VILARDEBO, A. SQALLI et R. DEVAUX

UTILISATION POSSIBLE DU DBCP, DU PHENAMIPHOS ET DU
PROPHOS CONTRE *TYLENCHULUS SEMIPENETRANS* DANS
LES VERGERS DU MAROC

A. VILARDEBO, A. SQALLI et R. DEVAUX

Fruits, mai 1975, vol. 30, n°5, p. 313-327.

RESUME - Le nématode *Tylenchulus semipenetrans* universellement répandu dans les vergers d'agrumes existe en abondance au Maroc.

Dans une série de six essais, les dommages occasionnés dans deux régions et différents types de sols, sont estimés par comparaison de parcelles non traitées et traitées avec le DBCP à 6 et 9 g/m² le Phénamiphos ou le Prophos à 3 et 6 g/m².

Les accroissements de production sur une période de deux années consécutives sont de l'ordre de 20 à 50 p. cent et atteignent dans certaines parcelles 65 à 75 p. cent. Les calibres des fruits sont également en augmentation.

Ces résultats sont la conséquence de l'amélioration de l'état sanitaire du système racinaire. Le Phénamiphos semble être le plus actif.

Une estimation de la rentabilité de ces traitements montre tout l'intérêt d'une telle lutte.

PRÉAMBULE

En 1961-62, A. VILARDEBO, Chef du Service Nématologie de l'Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer (IFAC), effectuait une enquête dans les vergers d'agrumes du Maroc et concluait à la nécessité d'entreprendre des études conduisant à la mise au point d'une lutte efficace contre les nématodes.

Le programme proposé ne put être réalisé. Retournant au Maroc en 1970, il constatait que le problème s'était aggravé et proposait à l'Association des Producteurs d'Agrumes du Maroc (ASPAM) la réalisation d'un programme limité afin de permettre l'estimation des pertes causées par les attaques du nématode *Tylenchulus semipenetrans*.

M. BERTIN, chef du Service agro-technique de l'ASPAM

et son adjoint, puis successeur, M. SQALLI, apportaient dans la réalisation de ce travail une assistance extrêmement précieuse par leur connaissance des vergers et de leur culture, et par les observations et prises d'échantillons.

Par la suite, des contacts ont été pris avec la Société agricole de Service au Maroc (SASMA). Intéressé par toutes les questions d'amélioration de la production agricole, M. TEMPE, Directeur de la SASMA, a proposé l'assistance de son personnel et les services des laboratoires.

C'est notamment M. DEVAUX, Agronome responsable de toute l'expérimentation sur clémentinier, qui a assuré la pesée des récoltes et le calibrage des fruits. C'est encore à la SASMA que furent réalisés les analyses foliaires et les tests gustatifs.

Mais ce travail n'aurait pu être entrepris sans le financement assuré par les Sociétés Procida, Shell-Chimie Maroc et Farbenfabriken Bayer. Nous adressons toute notre gratitude et nos remerciements pour leur indispensable contribution.

Notre plus profonde reconnaissance est également adressée aux propriétaires des vergers et à leurs gérants, qui non seulement ont permis que ces essais soient entrepris dans

* - A. VILARDEBO, Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer, 6, rue du Général Clergerie - 75116 Paris

A. SQALLI, Association des Producteurs d'agrumes du Maroc (ASPAM)

R. DEVAUX, Société agricole de Service au Maroc (SASMA).

leurs exploitations, mais en outre ont facilité au maximum la réalisation des travaux.

N'oublions pas non plus les représentants des Sociétés de pesticides qui, à plusieurs reprises, sont venus sur le terrain aider aux observations. Nous les citerons par ordre alphabétique : MM. ALLEAN, BOUHELIER, CAFFIN, DEAL, DEBRAY, PIERRE, SOLDINI, TITAH, VAN RUYSS, des vergers du Domaine Royal de Kédima, Serres et Pilaire, Caffin et des Sociétés Procida, Shell et Bayer.

INTRODUCTION

Nombreux sont les nématodes signalés vivant en association avec les Citrus, mais le nombre d'espèces ayant une action pathogène marquée est restreint.

Certaines sont extrêmement nocives. *Radopholus similis* COBB provoque la mort de l'arbre. *Pratylenchus coffeae* ZIMMERMAN et *P. brachyurus* GODFREY réduisent considérablement la croissance (O'BANNON et TOMERLIN, 1973 ; BROOKS T.L. et PERRY V.G., 1967).

Hemicycliophora arenaria RASKI provoque des galles toujours aux extrémités des racines qui dépérissent. Cette réduction du système racinaire entraîne une réduction importante de la croissance (VAN GUNDY, 1958).

Mais la répartition géographique de ces espèces est extrêmement limitée. Aucune n'est présente au Maroc où seul existe *Tylenchulus semipenetrans* COBB (VILARDEBO, 1962). Cette espèce universellement répandue, responsable de la nématose connue sous le nom de Slow Decline des Citrus a été étudiée par de nombreux chercheurs :

BAINES et CLARKE, 1952
 BAINES, 1965
 REYNOLDS et O'BANNON, 1963
 O'BANNON et TARJAN, 1969
 OTEIFA, 1965
 OTEIFA et SHAARAWI, 1962
 COHN, FEDER et MORDECHAI, 1968.

Tous indiquent une action dépressive des attaques de ce nématode sur la plante et sa production. Une irrigation plus intense, une fertilisation plus forte, permettent le maintien d'un certain niveau de récolte mais la rentabilité de la culture est diminuée.

Les dommages causés par ce nématode ont été nettement mis en évidence :

OTEIFA, 1965
 BAINES et al., 1958
 COHN et MINZ, 1965
 O'BANNON et REYNOLDS, 1963, 1967
 O'BANNON et TARJAN, 1969
 REYNOLDS et O'BANNON, 1958, 1963

Il était probable qu'il en soit de même au Maroc.

Au Maroc, DOLFUSS signale cette espèce quelques mois seulement après que TRABUT (1915) la trouve en Algérie. Aucune autre étude ne fut réalisée jusqu'au jour de l'enquête menée en 1961-62 (VILARDEBO, 1962, 1963, 1964). Les

résultats ont montré que cette espèce est présente dans toutes les régions de production agrumicole du Maroc, dans tous les vergers et pépinières. Les dénombrements ont indiqué que les niveaux de populations sont souvent très élevés. Il était donc probable que, tout comme ailleurs, les attaques de *T. semipenetrans* causent des dommages non négligeables dans les vergers du Maroc.

Mais cela devait être mis en évidence. Ces études envisagées dès 1962 n'ont pu être réalisées qu'en 1971 grâce à un financement particulier.

De tous les nématicides expérimentés jusqu'en 1970, seul le DBCP donnait des résultats intéressants ; tous les autres, soit présentaient une phytotoxicité, soit manquaient d'efficacité. Le DBCP fut de nouveau expérimenté au Maroc mais en formulation granulée, comparé avec deux nouvelles molécules apparues en 1968, le prophos et le phénamiphos. Leur mode d'action est totalement différent, le premier agissant par contact, le second par effet systémique.

Lorsque ces études furent entreprises en juin 1971, on ne connaissait rien de l'action de ces composés sur *Tylenchulus semipenetrans* et des possibilités de leur emploi dans la lutte contre ce ravageur. Seuls BAINES et SMALL (1969) avaient étudié leur action sur la population de larves de *T. semipenetrans* dans les mois qui suivent les applications, mais sans aucune considération des effets sur la plante et la production.

Dans l'établissement des protocoles expérimentaux, l'idée directrice, sans préoccupation aucune, de l'aspect économique du problème, était de réduire au maximum le niveau des infestations, afin de connaître l'augmentation maximale de production possible apportée par la lutte contre *Tylenchulus semipenetrans*.

A partir de ces connaissances, il devient possible de juger de la rentabilité des traitements, compte tenu de la plus-value financière de la récolte et du coût des applications de nématicides.

Les résultats des études entreprises de mai 1971 à fin 1973 sont présentés dans ce document.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nématicides et traitements.

Trois composés chimiques ont été expérimentés. Ce sont :

- Prophos : O-Ethyl S, S-Dipropyl phosphorodithioate matière active du Mocap (marque commerciale de Mobil international Company), granulé à 10 p. cent
- Phénamiphos : O-Ethyl-O-(3 Méthyl-4-Méthylthiophényl)-Isopropylamido-phosphate, matière active du Némacur (marque commerciale de Bayer AG.) granulé à 5 p. cent.
- Dibromochloropropane : DBCP (Némagon - Shell international Company) en formulation microencapsulée à 97 p. cent de matière active lors du premier épandage puis en granulé à 20 p. cent.

Les deux premiers composés expérimentés aux doses de 3 et 6 g par mètre carré, et le DBCP à 6 et 9 g par mètre

carré, étaient épanchés sur la totalité de la surface du terrain sans incorporation mécanique au sol si l'irrigation de la parcelle se faisait par aspersion, avec une légère incorporation si l'eau était amenée par canaux («seguías») dans la cuvette entourant l'arbre. Dans ce cas, sans cette précaution, le flot de liquide déplacerait et assimilerait les granules en divers points et la répartition du nématicide ne serait plus uniforme. L'application se faisait à la main, arbre par arbre, après pesée de la quantité à épandre pour chacun.

Observations.

L'action de ces traitements sur les populations de nématodes était estimée par dénombrement dans des prélèvements de sol effectués périodiquement (5 à 6 par an) et pour certains essais, à partir de prélèvements de racines.

L'extraction de *T. semipenetrans* (larves et mâles) du sol était réalisée par la méthode de Cobb modifiée comme suit :

250 g de terre, partie de l'échantillon total après son homogénéisation, sont dispersés et mis en suspension dans de l'eau en quantité pour avoir un volume total de 1.000 cc. Pendant l'agitation, 100 cc de la suspension, correspondant à 25 g de terre, sont prélevés dans un tube. Après agitation puis une décantation de 2 à 3 minutes, le surnageant est recueilli sans perturbation du culot. Celui-ci, après une nouvelle mise en suspension est traité identiquement. Cette opération est répétée quatre à cinq fois.

La totalité du volume des surnageants ainsi récupérés est versée délicatement sur un tamis de 31 microns d'ouverture de maille. L'eau et les particules fines de terre (argile) sont éliminées, tandis que les nématodes sont retenus sur le tamis avec encore des particules terreuses. Le tout est récupéré dans un tube avec un maximum de 50 à 75 cc d'eau. Après apport d'une goutte de flocculant puissant (solution à 1/1000 de Separan NP 10), agitation et repos, la suspension se clarifie en 1 à 2 mn par suite de la précipitation des agglomérats terreux. On récupère le surnageant.

Cette opération, recommencée 4 à 5 fois, permet de récupérer la quasi-totalité des nématodes. La suspension obtenue est suffisamment claire pour permettre le comptage direct des nématodes sur le microscope avec un grossissement x 40 (objectif x 2,5 et oculaires x 16,5), à l'aide d'une cellule de comptage de 2 x 2,5 cm de côtés, graduée en carrés de 2,5 x 2,5 mm et délimitant une épaisseur de liquide de 2 mm. La partie utilisée pour le comptage est prélevée, soit directement dans la suspension de nématodes, soit après l'avoir «diluée» ou «concentrée» selon le niveau de population, ceci afin d'avoir de préférence de 20 à 100 *T. semipenetrans* par centimètre cube de suspension, c'est-à-dire par lame.

Les résultats sont exprimés en populations de *T. semipenetrans* (larves+mâles) par kilogramme de terre.

Les prélèvements de sol étaient réalisés en deux points opposés de chaque arbre, légèrement à l'intérieur de l'aplomb de la frondaison, entre 5 et 25 centimètres de profondeur. Il était ainsi prélevé de 3 à 4 kg de terre par parcelle (8 ou 10 prélèvements). Après homogénéisation, un sous-échantillon de 500 g était constitué et expédié au laborato-

re pour analyse.

L'estimation des infestations du système racinaire était obtenue par dénombrement des larves récupérées par la méthode d'incubation des racines. Après le prélèvement, ces dernières étaient lavées très délicatement en les immergeant dans de l'eau afin de détacher les particules terreuses restées adhérentes. Tout moyen mécanique (jet d'eau, agitation) élimine une certaine quantité de masses gélatineuses de ponte et fausse les résultats.

Les racines humides mais bien ressuyées sont pesées, puis après avoir été bien réhumectées dans une solution d'antibiotiques pour empêcher les développements bactériens, elles sont mises en sac plastique, à une température constante de 25°C. Deux fois par semaine, les larves sorties des masses gélatineuses ou provenant d'oeufs éclos étaient récupérées par lavage des racines et dénombrées par le moyen indiqué précédemment.

La courbe des comptages cumulés indique l'existence d'un palier à partir du quatrième dénombrement, soit à partir du quinzième jour. C'est ce résultat, ramené au nombre de larves mâles par gramme de racine, qui a été pris en considération.

Ces dénombrements n'ont pu être réalisés que dans les essais implantés sur sol sableux de la région d'Azemmour. Il n'a pu être réalisé que trois dénombrements correspondant à une période de 18 mois. A chaque arbre il était effectué deux prélèvements de racines, soit 8 ou 10 par parcelle, situées légèrement à l'intérieur de l'aplomb de la frondaison. Le tout constituait l'échantillon total, soit de 10 à 30 g de racines provenant de la couche comprise entre 5 et 25 cm de profondeur. La totalité de l'échantillon était utilisée.

Par la mensuration de la circonférence du tronc de l'arbre à un niveau déterminé au-dessus du bourrelet de greffe, on pouvait espérer obtenir une indication sur la différence de vigueur végétative entre les arbres des différentes parcelles, mais ce critère valable sur de jeunes plants, s'est révélé insuffisamment représentatif pour les arbres de plus de 15 ans. Ces observations faites tous les six mois n'ont donné aucune indication valable. Il n'en sera pas fait mention dans ce texte.

La récolte a été pesée, arbre par arbre ou par parcelle, d'abord en totalité puis par calibre commercial, ce qui a permis le calcul avec une certaine approximation de la valeur marchande de la récolte, élément indispensable pour juger de la rentabilité des traitements.

Les essais.

Six essais ont été mis en place, cinq dans la zone d'Azemmour, à 60 km au sud de Casablanca, dans des terres sableuses très légères, le sixième dans la vallée du Souss, près de Taroudant, sur un sol lourd, très compact. Ces vergers étaient plantés en clémentiniers greffés sur bigaradier (*Citrus aurantium*).

Deux autres études avaient été entreprises dans des vergers d'orangers. L'un a dû être abandonné pour des raisons matérielles ; il ne sera pas non plus fait mention du second car les résultats furent fortement perturbés par le développe-

ment rapide et intense d'une attaque de Xyloporose.

Dans le tableau 1 sont données toutes les informations agronomiques relatives à ces essais.

Il est intéressant de noter que les essais A et B sont situés côte à côte dans le même carré. Les conditions de terrain, de provenance de plants, d'âge des arbres et de culture, sont exactement les mêmes. Les résultats peuvent donc être rapprochés mais non réellement comparés comme s'ils faisaient partie du même dispositif expérimental.

RÉSULTATS

Observations sur les peuplements de *Tylenchulus semipenetrans*.

Peuplements du sol.

- Essais en terrain sableux.
- Essais A et B (figure 1).

Dans ces essais l'infestation est très élevée. A la mise en place de l'expérimentation, elle est déjà de 100 à 150.000 larves + mâles de *T. semipenetrans* par kilogramme de terre. Les infestations s'accroissent au cours de l'été 1971 mais régressent dès l'automne et passent par un minimum à la fin de l'hiver. Cette évolution annuelle ne se retrouve pas l'année suivante, sans doute à cause d'un hiver très doux. Régulièrement, de mars 1972 à août 1974, soit pendant près de 18 mois, les peuplements s'accroissent et atteignent des niveaux record de plus de 600.000 *T. semipenetrans*. A l'automne une importante régression est constatée.

Dans les parcelles traitées, le pourcentage de réduction après traitements est parfois de 70 à 80 p. cent. La régres-

sion n'a pas été immédiate. Il a fallu en général 4 mois avant que les traitements aient eu leur effet complet. Cela se situe au début de l'hiver pendant lequel les populations restent stationnaires. La seconde application effectuée le 20 mai 1972 provoque une nouvelle régression. Ce niveau se maintient presque jusqu'à la fin des essais (décembre 1974).

Si telle est l'évolution générale, il est intéressant de comparer plus attentivement les résultats obtenus pour chacun des traitements.

Dans l'essai A les courbes manquent de régularité. Néanmoins, il est bien visible que le phénamiphos a eu le plus d'effet. Même au plus fort de l'infestation, à la fin de l'été 1973, les populations n'atteignent pas 60.000 nématodes. Le pourcentage de réduction par rapport aux témoins est de 91 p. cent.

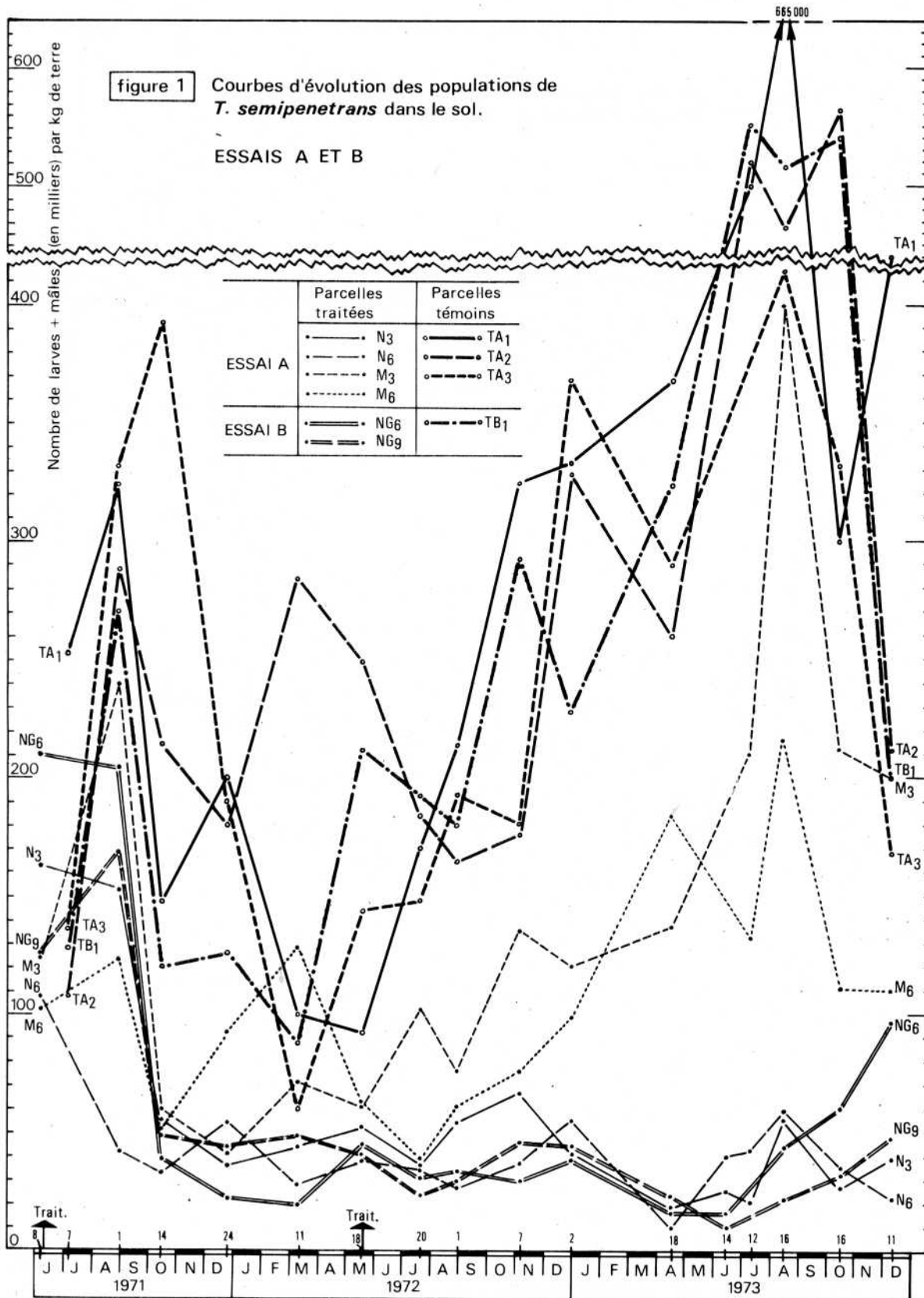
L'action du prophos, bien que moins intense, a été relativement peu différente de celle du phénamiphos pendant les 12 premiers mois. Mais à partir de juillet 1972, les infestations sont en accroissement constant, au point qu'à l'automne 1973 elles sont du même ordre de grandeur que dans le témoin. La seconde application de prophos a été sans effet. La formulation employée avait-elle perdu son activité biologique au cours du stockage comme cela avait été observé en pays tropical ? (BEUGNON et VILARDEBO, 1974).

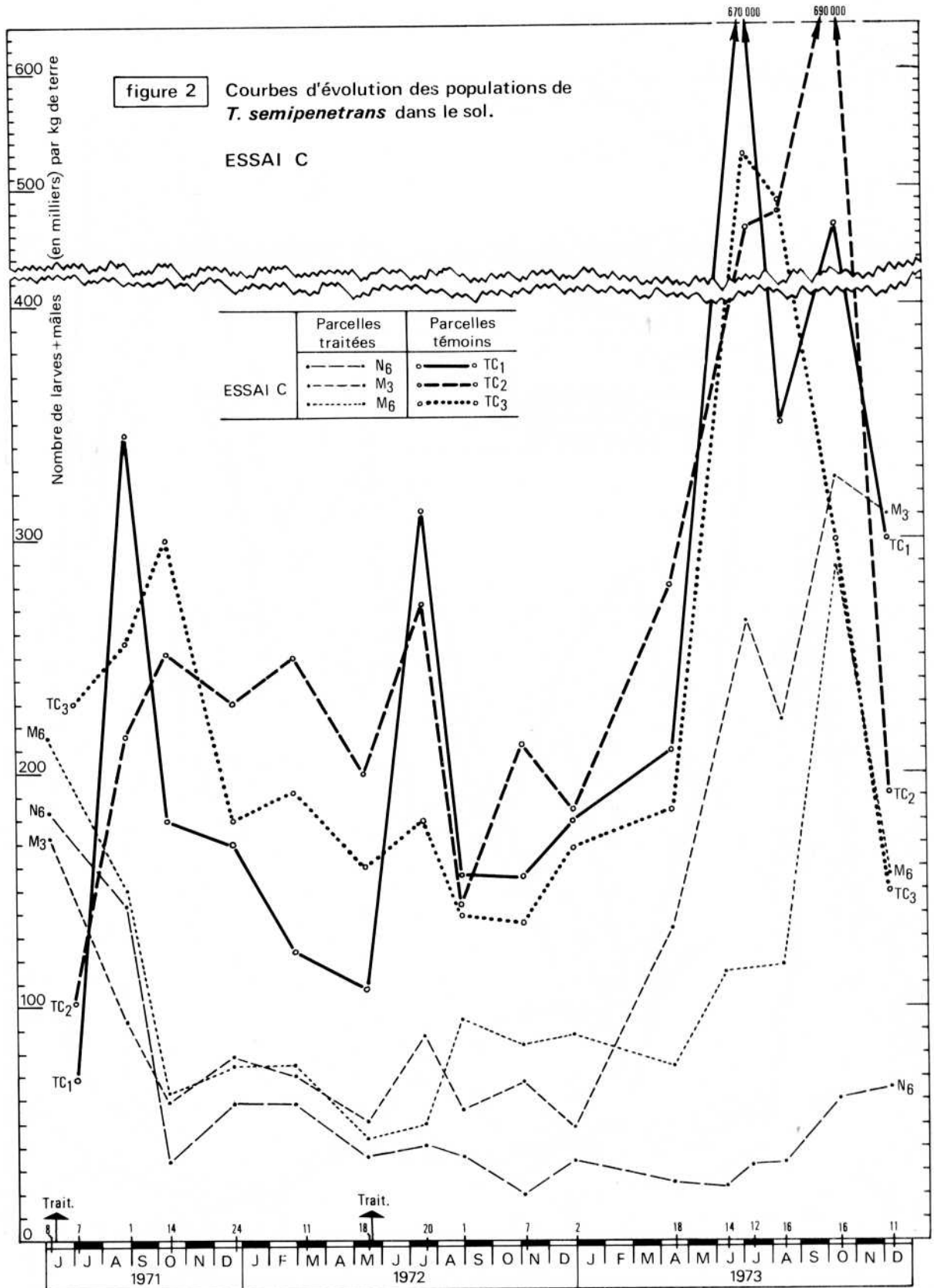
Dans l'essai B que l'on peut rapprocher du précédent, le DBCP a eu une action équivalente en intensité à celle du phénamiphos mais de moins longue durée, puisque fin 1973 on observe une augmentation des infestations.

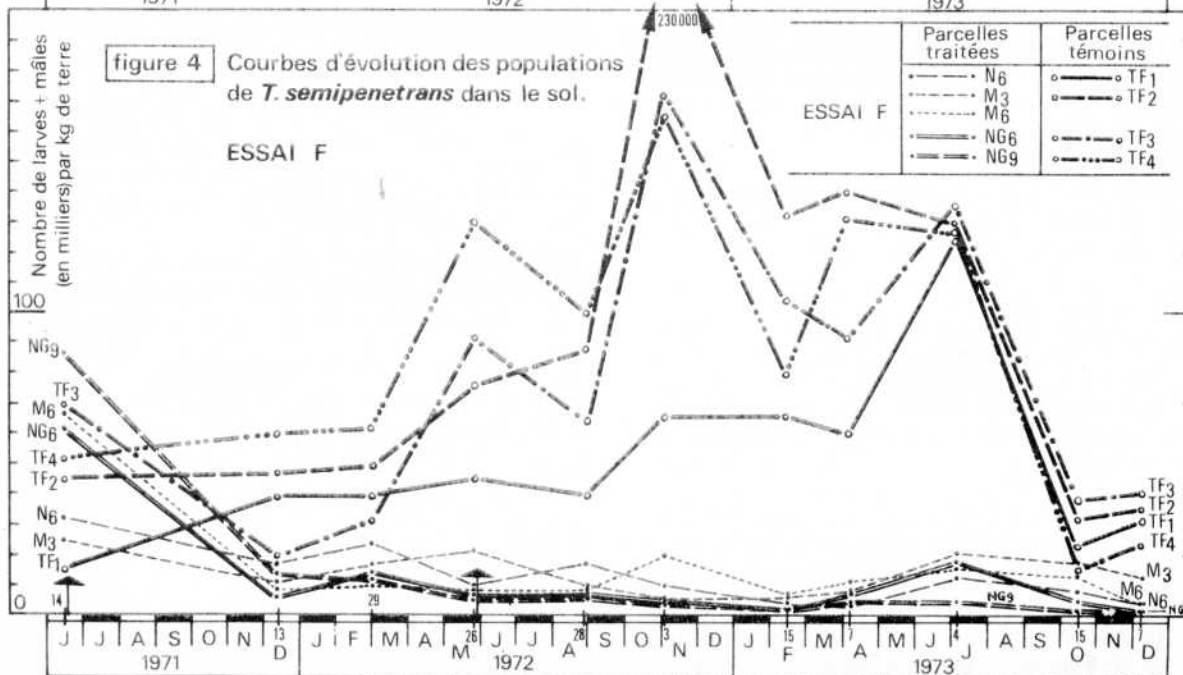
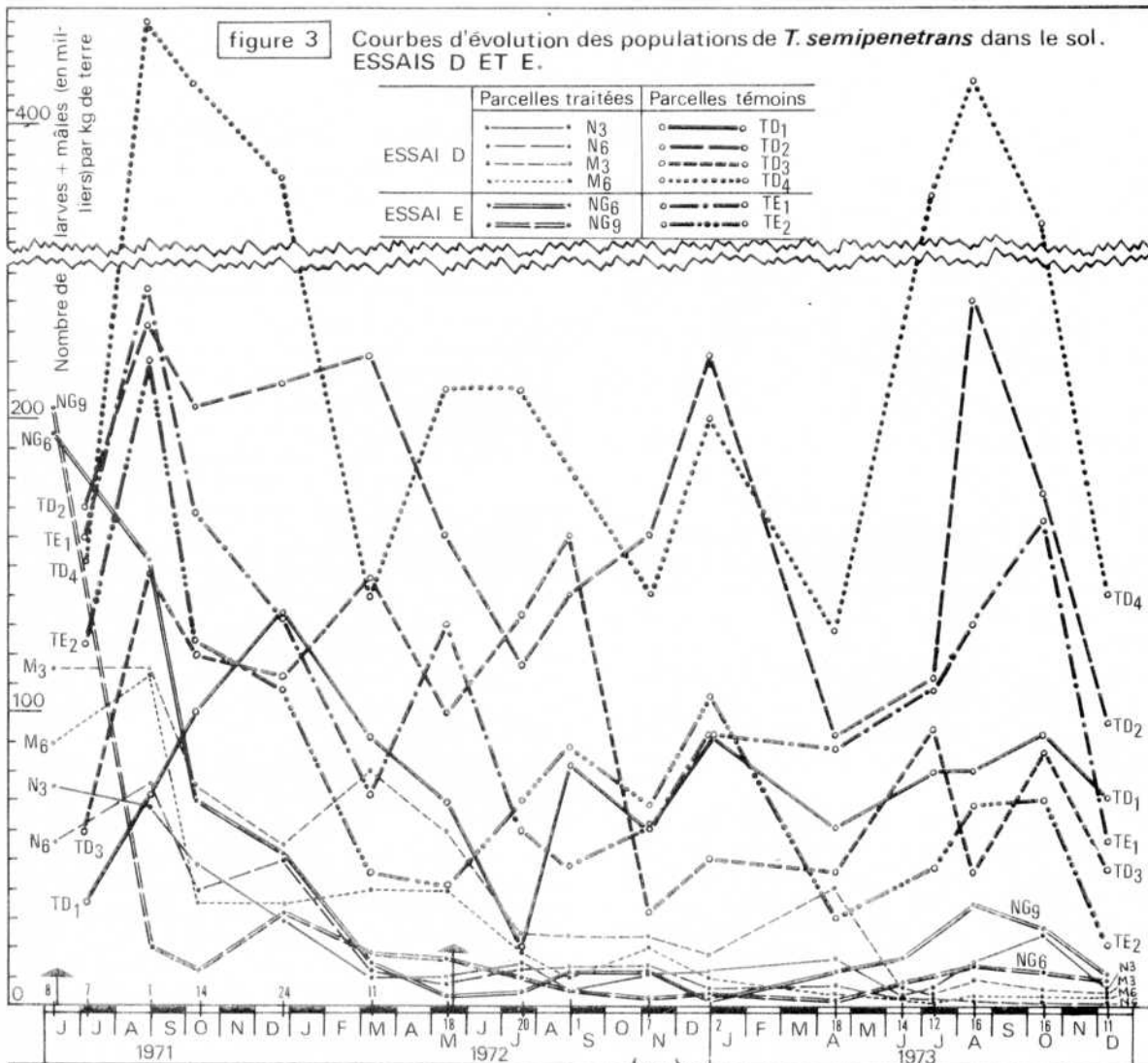
Dans l'un et l'autre de ces essais, aucune différence n'est apparue entre les doses de chacun des trois nématicides utilisés.

TABLEAU 1 - Données relatives aux carrés d'expérimentations et traitements étudiés.

	A	B	C	D	E	F
Localisation	Azemmour	Azemmour	Azemmour	Azemmour	Azemmour	Souss
Terrain	sableux	sableux	sableux	sableux	sableux	argileux
Variété	clémentinier	clémentinier	clémentinier	clémentinier	clémentinier	clémentinier
Porte-greffe	bigaradier	bigaradier	bigaradier	bigaradier	bigaradier	bigaradier
Age des arbres	20 ans	20 ans	20 ans	20 ans	20 ans	24 ans
Système d'irrigation	aspersion	aspersion	aspersion	aspersion	aspersion	cuvette
Traitements :						
prophos	3 et 6 g	-	3 et 6 g	3 et 6 g	-	3 et 6 g
phénamiphos	3 et 6 g	-	6 g	3 et 6 g	-	6 g
DBCP	-	6 et 9 g	-	-	6 et 9 g	6 et 9 g
Nombre de répétitions	1	2	1	1	2	1 (2 pour DBCP)
Nombre d'arbres par parcelle	4	4	4	5	4	4
Distances de plantation en m	6 x 6	6 x 6	6 x 6	6 x 3	6 x 3	7 x 7
Dimensions des parcelles en m	24 x 6	24 x 6	24 x 6	15 x 6	12 x 6	14 x 14
Date traitements :						
première application	8.6.71	30.6.71	10.6.71	2.6.71	8.7.71	15.6.71 (9.7.71 pour DBCP)
deuxième application	20.5.72	20.5.72	17.5.72	23.5.72	23.5.72	30.5.72







- Essai C (figure 2).

Comme dans les deux essais précédents, l'infestation de ce carré était très élevée et leur évolution dans les témoins présente le même aspect.

Dans les parcelles traitées on notera comme précédemment le manque d'efficacité de la seconde application de prophos et la supériorité d'action du phénamiphos mais celle-ci a été de moins longue durée.

- Essais D et E (figure 3).

Les niveaux de population sont ici nettement plus faibles que dans les essais A-B-C. Ils ne dépassent que sporadiquement le seuil de 200.000 nématodes par kg de terre.

De plus ils sont hétérogènes. L'examen de l'emplacement sur le terrain fait apparaître un gradient de l'une à l'autre ligne de témoins encadrant les parcelles traitées. Cela est confirmé par l'infestation encore plus faible des témoins de l'essai E.

Dans quatre parcelles témoins, sur les six que comportaient ces deux essais, l'évolution s'apparente à celle décrite pour les essais A-B-C, mais les variations sont très atténuées ; dans les deux autres, les populations sont en régression graduelle.

Comme dans les autres essais, ce n'est qu'après le troisième mois qui suit l'application que l'on observe un début de régression des populations. Celle-ci est très importante dans les parcelles traitées au phénamiphos où la seconde application accentue encore les effets de la première au point que dans les parcelles recevant 6 g, les populations tombent au-dessous du seuil limite de précision de la technique d'extraction, c'est-à-dire 2.000 *T. semipenetrans* par kg de terre.

De bons résultats sont également obtenus avec le prophos bien qu'inférieurs à ceux du phénamiphos.

Dans l'essai E, le DBCP a eu une activité équivalente à celle du phénamiphos mais sa persistance d'action a été moins intense. Ces résultats similaires à ceux de l'essai B confirment la valeur du DBCP par rapport aux deux autres composés.

Contrairement à ce qui avait été constaté dans les autres essais, les résultats montrent une différence d'action en faveur de la dose élevée.

● Essai en terrain argileux.

- Essai F (figure 4).

Les infestations faibles au départ restent stationnaires pendant quelque temps puis s'accroissent et atteignent dans les témoins un maximum en novembre 1972 ; elles régressent ensuite pendant toute l'année 1973. Cela est-il la conséquence des modifications profondes d'une certaine durée apportées par un labour effectué en janvier ? Les niveaux de populations identiques en 1971 après un labour similaire effectué en février semblent l'indiquer.

Dans les parcelles traitées au phénamiphos ou au prophos, les populations se sont constamment maintenues entre 10.000 et 20.000 nématodes. Les niveaux sont encore

inférieurs dans celles ayant reçu du DBCP.

Dans tous les traitements, en fin d'essai, on observe un léger accroissement des populations.

Peuplements sur les racines.

Les résultats sont donnés dans le tableau 2.

Par suite de la longévité des larves et des mâles, leur dénombrement dans le sol reflète en fait l'intensité des attaques cumulées au cours de toute une période précédant la date de prise d'échantillon, tandis que celui effectué à partir d'un prélèvement racinaire est plus représentatif de l'infestation intervenue pendant la courte période précédant la date de prélèvement. Ce dernier constitue de ce fait un meilleur critère d'efficacité des traitements.

Divers facteurs influent sur le nombre de larves présentes dans un prélèvement de racines à une date déterminée. Que les conditions ambiantes soient optimales et l'activité du nématode sera intense: les pontes et les éclosions seront abondantes ; mais que la température baisse ou que l'humidité descende au-dessous d'un certain seuil, et les pontes et éclosions seront considérablement réduites, voire complètement arrêtées.

Les variations dans les comptages seront beaucoup plus liées aux conditions ambiantes que les dénombrements de larves dans le sol.

Les résultats de comptages à partir de prélèvements racinaires sont en outre en étroite relation avec la physiologie de la plante. Peu après une poussée racinaire, l'accroissement rapide de la proportion de racines non encore infestées de femelles au stade ponte entraîne une baisse brutale du nombre de larves extraites par gramme de racines.

Il est certain que l'évolution dans le temps des dénombrements à partir de prélèvements de racines présente des variations plus grandes et plus rapides que celles des peuplements du sol qui, par suite de la longévité de *T. semipenetrans*, sont pondérées.

L'absence totale de connaissances écologiques sur ce nématode au Maroc enlève toute possibilité d'interprétation approfondie des résultats obtenus. Seule la comparaison des chiffres obtenus à une date déterminée est faite. Les résultats sont donnés dans le tableau 2.

Ils font apparaître des écarts importants entre parcelles témoins et traitées, mettant en évidence de façon plus nette que les dénombrements dans le sol, l'assainissement du système racinaire résultant des traitements. Il ne semble pas que l'on puisse tirer de ces chiffres d'autres informations. Tout au plus peut-on dégager certaines tendances qui viendraient confirmer les indications déjà tirées des dénombrements de populations dans le sol à savoir :

- une action plus marquée du DBCP mais de moins longue durée que celle du phénamiphos ;
- la moins forte action du prophos.

Observations sur la production.

Poids de récolte.

Le poids de fruits récoltés par arbre, le rendement par

TABLEAU 2 - Dénombrement de larves + mâles par g de radicelle dans les prélèvements racinaires.

Essai et parcelle	Dates de prélèvements		
	6.11.72	18.4.73	11.12.73
Essai A			
témoin	4.743	1.985	2.425
phénamiphos 3 g	1.030	116	592
phénamiphos 6 g	246	30	176
prophos 3 g	4.040	220	831
prophos 6 g	1.779	1.754	828
Essai B			
témoin	5.898	5.350	3.196
DBCP 6 g	633	68	372
DBCP 9 g	3.658	11	192
Essai C			
témoin	5.468	2.175	1.382
phénamiphos 3 g	654	66	191
prophos 3 g	896	235	367
prophos 6 g	1.611	444	633
Essai D			
témoin	3.238	779	950
phénamiphos 3 g	483	170	115
phénamiphos 6 g	56	36	73
prophos 3 g	582	76	147
prophos 6 g	137	40	403
Essai E			
témoin	3.130	11	30
DBCP 6 g	1.205	119	9
DBCP 9 g	1.080	171	37

hectare et le pourcentage de récolte des arbres traités par rapport aux témoins dont donnés dans le tableau 3, pour les années 1972 et 1973, séparément et cumulativement.

L'examen de la production des parcelles témoins indique que l'année 1973 fut favorable à la production de clémentiniers dans la région d'Azemmour (essais 1 à 5). Il n'en a pas été de même dans la région de Souss.

- Essais 1 à 5.

Les résultats des parcelles phénamiphos font ressortir régulièrement un accroissement de récolte, parfois de 15 p. cent seulement mais atteignant 93 p. cent dans un cas. Prenant en considération la production cumulée des deux années consécutives de toutes les parcelles traitées au phénamiphos, on obtient un accroissement moyen de production de 33 p. cent.

Les mêmes calculs réalisés avec la récolte des parcelles traitées au prophos ne donnent qu'une production en accroissement de 9,1 p. cent, le plus fort accroissement n'étant que de 39 p. cent. Dans 6 cas sur 12, la production fut inférieure ou tout au plus égale à celle des témoins.

Les résultats avec le DBCP furent inconstants. Ils sont excellents dans l'essai 2 mais nuls dans l'essai 5.

- Essai 6.

Dans les terres argileuses de cet essai, les récoltes des parcelles traitées au prophos ou au phénamiphos, sont de 11 à 20 p. cent supérieures à celles des témoins ; elles sont de 36 à 48 p. cent inférieures l'année suivante. Le bilan final est donc négatif. Seul, dans ces conditions, le DBCP a permis un accroissement de récolte (37 à 45 p. cent).

Qualité de la production.

L'accroissement de la production est certes un facteur important de la rentabilité de toute culture mais cela ne doit pas se produire au détriment d'autres critères. Dans le cas des agrumes le calibre des fruits et la précocité sont deux facteurs qui donnent une plus-value à la récolte. En outre la qualité gustative ne doit pas être altérée.

Ces trois critères ont été étudiés sur une fraction de la production dans les essais A, B, C.

- Calibre des fruits.

Les normes marocaines de calibre des clémentines sont les suivantes :

hors calibre	petit fruit	diamètre inférieur à 40 mm
calibre	petit fruit	diamètre de 41 à 45 mm
calibre	fruit moyen	diamètre de 46 à 53 mm
calibre	gros fruit	diamètre supérieur à 54 mm

Les fruits hors calibre, non acceptés pour l'exportation, sont vendus sur le marché local.

Pour juger de l'action éventuelle des traitements nématicides sur la grosseur des fruits, une fraction importante de la récolte ou sa totalité selon les possibilités matérielles, a été calibrée, chaque lot calibré étant ensuite pesé séparément. En affectant chacun d'eux d'un coefficient, il était possible de calculer le « calibre pondéré » de la récolte de chaque parcelle. Il était ainsi possible de comparer les différents traitements entre eux et les productions des deux années successives des mêmes arbres.

Aucune règle rigoureuse n'a conduit à la détermination des coefficients. Ils ont été choisis de façon à être, entre eux, approximativement dans le même rapport que les prix qui sont habituellement pratiqués à l'achat des fruits de chaque catégorie.

Ces coefficients sont les suivants :

gros fruits	coefficient 9
fruits moyens	coefficient 7
petits fruits	coefficient 4,5
hors calibre	coefficient 0

Le calibre des fruits, pour des raisons matérielles, n'a pu être réalisé que dans les essais A, B, C et F. En 1972, sur les cinq cueillettes de la récolte totale, seule la troisième ne fut pas calibrée. Cette dernière située au milieu de la période de production, on peut admettre que le « calibre pondéré » calculé sur la fraction de production n'est que très peu différent du « calibre pondéré » établi à partir de la récolte totale.

En 1973, toute la récolte fut examinée à l'exception

TABLEAU 3 - Résultats de récolte.

Essai	PRODUCTION poids par arbre en kg			p. cent de récolte par rapport au témoin			rendement par ha en tonnes		
	1972	1973	1972+1973	1972	1973	1972+1973	1972	1973	1972+1973
A T	97	192	289				24,8	49,1	73,9
N 3	130	234	364	+34	+21	+24	33,3	59,8	93,1
N 6	127	254	381	+31	+32	+32	32,5	64,9	97,4
M 3	98	184	282	+01	-4	-31	25,1	47,0	72,1
M 6	124	186	310	+28	-3	+7	31,8	47,5	79,3
B T	79	138	217				20,2	35,3	55,5
NG 6	126	232	358	+59	+68	+65	32,2	59,3	91,5
NG 9	154	228	382	+95	+65	+76	39,4	58,3	97,7
C T	98	162	250				25,1	41,5	66,6
N 6	114	186	300	+16	+15	+20	29,2	47,6	76,8
M 3	122	153	275	+24	-6	+10	31,2	39,2	70,4
M 6	130	171	301	+32	+16	+20	33,3	43,8	77,1
D T	76	74	150				38,8	37,8	76,6
N 3	147	112	259	+93	+51	+73	75,3	57,2	132,5
N 6	103	121	224	+36	+64	+49	53,0	61,8	114,8
M 3	62	75	137	-19	+1	-9	31,7	38,3	69,0
M 6	106	93	199	+39	+26	+33	54,3	47,5	101,8
E T	92	85	177				47,1	43,5	90,6
NG 6	100	80	180	+9	-6	+2	51,2	41,2	92,1
NG 9	80	81	161	-13	-5	-9	41,2	41,5	82,4
F T	147	115	262				29,5	23,1	52,6
N 6	165	60	225	+12	-48	-14	33,0	12	45,0
M 3	177	72	249	+20	-37	-5	35,4	14,4	49,8
M 6	165	74	239	+11	-36	-9	33	14,8	47,8
T	144	105	249				29,9	20,5	50,4
NG 6	206	156	362	+42	+49	+45	41,2	31,3	72,5
NG 9	198	144	342	+37	+37	+37	39,2	28,9	68,1

d'une très faible proportion (moins de 2 p. cent) en début de production.

Dans l'essai F, la récolte a été effectuée en une seule fois. Les petits calibres n'ont pas été pris en considération. Seule la production de 1972 fut examinée.

Les résultats sont donnés dans le tableau 4.

Pour l'essai A, dans toutes les parcelles traitées le calibre pondéré est supérieur à celui du témoin aussi bien en 1972 qu'en 1973, mais les écarts sont peu importants, excepté dans la parcelle prophos 6 g. Ce résultat ne se retrouve pas dans le même traitement de l'essai C où le calibre pondéré est en 1973 nettement inférieur à celui du témoin après n'avoir été que légèrement supérieur en 1972.

Le phénamiphos donne des résultats plus constants. Le calibre des fruits est toujours supérieur à celui des témoins mais les écarts sont faibles en général.

Dans l'essai F, il n'y a aucune différence ni entre traitements, ni avec les témoins.

Avec le DBCP les résultats sont contradictoires, les écarts avec les témoins étant négatifs dans certains cas, positifs dans d'autres.

La grosseur des fruits étant souvent inversement liée à la production de l'arbre, les traitements nématicides auraient donc eu des effets bénéfiques sur la taille des fruits puisque le calibre pondéré est de façon générale en augmentation malgré un accroissement souvent très important de la production.

Mais cela ne peut être affirmé avec rigueur par suite du manque de constance des résultats. De plus, les écarts sont souvent assez faibles et non significatifs. Des observations plus nombreuses seraient nécessaires.

On remarquera que pratiquement dans toutes les parcelles le calibre est en augmentation de la récolte 1972 à celle de 1973, malgré un accroissement très important de production. Cela est la conséquence des conditions climatiques particulièrement favorables de l'année 1973.

- Précocité.

La précocité peut être exprimée par le pourcentage de la récolte des deux premières cueillettes par rapport à la production totale.

Ce critère ne fait pas apparaître, sauf cas isolés l'une ou l'autre année, de différences significatives entre parcelles

TABLEAU 4 - Calibrage pondéré des fruits.

Essais	récolte 1972			récolte 1973		
	p. cent de fruits calibrés	poids récolté par arbre kg	calibre «pondéré»	p. cent de fruits calibrés	poids récolté par arbre kg	calibre «pondéré»
ESSAI A						
témoin	74	97	5,2	99	192	5,4
phénamiphos 3 g	78	130	5,7	96	234	5,9
phénamiphos 6 g	72	127	5,5	96	254	5,5
prophos 3 g	77	98	5,4	99	184	5,6
prophos 6 g	73	124	6,1	98	186	6,5
ESSAI B						
témoin	78	79	4,6	97	138	6,3
DBCP 6 g	77	126	4,7	98	232	5,6
DBCP 9 g	73	154	5,5	98	228	5,7
ESSAI C						
témoin	72	98	5,1	98	162	6,1
phénamiphos 6 g	73	114	5,8	97	186	6,5
prophos 3 g	76	122	5,4	97	153	4,8
prophos 6 g	73	130	5,2	97	171	4,8
ESSAI F						
témoin	100	147	6,6			
phénamiphos 6 g	100	165	6,6			
prophos 3 g	100	177	6,6			
prophos 6 g	100	165	6,6			
témoin	100	144	6,2			
DBCP 6 g	100	206	6,3			
DBCP 9 g	100	198	6,4			

traitées et témoin.

Ces variations ne sont pas dues aux traitements nématicides. Les attaques de nématodés sont sans effet sur la précocité de la récolte.

- Qualité gustative.

Des tests gustatifs de la production de l'essai A ont été effectués en 1972 et surtout en 1973.

Certaines appréciations sont en faveur des fruits provenant des parcelles phénamiphos, d'autres au contraire en faveur de ceux des témoins. Les résultats s'équilibrent sensiblement et on peut estimer que ce nématicide n'apporte aucune modification de la saveur des fruits. Il en est de même pour le DBCP.

Avec le prophos comparé au témoin il a été obtenu :

pour la dose 6 g :

21 moins bons classements, dont 8 très nets
8 meilleurs classements, dont 3 très nets

pour la dose 3 g :

24 moins bons classements, dont 10 très nets
6 meilleurs classements, dont 3 très nets

Comparés entre eux les fruits des parcelles 3 g ont obtenu par rapport à la dose 6 g :

11 moins bons classements, dont 1 seulement très net
9 meilleurs classements, dont 5 très nets.

Il semblerait donc que dans cet essai le prophos à 3 g et surtout à 6 g diminue la qualité gustative des fruits.

Ce résultat, peu net, obtenu dans un seul essai n'est donné qu'à titre indicatif. Il ne faut pas lui attribuer plus de valeur qu'il n'en a. Des tests beaucoup plus nombreux devraient être effectués avant de pouvoir tirer une conclusion définitive.

Autres observations.

Un certain nombre d'analyses chimiques ont été réalisées sur des échantillons de feuilles. Comme il ne s'agit pas d'une étude systématique, l'interprétation des résultats doit se faire avec réserve.

Il ne sera en conséquence pas donné le détail des analyses mais simplement les tendances qui semblent s'en dégager.

- Dans toutes les parcelles traitées, l'alimentation en N, P, K, Cu, est toujours supérieure à celle du témoin correspondant. Les antagonismes N/P, N/K et P/Cu, n'ont donc pas joué.

- Le calcium et le magnésium ont des comportements variables. On peut penser que leur absorption a été favorisée par les traitements, mais freinée par l'ascension du potassium.

- Les applications de phénamiphos et prophos favoriseraient l'absorption du bore ; ce serait le contraire avec le

TABLEAU 5 - Valeur marchande de la production et plus-value à l'hectare

Essai et traitement	Valeur/ha de la récolte en dirhams		Plus-value due aux traitements		
	1972	1973	1972	1973	72+73
ESSAI A					
témoin	10.854	26.312	-	-	-
phénomiphos 3 g	15.761	33.669	4.907	7.357	12.264
phénomiphos 6 g	16.092	29.822	5.238	3.510	8.748
prophos 3 g	9.548	22.804	1.306	-3.508	- 2.202
prophos 6 g	15.518	29.717	4.664	3.405	8.069
ESSAI B					
témoin	8.094	15.758	-	-	-
DBCP 6 g	12.858	31.776	4.764	16.018	20.782
DBCP 9 g	18.186	31.781	10.092	16.023	26.115
ESSAI C					
témoin	9.329	22.429	-	-	-
phénomiphos 6 g	14.883	29.158	5.554	6.729	12.283
prophos 3 g	13.452	22.494	4.123	- 15	4.108
prophos 6 g	14.568	28.264	5.239	5.835	11.074
ESSAI F					
témoin	18.474		-		
phénomiphos 6 g	20.716		2.242		
prophos 3 g	21.650		3.176		
prophos 6 g	20.324		1.850		
témoin	17.592		-		
DBCP 6 g	25.228		7.636		
DBCP 9 g	24.945		7.353		

DBCP.

- Les résultats présentés font apparaître une augmentation de récolte et souvent un accroissement de la grosseur des fruits des parcelles traitées ; l'un et l'autre de ces éléments contribuent à augmenter la valeur de la production. Cette plus-value est-elle suffisante pour rentabiliser les frais de traitements ? Il n'est pas possible de répondre avec grande précision car certaines données sont mal connues et des plus variables souvent d'un verger à l'autre. Il est cependant possible de faire une estimation approchée en utilisant les bases suivantes.

En 1972, les prix d'achat à la production ont été de 0,82, 0,67 et 0,47 dirhams (1 dirham = 1 DH = 1,1 FF) respectivement pour les fruits de gros, moyen et petit calibres. Les fruits hors calibre ont été vendus localement, approximativement au prix moyen de 0,15 DH mais ces recettes incertaines ne sont pas prises en considération.

En 1973, la crise pétrolière entraîna des perturbations profondes dans la commercialisation par suite de la pénurie des moyens de transport. Il en résulta un effondrement des cours. Il est difficile dans cette situation particulière et anormale d'estimer la valeur marchande réelle de la récolte. Cette dernière étant réalisée dans le but très spécifique de comparaison de rentabilité des traitements, l'application des mêmes bases de calcul qu'en 1972 paraît valable et pratique, bien que ne correspondant pas à la réalité pure.

Le prix d'achat payé au producteur étant fonction du

calibre du fruit, la valeur marchande de la production n'a pu être calculée que dans les essais A, B et C où la récolte a été calibrée en 1972 et 1973, et F pour l'année 1972 seulement.

Les résultats sont donnés dans le tableau 5. Ces chiffres font apparaître l'accroissement considérable de la valeur de la production en 1973 par rapport à celle de 1972, conséquence certes de l'augmentation de rendement à l'hectare mais aussi celle du calibre.

En 1972, tous les traitements ont donné une plus-value parfois importante de la récolte des parcelles traitées par rapport aux témoins. C'est dans les parcelles recevant du DBCP qu'elle est la plus importante. Il en est de même en 1973. Les traitements au phénamiphos, bien qu'à un degré moindre, assurent également une plus-value importante. Dans les parcelles traitées au prophos, la valeur de la récolte est parfois supérieure, parfois inférieure à celle des témoins. Ces résultats sont à l'image de tous ceux présentés dans ce document, conséquence certaine du manque d'efficacité de la formulation utilisée dans certains de ces essais.

Ces plus-values compensent-elles la dépense supplémentaire engagée dans la culture par l'application des nématicides ? En d'autres termes, est-il rentable de lutter contre *Tylenchulus semipenetrans* ?

Le phénamiphos et le prophos sont maintenant fabriqués industriellement en vue de leur utilisation en culture bananière (VILARDEBO, 1972). Ni l'un ni l'autre n'étaient

vendus au Maroc en 1972-73, mais par rapprochement avec les prix pratiqués ailleurs on pouvait penser que le granulé à 10 p. cent de matière active aurait été vendu 10 dirhams (DH) le kg à cette époque. Considérant, d'après les résultats des études, que la dose de 3 g de matière active est suffisante, le coût de traitement d'un hectare ressort à 3.000 DH.

Le DBCP est un produit déjà ancien. Le prix de vente proposé du granulé à 20 p. cent de matière active était de 5,9 DH. Le coût hectare d'un traitement à la dose de 6 g/m² est donc de 1.770 DH.

Deux applications ayant été effectuées deux années consécutives, la dépense totale engagée est de :

- 6.000 DH pour les traitements prophos et phénamiphos
- 3.540 DH pour les traitements DBCP

Il suffit de consulter le tableau 5 pour voir que les traitements DBCP ont été d'une très grande rentabilité dans les essais considérés, que le phénamiphos a également été largement payant, qu'il n'en a pas été de même pour le prophos, mais on connaît les réserves à faire sur les résultats obtenus avec ce produit.

Les premières applications de nématicides ayant été réalisées en 1971, on peut penser que dès cette même année la production des arbres traités était déjà en augmentation. De plus l'examen des courbes de populations de nématodes au cours de l'année 1973 permet d'affirmer que l'état sanitaire resterait excellent pendant encore plusieurs mois et qu'en conséquence la production 1974 des parcelles traitées au DBCP ou au phénamiphos aurait été nettement supérieure à celle des témoins très probablement en forte régression par suite des très fortes infestations observées durant l'année 1973.

La rentabilité de la lutte contre *T. semipenetans*, déjà évidente pendant la seule période 1972-73 aurait été encore plus marquée si les observations de récolte avaient pu débuter en 1971 et être poursuivies en 1974.

Mais il faut aussi penser qu'une nouvelle application de nématicide aurait pu être nécessaire dès le printemps 1974. Un seul traitement effectué dans un verger déjà fortement assaini aurait eu sans doute une action aussi intense et d'aussi longue durée que les deux premiers réalisés dans ces études. Avec une dépense deux fois moindre la rentabilité de la lutte entreprise aurait été accrue.

DISCUSSION ET CONCLUSION

N'ayant pu être réalisés dans le cadre d'une station de recherches agronomiques, ces essais ont été mis en place dans un verger d'exploitation privée. De ce fait, malgré toute la bonne volonté du producteur astreint à assurer le maintien de conditions de production, certaines observations souhaitables sur le plan scientifique n'ont pu être effectuées.

Au moment de la récolte notamment, qui devait se faire conformément aux instructions de l'Office d'Exportation, toutes les pesées et mensurations prévues n'ont pu être effectuées dans la totalité des essais. Mais c'est avec toute la

rigueur voulue que les observations, dont les résultats sont donnés dans ce texte, ont été réalisées. On déplore seulement qu'elles n'aient pu être plus abondantes.

L'absence sur place d'un nématologiste et de l'équipement nécessaire aux extractions de nématodes n'a pas non plus permis la réalisation de dénombrements de populations d'un nombre plus élevé et avec la régularité souhaitée. C'est ainsi notamment que les comptages à partir des prélèvements racinaires ne purent être réalisés qu'à chacun des déplacements au Maroc du nématologiste de l'IFAC. Ici encore, si les résultats présentés ont été obtenus avec la rigueur souhaitée, on regrettera à nouveau qu'ils n'aient pas été plus abondants et réguliers.

Quoi qu'il en soit, le but recherché a été atteint. Les traitements appliqués étaient destinés à réduire au maximum les infestations afin de permettre la comparaison d'arbres sains et attaqués par *Tylenchulus semipenetans*.

Ces essais ont apporté certaines informations sur l'intensité d'action des trois nématicides étudiés aux deux doses appliquées, mais cela ne constitue qu'une approche. Trop de données de base manquent encore pour que l'étude des meilleures conditions d'utilisation de ces composés puisse être entreprise rationnellement. Mais auparavant, ne fallait-il pas connaître l'importance des pertes occasionnées par les attaques de ce nématode ? où ce qui revient sensiblement au même, connaître le maximum d'amélioration que pouvait apporter une lutte efficace ?

Établi sur deux récoltes seulement, l'accroissement de production a atteint 32, 76, 20, 73 p. cent dans les meilleures parcelles de chacun des essais A, B, C, D de la région d'Azemmour, 45 p. cent dans l'essai F, tandis que dans l'essai E et certaines parcelles de l'essai F, le résultat est légèrement négatif. Il ne fait alors pas de doute que la lutte contre *Tylenchulus semipenetans* serait infiniment souhaitable.

Par comparaison avec ces résultats, il est possible d'indiquer que les chercheurs américains, dans les conditions de la Floride, la Californie ou l'Arizona, obtiennent des accroissements ne dépassant pas 38 p. cent (O'BANNON et REYNOLDS, 1963 - TARJAN et O'BANNON, 1974), mais avec les essais effectués dans les pays du Bassin méditerranéen, PERROTTA et SALERNO (1967) obtiennent en Sicile un accroissement de production de 39 p. cent la quatrième année. Le record a été obtenu en Egypte par OTEIFA, SHAFIEE et EISSA (1965), avec 134 p. cent d'accroissement de production. Les résultats obtenus au Maroc n'ont donc rien de surprenant et indiquent bien que là comme ailleurs, la lutte contre *T. semipenetans* devrait être entreprise activement.

D'après les chiffres d'accroissement de récolte, il ne semble pas que les infestations des vergers du Maroc soient plus importantes que celles de la plupart des autres pays de production agrumicole comme les chiffres de comptage de populations pourraient le faire croire. Les différences proviennent d'une technique plus adaptée au problème considéré donnant un taux d'extraction plus élevé de l'espèce intéressée.

Peut-on tirer quelques indications de la valeur respective des trois nématicides expérimentés ?

Les études faites ailleurs avec le DBCP, aux doses allant de 50 à 90 kg/ha, appliqué en formulation liquide en mélange avec l'eau d'irrigation, indiquent qu'une mortalité de plus de 90 p. cent est fréquemment obtenue peu après le traitement. Les résultats dans ces essais n'ont pas été aussi nets. Cela pourrait s'expliquer par le fait que ce composé a été utilisé en granulés épandus sur le sol sans incorporation. Une irrigation par aspersion ou par cuvettes a entraîné le nématicide en profondeur, mais cette incorporation ne peut être aussi complète qu'avec la formulation liquide.

De plus, il ne fait pas de doute que par volatilisation dans l'air de matière active libérée par les granulés restés en surface il y a eu des pertes. Par contre, à l'inverse du concentré émulsionnable, il ne semble pas que ces traitements au DBCP même celui à haute dose aient eu des effets phytotoxiques, à moins qu'ils n'aient été complètement estompés par les effets de l'assainissement du système racinaire.

La libération de la matière active répartie dans le temps et aussi probablement l'absence d'adjuvants toujours plus ou moins toxiques peuvent aussi être la raison de cette absence de phytotoxicité nettement mise en évidence dans certaines études (TARJAN et O'BANNON, 1974).

Dans l'essai B, où les conditions sont très favorables au développement du nématode, les effets du traitement ont été de durée relativement courte. Moins d'un an après la seconde application, les populations s'accroissent rapidement, après n'avoir jamais été très faibles. Dans les deux autres études (E et F) les résultats par comparaison sont bien meilleurs. Cela indique-t-il l'existence d'une relation avec un facteur intrinsèque de la population, telle une forme d'infestation potentielle inconnue prenant plus d'importance relative quand les conditions sont particulièrement favorables au développement du nématode comme c'est le cas dans les essais A, B, C ?

Les résultats des études de la nématose du bananier due à *Radopholus similis* incitent à cette hypothèse, mais cette dernière n'a pu être mise en évidence de façon certaine. Les chutes de populations après un traitement, telles qu'elles sont indiquées par les techniques habituelles d'extraction, ne seraient que l'information fragmentaire de l'action des nématicides sur les formes que l'on sait observer, et les remontées parfois rapides et importantes seraient la conséquence du maintien de l'infestation potentielle non décelable.

En l'absence de plantes hôtes ou par des traitements nématicides répétés, les formes observables régressent au point parfois de n'être plus décelées. Subséquemment, la forme non décelable de l'infestation potentielle régresse également mais cela demande beaucoup plus de temps. L'évolution des populations, lorsqu'une plante hôte est à nouveau installée, n'est absolument plus la même. Le taux d'accroissement est considérablement ralenti. Le maintien d'une infestation au-dessous d'un niveau déterminé peut alors être obtenu soit avec des doses plus faibles de nématicides, soit par une fréquence réduite des applications.

Cela a été constaté en bananeraie dans la lutte contre *Radopholus similis*. En serait-il de même en verger de Citrus infestés par *Tylenchulus semipenetrans* ? La réduction plus marquée des populations à la suite de la seconde application de DBCP dans les études entreprises par O'BANNON et REYNOLDS (1967) semble l'indiquer.

Si cela se vérifiait la lutte contre *T. semipenetrans* irait en diminuant de prix jusqu'à atteindre un palier et deviendrait donc plus rentable qu'elle n'est apparue dans ces études réalisées au Maroc.

Les commentaires formulés sur l'action du DBCP s'appliquent également aux résultats obtenus avec le phénamiphos. La chute de populations n'est nette et importante que dans les terres peu infestées. L'efficacité de ce nématicide est sensiblement équivalente à celle du DBCP mais sa durée d'action semble plus prolongée. Peu de différences apparaissent entre les effets des deux doses. Il semble toutefois que 3 g/m² soit un minimum nécessaire.

BAINES et SMALL (1969) obtiennent 75 p. cent de mortalité de larves de *T. semipenetrans* deux mois après application de 2,25 g/m² de phénamiphos en formulation concentré émulsionnable. Mais au septième mois la population était remontée à 80 p. cent de son niveau initial.

Les meilleurs résultats obtenus dans ces essais du Maroc ne paraissent pas provenir de la dose utilisée légèrement plus élevée. Ils semblent liés à la formulation granulé qui met progressivement le produit à la disposition de la plante sans pertes importantes par volatilisation, la tension de vapeur de ce composé étant très faible.

Les résultats médiocres obtenus avec le prophos ne peuvent être imputés au produit lui-même. Ils proviennent d'une perte d'activité de la formulation au cours du stockage. Cet inconvénient apparu également en Afrique tropicale est éliminé dans les nouvelles formules mais il est regrettable que cet incident ne permette pas de comparer plus étroitement ce composé avec le phénamiphos et le DBCP. Toutefois, les données recueillies au début de ces études semblent confirmer la valeur du prophos mise en évidence dans d'autres études sur différentes cultures, notamment celle du bananier à savoir que son efficacité est excellente mais légèrement inférieure à celle du phénamiphos, ce qui peut être compensé par une légère augmentation de la dose, sans toutefois dépasser certaine limite afin d'éviter toute phytotoxicité.

Les observations sur la récolte et sa plus-value marchande, bien que calculée à partir de bases approchées et non réelles, montrent tout l'intérêt de la lutte contre *Tylenchulus semipenetrans*.

L'augmentation supérieure de la production, jointe à un coût par hectare inférieur, font que les traitements au DBCP paraissent les plus rentables. Mais ceux au phénamiphos sont également très intéressants. Cela bien entendu, d'après les résultats de ces essais, dans les conditions où ces nématicides ont été utilisés ; mais ces dernières établies empiriquement ne sont probablement pas les meilleures.

La période des applications peut avoir une grande influen-

ce sur l'efficacité des nématicides. Les conditions du sol, la température et l'humidité agissent sur la diffusion et la persistance du composé. Il ne fait pas de doute également que les effets des composés ne seront pas les mêmes selon la phase du cycle évolutif du nématode et de l'infestation au moment de leur application. En outre, la climatologie et les sols des différentes zones de production agrumicole du Maroc diffèrent beaucoup. Les résultats peuvent donc varier de l'une à l'autre.

Bien que l'on puisse affirmer dès à présent :

- que le nématode *Tylenchulus semipenetrans* occasionne au Maroc des pertes de production de 20 à 40 p. cent et plus,
- qu'une lutte rentable est possible, soit à l'aide de DBCP à la dose de 6 g/m², soit avec du phénamiphos ou du propfos à raison de 3 g/m²,
des études complémentaires aussi bien sur le ravageur lui-même que sur l'emploi des nématicides seraient à mettre en oeuvre afin de déterminer les traitements les plus efficaces et les plus rentables.

BIBLIOGRAPHIE

- BAINES (R.C.) et CLARKE (O.T.).
Citrus root nematode - Effect on young lemon and orange trees studied in inoculation tests under controlled conditions.
Calif. Agric., n°6, p. 9-13, 1952.
- BAINES (R.C.) et al.
Nematode control on bearing trees.
Calif. Citrog., 1958, vol. 43, n°9, p. 328-329.
- BAINES (R.C.) et al.
Effect of the Citrus nematode (*Tylenchulus semipenetrans*) on the growth, yield and chemical composition of Citrus trees.
C.R., Journées de Phytologie et de Phytopharmacie Circum-Méditerranéennes, 1965.
- BAINES (R.C.) et SMALL (R.H.).
Efficacy of some new compounds for control of the Citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans*, on established trees.
Proceed. First Intern. Citrus Symposium, 1969, vol. 2, p. 973-977.
- BEUGNON (M.) et VILARDEBO (A.).
Etude comparée des nématicides DBCP, propfos et phénamiphos à Madagascar.
Fruits, 1974, vol. 29, n°12, p. 785-789.
- BROOKS (T.L.) et PERRY (V.G.).
Pathogenicity of *Pratylenchus brachyurus* to Citrus.
Pl. Dis. Repr., 1967, vol. 51, n°7, p. 569-573.
- COHN (E.), FEDER (W.A.) et MORDECHAI (M.).
The growth response of Citrus to nematocidal treatments.
Israel J. Agric. Res., 1968, vol. 18, n°1, p. 19-24.
- COHN (E.) et MINZ (G.).
Application of nematocides in established orchard for controlling the Citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans*.
Cobb. Phytopath. Medit., 1965, vol. 4, n°1, p. 17-20.
- O'BANNON (J.H.) et REYNOLDS (H.W.).
Response of Navel orange trees to a postplanting application of DBCP for control of the Citrus nematode.
Pl. Dis. Repr., 1963, vol. 47, n°5, p. 401-404.
- O'BANNON (J.H.) et REYNOLDS (H.W.).
The effects of chemical treatment on *Tylenchulus semipenetrans* and Citrus tree response during eight years.
Nematologica, 1967, vol. 13, n°1, p. 131-136.
- O'BANNON (J.H.) et TARJAN (A.C.).
Increasing yield of Florida Citrus through chemical control of the Citrus nematode, *Tylenchulus semipenetrans*.
Int. Citrus Symposium Ist., 1969, vol. 2, p. 991-998.
- O'BANNON (J.H.) et TOMERLIN (A.T.).
Citrus tree decline caused by *Pratylenchus coffeae* ZIMMERMAN.
J. of Nematology, 1973, vol. 5, n°4, p. 311-316.
- OTEIFA (B.A.), SHAFIEE (F.A.) et EISSA (F.M.).
Efficacy of DBCP flood irrigation in established Citrus.
Pl. Dis. Repr., 1965, vol. 49, n°7, p. 598-599.
- OTEIFA (B.A.) et SHAARAWI (A.T.).
Observation on the Citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans* COBB. in United Arab Republic.
Nematologica, 1962, vol. 8, n°4, p. 267-271.
- OTEIFA (B.A.).
Citrus nematode pests of Egypt.
C.R. Journées de Phytologie et Phytopharmacie Circum-Méditerranéennes, Marseille, Imprimerie Rulliere Libeccio Ed., 1965, p. 69-73.
- PERROTTA (G.) et SALERNO (M.).
Risultati di lotta contro *Tylenchulus semipenetrans* COBB., nematoda parassita degli agrumi, a mezzo di DBCP
Giornale Fitopatologiche, Bologna, *Atti del Convegno*, 1967, p. 407-411.
- REYNOLDS (H.W.) et O'BANNON (J.H.).
The Citrus nematode and its control on living Citrus in Arizona.
Pl. Dis. Repr., 1958, vol. 42, p. 1288-1292.
- REYNOLDS (H.W.) et O'BANNON (J.H.).
Decline of grapefruit trees in relation to Citrus nematode populations and tree recovery after chemical treatment.
Phytopath., 1963, vol. 53, n°9, p. 1011-1015.
- TARJAN (A.C.) et O'BANNON (J.H.).
Postplant fumigation with DBCP for Citrus nematode control in Florida.
J. of Nematology, 1974, vol. 6, n°1, p. 41-48.
- VAN GUNDY (S.D.).
The pathogenicity of *Hemicyclophora arenaria* on Citrus.
Phytopath., 1958, vol. 48, n°8, p. 399.
- VILARDEBO (A.).
Les nématicides parasites des agrumes au Maroc.
Al Awamia, 1962, n°2, p. 149-151.
- VILARDEBO (A.).
Etudes sur *Tylenchulus semipenetrans* COBB. au Maroc.
I.- Observations sur le degré d'infestation des vergers.
Al Awamia, n°8, p. 1-23, 1963.
- VILARDEBO (A.).
Etudes sur *Tylenchulus semipenetrans* COBB. au Maroc.
II.- Observations biologiques et écologiques.
Al Awamia, 1964, n°11, p. 31-49.
- VILARDEBO (A.).
Nematocides in tropical and subtropical crops.
Proc. 7th British Insecticide and Fungicide Conference, Brighton 1973, vol. 3, p. 963-976.