

ETUDE SUR LES NEMATODES PARASITES DES AGRUMES AU MAROC*

A. VILARDEBO **

Cette étude s'est poursuivie du 20 juillet au 30 novembre 1961 et du 20 mars au 30 mai 1962.

Les résultats des travaux accomplis pendant ces séjours au Maroc ont fait l'objet de rapports séparés ; ils feront l'objet de publications dans les prochains numéros d'Al Awamia.

Cette note n'est donc qu'un condensé où figure l'ensemble des connaissances acquises.

Nématodes présents dans les vergers d'agrumes du Maroc

Quelque 20 à 25 espèces différentes ont été rencontrées dans la terre située au niveau du système racinaire. *Radopholus similis* responsable du « spreading decline » en Floride n'a jamais été rencontré. Cette espèce peut donc être considérée comme absente du Maroc (et sans doute du Bassin méditerranéen). *Tylenchulus semipenetrans* a été trouvé dans toutes les régions, et dans tous les vergers visités ; sa présence n'a toutefois pu être décelée dans quelques échantillons en provenance de Sidi Slimane et du Souss.

A diverses reprises, nous avons observé des nématodes du genre *Pratylenchus*, endoparasites stricts, mais leur présence dans les racines n'a jamais pu être constatée. Ces *Pratylenchus* ne parasiteraient donc pas les racines d'agrumes.

Les autres espèces, présentes dans les terres des vergers, appartiennent toutes à la catégorie des ectoparasites. Leur parasitisme sur agrume ne peut donc être certifié qu'après expérimentation. Ce travail est actuellement en cours.

De toutes les espèces rencontrées, seul *Tylenchulus semipenetrans* est reconnu comme étant un parasite sérieux des agrumes. C'est donc à

* Mission IFAC, auprès de l'Institut national de la recherche agronomique, Rabat.

** Chef du service Nématologie, Institut français de recherches fruitières Outre-Mer. Al Awamia, 7. pp. 57-69, avril 1963.

cette espèce que se rapportent les résultats d'étude mentionnés dans la suite de ce texte.

Infestation par *T. semipenetrans*

Infestation des vergers et des pépinières

Région du Gharb

Dans l'ensemble, sols fortement limoneux (dess et tirs), extrêmement compacts, très peu perméables.

Hivers pluvieux et moyennement froids, étés chauds et secs.

Les infestations sont très variables dans la région environnante de Mechra Bel Ksiri, atteignant parfois un degré de gravité très élevé. Faibles attaques dans la zone de Souk el Tleta et Souk Jemâa.

A Sidi Slimane, les populations dénombrées sont extrêmement faibles, voire même nulles.

Région de Kénitra - Rabat - Azemmour

Zone littorale où les vergers sont souvent situés sur les sables du cordon dunaire.

A Kénitra, certains vergers sont installés sur des sables rouges beaucoup plus grossiers.

Hivers pluvieux et peu froids, étés secs moyennement chauds.

Dans toute cette région, les infestations sont assez fortes, excepté dans les vergers installés sur les sables rouges grossiers du nord de Kénitra.

Région de Beni Mellal

Terre franche, de très bonne texture physique.

Les hivers y sont froids et les étés chauds.

Le barrage de Bin-El-Ouidane permet des irrigations abondantes.

Grâce aux conditions agronomiques très bonnes, les arbres prennent un très beau développement malgré les attaques sérieuses de *T. semipenetrans*.

Région de Marrakech

Sols souvent dégradés, compacts, avec une très mauvaise perméabilité.

Hivers doux, étés très chauds, grande sécheresse toute l'année.

Les infestations observées sont très faibles dans l'ensemble, excepté dans deux vergers (parmi ceux visités). Dans l'un d'eux, la population de larves, au litre de sol, atteint le chiffre record de 400 000.

Région du Souss

Sols variables, en général limoneux, assez compacts, sablonneux par localités.
Étés très chauds, hivers peu marqués.

Les infestations sont très faibles dans l'ensemble de la région. Dans certains cas même, le parasite n'a pu être trouvé.

Région de Larache

Sols sablonneux, à texture assez grossière.
Hivers pluvieux, tempérés, étés peu chauds.

Infestations faibles dans l'ensemble des vergers de ce secteur.

Région de Berkane

Sols lourds, compacts.
Hivers pluvieux, assez froids, étés chauds.

Infestations faibles dans les quelques secteurs visités.

Toutes les pépinières sont infestées par *T. semipenetrans*. Tout nouveau verger se trouve donc infesté dès le départ.

Zones d'application des traitements

Les observations faites au cours de cette prospection des zones agricoles du Maroc conduisent à dire que :

- a. des traitements nématicides de lutte permettraient une amélioration de la production
 - dans l'ensemble des vergers installés dans la zone littorale maritime, de Kénitra à Azemmour ;
 - dans la plupart de ceux de la région de Mechra Bel Ksiri ;
 - dans une grande majorité de ceux des environs de Meknès et de Fès ;
 - et, probablement, dans les vergers de la région du Tadla (Beni Mellal) quoique leur aspect soit déjà assez beau.
- b. ces traitements sont inutiles, à quelques exceptions près
 - à Sidi Slimane,
 - à Larache,
 - dans la zone orientale,
 - dans le Haouz,
 - dans le Souss.

Observations biologiques sur *T. semipenetrans*

Facteurs agissant sur le développement de *T. semipenetrans*

a. *Structure du sol*

De fortes populations (plus de 100 000 larves au litre de sol) ont été rencontrées dans tous les types de sol : sables du cordon dunaire, sols limoneux du Gharb, terres franches de Meknès et de Beni Mellal, sols dégradés de Marrakech, excepté dans les sables à structure très grossière comme ceux de Larache et de certains secteurs au nord de Kénitra.

On peut donc déclarer que la structure du sol est sans action sur le développement des populations de *T. semipenetrans*.

b. *Facteurs température et humidité*

Température. En aucune région, les fortes températures estivales ne jouent un rôle limitant. S'il en était ainsi, il n'aurait pas été possible de rencontrer les cas de fortes populations déjà signalés, ni dans le Souss, ni à Marrakech, ni à Beni Mellal où les maxima journaliers de température sont fréquemment supérieurs à 40°.

Cela s'explique par le fait que sous la frondaison des arbres — là où se trouvent les radicelles, donc là où se développent les nématodes — la température du sol est très inférieure à celle des zones directement exposées à l'insolation. En mai 1962, par temps de « chergui », à Rabat, le maximum de température a été de 19° sous l'arbre, contre 35° en sol nu. Sous abri, le thermomètre marquait 39°. Ces mesures indiquent que pratiquement la température à 15-20 cm de profondeur, sous l'arbre, échappe aux variations météorologiques au cours de la journée ; son évolution est donc régulière, elle est fonction de la température moyenne de la saison.

Ces observations expliquent pourquoi la température n'atteint jamais le seuil léthal et ne joue donc pas le rôle limitant que l'on pourrait penser. Néanmoins, son importance reste grande car elle règle l'activité du parasite.

Les relevés effectués indiquent qu'en hiver le sol est trop froid pour permettre au parasite d'avoir une activité quelconque. Cette dernière ne débutera que fin avril ou début mai, lorsque le sol se sera suffisamment réchauffé. Cette activité s'intensifiera au cours des mois d'été, à moins qu'elle ne soit annihilée par un degré trop faible de l'humidité du sol. Fin septembre, le nombre de larves présentes dans le sol passe par le maximum annuel, mais durant le mois de novembre, cette population

diminue rapidement. Pendant tout l'hiver, le froid rend inactifs les nématocides, mais ne les détruit pas. Les populations restent donc stationnaires.

Humidité. Son étude est extrêmement complexe et de ce fait, très difficile; il semble bien que la sécheresse des sols en été, malgré les irrigations, ralentit le développement des nématodes. Il semblerait notamment qu'elle stoppe l'éclosion des œufs, ce qui expliquerait la présence de ces amas observés à la fin de l'été.

Dans les régions à climat très sec (Haouz et Souss), la siccité du sol, presque permanente toute l'année, est probablement à l'origine des faibles populations trouvées dans l'ensemble de la région. Cette hypothèse est confirmée par le cas particulier d'un carré d'orangers où une culture de bersim a été entreprise pour protéger et améliorer le sol; cette légumineuse a nécessité des irrigations fréquentes qui ont maintenu dans le sol une humidité bien supérieure à la moyenne. Dans ce carré, plus de 100 000 larves ont été dénombrées au litre de terre. On suppose que cette forte population n'a pu s'établir que grâce au degré d'humidité plus élevé maintenu dans ce carré.

c. Facteur pH

Les cas de très fortes populations, comme ceux de faibles populations, ont été trouvés dans des sols dont le pH varie de 7,4 à 8,2. Ceci indiquerait que, entre ces deux valeurs, le pH est sans action sur le taux de population de *T. semipenetrans*.

Evolution des attaques au cours de l'année

L'ensemble des observations biologiques effectuées permet, maintenant, d'avoir une idée assez précise de l'évolution de l'attaque au cours de l'année.

Les températures du sol inférieures à 15° en hiver, sans tuer le parasite, ne lui permettent aucune activité. Pendant toute cette période, il n'y a donc aucune attaque.

Les larves, présentes dans le sol, reprennent leur activité au printemps, dès que la terre s'échauffe. Les mesures effectuées indiquent que cet échauffement est suffisant à partir du mois de mai. C'est donc à cette date que commencent les attaques. Dès ce moment, il est en effet possible d'observer de jeunes femelles non encore mures nouvellement fixées sur les racines.

A partir de l'instant où ces premières femelles vont commencer à pondre, la population de larves dans le sol va augmenter sans cesse. Les

attaques seront de plus en plus intenses, à moins que les conditions d'humidité ne deviennent trop défavorables. En septembre, l'attaque des arbres atteint son point culminant. Les racines sont alors littéralement enrobées d'un fourreau formé de femelles entourées du mucilage qu'elles ont secrété ; c'est dans celui-ci que sont incluses des masses considérables d'œufs dont l'éclosion simultanée engendre alors les fortes populations révélées par les comptages effectués en octobre. Ces larves représentent théoriquement un potentiel d'attaque considérable, mais en fait une très forte mortalité intervient et seule une faible proportion se fixera sur les racines, tandis qu'une autre restera immobilisée par le froid dans le sol. Cette situation restera stationnaire pendant tout l'hiver. Le nouveau système racinaire, qui se développe en novembre à la suite de la dernière poussée végétative de l'année, sera donc à l'abri de toute attaque jusqu'en mai, tout comme les nouvelles racines de la croissance de printemps ; les unes et les autres ne commenceront à perdre leur vitalité qu'au cours de l'été. Par contre, les racines qui se développent en août sont immédiatement parasitées ; ce sont celles dont la vie fonctionnelle est la plus courte.

Détermination de l'époque de traitement

Dans l'ensemble du Maroc, excepté les zones agrumicoles de Marrakech et du Souss, on évitera d'effectuer des traitements à l'automne, car à cette époque :

- le nombre de femelles fixées sur les racines et protégées par une gangue terreuse est élevé ;
- la proportion d'œufs est très forte ;
- la population de larves présentes dans le sol passe par le maximum annuel.

Par contre, au printemps, la situation est totalement inversée et convient très bien aux traitements de lutte.

Parmi les traitements nématicides, seul le D. B. C. P., que les arbres supportent très bien, donne de bons résultats. Ce produit n'a sa pleine efficacité que lorsque la température du sol est supérieure à 18-20° C, mais il ne faut pas non plus qu'elle soit trop élevée, car ce composé serait éliminé du sol sans avoir eu le temps d'agir.

Les traitements de lutte se feront donc au printemps, à partir d'avril et surtout en mai.

A cette époque là, « seguias » et cuvettes ont déjà été aménagées pour recevoir la première irrigation. C'est donc par simple incorporation du produit à l'eau d'irrigation que se fera l'application du nématicide.

Le mois de mai est donc la date recommandée pour l'exécution des traitements de lutte contre *Tylenchulus semipenetrans*, nématode parasite des agrumes.

Expérimentation de traitements de lutte contre *Tylenchulus semipenetrans*

Les premiers essais d'application de nématicides dans le sol ont été entrepris au Maroc en novembre 1961. On sait maintenant que cette époque de l'année n'est pas favorable, cependant ces essais permettront de tirer des renseignements importants qui faciliteront la mise en place de l'expérimentation future.

Certains de ces essais ont été entrepris dans le Gharb sur sols fortement limoneux, d'autres dans la zone sableuse d'Azemmour. Enfin, deux essais ont été mis en place dans les zones chaudes et sèches de Marrakech et du Souss.

Essais sur sol limoneux

Premier essai, à Mechra Bel Ksiri

Expérimentation entreprise en novembre 1961.

Doses : 25 et 50 cc de D.B.C.P. par arbre, soit 2,5 et 5 cc/m².

Arbres de 8 ans.

Incorporation du produit à l'eau d'irrigation.

Résultats des comptages de population dans le sol :

En août 1961, lors d'une première analyse d'un échantillon de sol, 81 000 *T. semipenetrans* avaient été dénombrés au litre de terre. Les autres analyses effectuées dans les parcelles en expérimentation ont donné les résultats suivants :

COMPTAGES	TÉMOIN	TRAITEMENT (25 cc)	TÉMOIN	TRAITEMENT (50 cc)	TÉMOIN
Avant traitement 16.11.61		38 800		26 325	
Après traitement 2.5.62	35 525	7 040	23 900	4 380	19 750

Ces chiffres font apparaître une nette différence entre parcelles traitées et parcelles témoins, mais ces résultats doivent être considérés comme insuffisants.

Deuxième essai, à Mechra Bel Ksiri

Expérimentation entreprise le 29.11.61.

Doses : 50 et 100 cc de D.B.C.P. par arbre, soit 5 et 10 cc/m².

Arbres de 25 ans.

Incorporation du produit à l'eau d'irrigation.

Résultats des comptages de population dans le sol :

Avant traitement, le 16.11.61, on comptait 109 000 nématodes au litre de terre pour l'ensemble des parcelles de l'essai. Après traitement on enregistrait les résultats suivants :

COMPTAGES	TRAITEMENT (100 cc)	TÉMOIN	TRAITEMENT (50 cc)	TÉMOIN
Après traitement 2.5.62	1 375	32 700	17 935	18 380

Seule la dose de 100 cc de D.B.C.P. par arbre a réduit la population de nématodes dans des proportions intéressantes.

Essais en sol sableux*Troisième essai, à Rabat*

Expérimentation entreprise le 22.11.61.

Doses : 25-50 et 100 cc de D.B.C.P. par arbre, soit 3 - 6 et 12 cc/m².

Incorporation du produit à l'eau d'irrigation.

Résultats des comptages de population dans le sol :

Avant traitement, le 25.6.61, on comptait 14 000 nématodes par litre de sol ; après traitement, on obtenait les chiffres suivants :

DATE DES COMPTAGES	TÉMOIN	TRAITEMENTS		TÉMOIN	TRAITEMENTS			TÉMOIN
		25 cc	25 cc		50 cc	50 cc	100 cc	
2.4.62	6 030	480	1 145	36 280	1 600	2 410	805	13 425
6.5.62		340	280		220		40	

Différences bien marquées entre parcelles témoins et parcelles traitées. Dans ces dernières, le nombre de larves au litre de sol est réellement tombé à un niveau très bas.

Quatrième essai, à Azemmour

Expérimentation entreprise le 24.11.61.

Dose : 100 cc de D.B.C.P. par arbre, soit 6,5 cc/m².

Incorporation du produit à l'eau d'irrigation.

Résultats des comptages de population dans le sol :

COMPTAGES	TRAITEMENT	TÉMOIN
Avant traitement 24.11.61	6 720	6 720
Après traitement 3.4.62	350	13 700
23.5.62	210	5 860

Essais en zone chaude et sèche*Cinquième essai, à Marrakech*

Expérimentation entreprise le 25.11.61.

Dose : 125 cc de D.B.C.P. par arbre, soit 5 cc/m².

Incorporation du produit à l'eau d'irrigation.

Conditions particulières : les arbres présentaient des symptômes avancés de stubborn.

Après traitement, le 4.4.62, on notait les résultats suivants :

Parcelle traitée 1 422

Parcelle témoin 109 000

Ce dernier chiffre paraissait anormal. Cette population ayant été dénombrée dans de la terre prélevée autour des racines d'arbres atteints de stubborn, on a supposé que cet état sanitaire avait permis une telle multiplication du parasite. De nouveaux prélèvements ont été effectués sur de la terre entourant les racines d'arbres en apparence sains. On a trouvé 100 300 et 140 280 *T. semipenetrans* dans chacun de ces échantillons, ces chiffres indiquent bien que le résultat initial était bien représentatif du degré d'infestation général du carré.

On mesure alors la très grande efficacité des traitements effectués dans ce carré.

Sixième essai, dans le Souss

Alors que les autres essais avaient été entrepris à l'automne 1961, ce dernier a été mis en place au printemps 1962.

Expérimentation entreprise le 18.4.62.

Dose : 100 litres de D.B.C.P./ha uniformément répandus sur toute la surface du sol, soit 100 cc au mètre carré.

Incorporation du produit à l'eau d'irrigation.

Résultats des comptages de population dans le sol :

COMPTAGES	ARBRES TRAITÉS		
	A	B	C
Avant traitement			
10.10.62	28 000		
18.4.62	81 400	133 600 183 600	158 000 92 000
Après traitement			
15.5.62	20	30 310 *	940

* En fait, 905 seulement étaient vivants, tous les autres morts.

L'efficacité très forte de ce traitement a été obtenue grâce à la dose déjà élevée de 10 cc de D.B.C.P. au mètre carré, mais aussi grâce aux très bonnes conditions d'exécution du traitement : température favorable du sol, bonne perméabilité, abondance de l'eau.

Autres essais

Courant mai 1962, d'autres essais ont été commencés, mais on ne possède encore aucun résultat les concernant. Ils ont été mis en place sur sols limoneux et comportent diverses doses appliquées avec des volumes d'eau différents.

Les conditions d'exécution de cette nouvelle série d'essais paraissent actuellement devoir être celles dans lesquelles les traitements de lutte devront être effectués dans la pratique. Ces essais doivent conduire à des résultats d'application immédiate.

Conclusion

Au printemps 1962, les premiers essais de traitement avaient à peine 6 mois d'âge. Ce laps de temps est beaucoup trop court, d'autant plus qu'il se situait en plein hiver, pour que les arbres puissent présenter une réaction quelconque et que des différences se manifestent entre plants traités et plants témoins. Ceci est la raison pour laquelle il n'a pu être fait mention en aucune manière d'observations sur le développement des arbres. Seuls, en conséquence, les comptages de populations de larves dans

le sol permettent actuellement de juger de l'efficacité des traitements nématicides des essais entrepris.

Les chiffres d'analyses indiquent que d'une manière générale il y a eu diminution du nombre de larves dans le sol à la suite des traitements. Cette diminution est particulièrement importante dans les deux essais en place à Marrakech et dans le Souss.

Une dose de 5 cc de D.B.C.P. semble être suffisante dans les conditions d'exécution de ces essais, tandis qu'elle est insuffisante dans les sables de la zone côtière et dans les sols limoneux du Gharb, tout au moins pour des applications faites au début de l'hiver. Pour avoir une certaine efficacité, dans ces dernières conditions, 7,5 cc au moins de D.B.C.P. au mètre carré doivent être appliqués.

Ces premières observations sont insuffisantes pour juger de la valeur exacte des traitements effectués. Des comptages ultérieurs de populations dans le sol ainsi que des observations sur le développement des arbres et surtout le contrôle de la protection sont encore nécessaires pour se faire une opinion exacte sur la valeur de chacun de ces traitements de lutte.

Manuscrit déposé le 30.11.62.

ملخص

استطاع المؤلف أثناء زيارته لحدائق كثيرة بالمغرب، ان يكشف أضراراً مختلفة من الديدان الخيطية على جنود الحمضيات. في هذه الحالة فإن طيلونشور لوس سومي بونوطران *Tylenchulus semipenetrans* وجد دائماً في جميع الحدائق تقريباً. ويفرز جميع المشاكل كلها حيث ينتج الاهتمام للتخريب.

وبعد أن درس المؤلف مفعول مختلف العوامل المخربة للارض، تأثير الحرارة والرطوبة ومنعور pH على جنس طيلونشور لوس سومي بونوطران، يحدد الفترة الأكثر ملائمة لمباشرة مكافحة علاجية (مائي) والانتجاع بنيماتيسيد *nematicides* د. ب. س. ب. D.B.C.P. وطريقة العلاج (مراج المترج مع ماء الراي).

أظهرت نتائج التجارب المباشرة تأثيرات مسببات التخريب لي د. ب. س. ب. على الديدان. في هذه الأثناء يجب ان تسوَجِد الاشغال التابع كى تحدد بدقة المقادير الحقيقية للمنتوج لانهم مختلف عناصر الارض، وكذلك مفعول العلاج على نمو الاشجار.

RÉSUMÉ

L'auteur, au cours de ses visites dans plusieurs vergers du Maroc, a pu déceler différentes espèces de nématodes au niveau des racines des agrumes. Cependant, seul *Tylenchulus semipenetrans* est toujours présent dans presque tous les vergers et infeste complètement toutes les pépinières, d'où l'intérêt de sa destruction.

Après avoir étudié les différents facteurs tels que la structure du sol, l'influence de la température et de l'humidité, l'action du pH, sur les populations de *Tylenchulus semipenetrans*, l'auteur détermine l'époque la plus favorable pour entreprendre une lutte curative (mai), le nématicide à utiliser (D.B.C.P.), et le mode de traitement (incorporation du produit à l'eau d'irrigation).

Les résultats des essais entrepris ont montré les effets destructifs du D.B.C.P. sur les larves, cependant, des travaux ultérieurs devront être effectués pour déterminer avec plus de précision les doses exactes du produit en fonction des différents types de sol, ainsi que les effets du traitement sur le développement des arbres.

RESUMEN

Durante sus visitas en varios vergeles de Marruecos, el autor pudo descubrir varias especies de nematodes cerca de las raíces de los agrios. Todavía sólo *Tylenchulus semipenetrans* se halla siempre en casi todos los vergeles e infesta completamente los viveros, pues es de gran interés enfocar su destrucción.

Después de haber estudiado la acción de los varios factores tal como la estructura del suelo, la influencia de la temperatura y de la humedad, la acción del pH, sobre las poblaciones de *Tylenchulus semipenetrans*, el autor determina la época más apropiada para emprender una lucha curativa (mayo), el nematocida que se debe utilizar (D.B.C.P.) y el procedimiento (incorporación del producto en el agua de irrigación).

Los resultados de los ensayos emprendidos mostrarán los efectos mortíferos de D.B.C.P. sobre las larvas, todavía ulteriores estudios deberán ser efectuados para determinar con más precisión las dosis exactas del producto en función de los diferentes tipos de suelos y los efectos del tratamiento sobre el crecimiento de los árboles.

SUMMARY

The author, during his visits in several orchards of Morocco, has noticed various species of nematodes close to the roots of citrus-trees. Only *Tylenchulus semipenetrans*, however, is always present in almost all the orchards and it quite infests the nurseries ; its destruction is consequently of great interest.

After studying the effects of the various environmental factors, such as soil structure, temperature and humidity, pH, upon the populations of *Tylenchulus semipenetrans*, the author determines the most adequate period to undertake a curative campaign (May), as well as the nematicide to use (D.B.C.P.), and the proper method of the treatment (adding the product to the irrigation water).

The results of the tests have shown the lethal effects of D.B.C.P. upon the larvae, however further studies might be effected to determine more precisely the exact amount of the product according to the various types of soil and its effects upon the growth of the trees.