ETUDE SUR *TYLENCHULUS SEMIPENETRANS* COBB AU MAROC *

Première partie

Observations sur le degré d'infestation des vergers

A. VILARDEBO **

SOMMAIRE

Les vergers marocains
— Répartition géographique
— Techniques culturales
Techniques de travail
Infestation des vergers
— Régions côtières
— Régions intérieures
— Régions du sud
Conclusion

Dans le cadre de la convention passée entre l'Institut national de la recherche agronomique et l'Institut français de recherches fruitières Outre-mer, une mission fut confiée à l'auteur pour étudier le problème des nématodes parasites des agrumes ***. Cette décision était prise après connaissance des résultats de l'examen d'échantillons de sol en provenance d'un verger dont la mauvaise croissance donnait quelque inquiétude. Ces analyses ont révélé, parmi d'autres espèces d'intérêt secondaire, la présence de *Tylenchulus semipenetrans,* agent reconnu du « Slow decline » des *Citrus.*

D'après les travaux américains, la croissance des *Citrus* fortement attaqués par ce parasite peut être de 40 à 50 % inférieure à celle des témoins indemnes. Des baisses de rendement et de qualité ont également

---

* Mission IFAC auprès de l'Institut national de la recherche agronomique, Rabat.
** Chef du service de Nématologie, Institut français de recherches fruitières Outre-mer.

*** Un exposé de l'ensemble des connaissances acquises au cours de cette mission (localisation de *Tylenchulus semipenetrans* au Maroc, traitement de lutte, etc.) est paru dans Al Awamia, **7**.

Al Awamia, **8**, pp. 1-23, juillet 1963.

été constatées. En Californie, après traitement, les tonnages récoltés ont été, dans certains cas, de 20 à 25 % plus élevés que dans les parcelles non traitées.

L'agrumiculture tient une place beaucoup trop importante dans l'économie agricole du Maroc pour qu'on ne se préoccupe pas de rechercher quelles peuvent être les incidences possibles de *Tylenchulus semipenetrans* sur la production des agrumes de ce pays. Cet objectif fut l'idée maîtresse qui orienta les travaux entrepris au cours de cette mission.

Il fallait tout d'abord connaître et déterminer l'intensité des attaques de ce nématode. Ce travail nécessitait la visite de toutes les régions de culture et, au sein de celles-ci, de tous les secteurs, tant la diversité des conditions de culture est grande d'un point à un autre, conséquence d'une gamme très étendue de types de sols et surtout d'une climatologie très différente d'une région à l'autre.

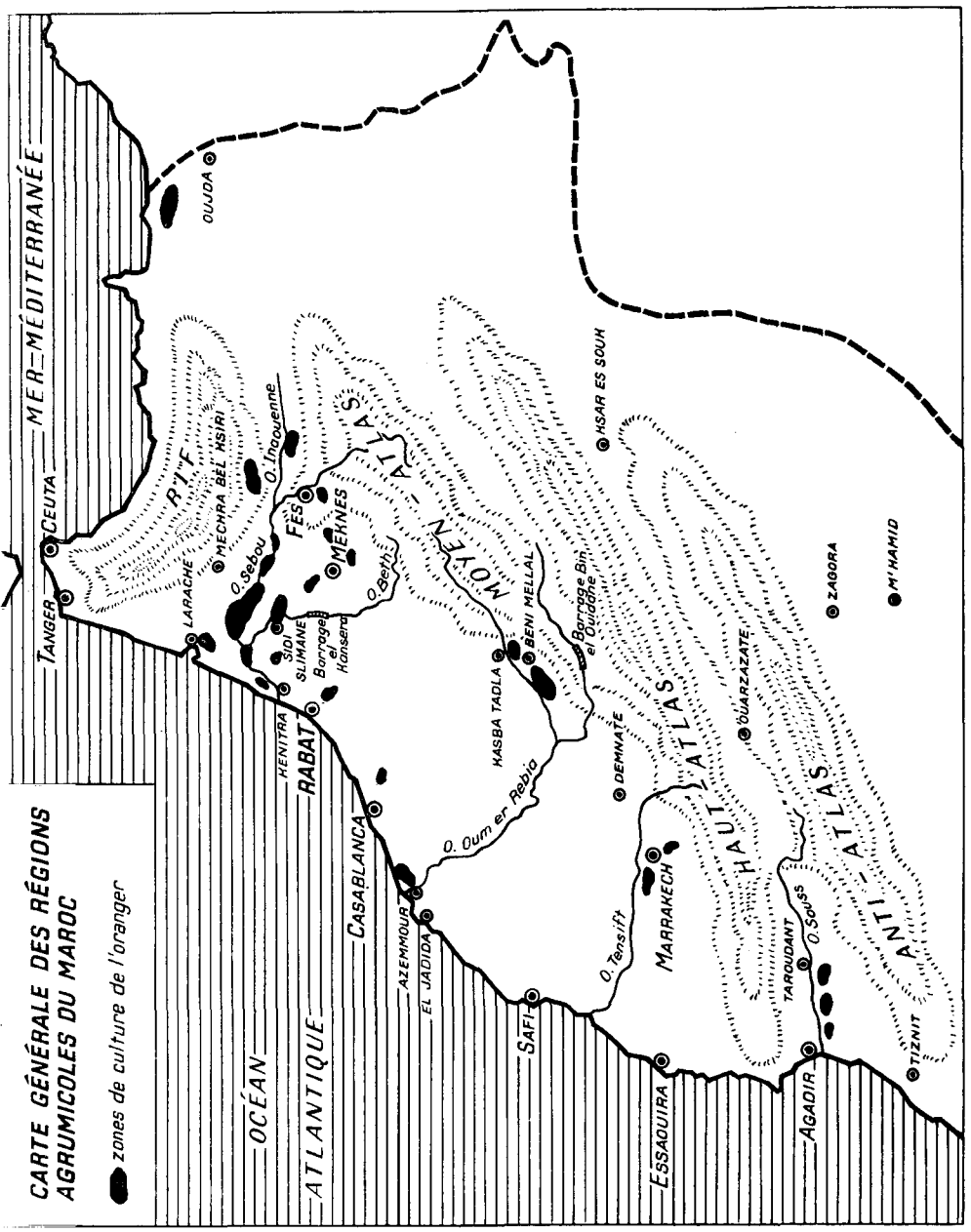
La présente publication traite de toutes les questions en relation directe avec le degré d'infestation des vergers. La situation géographique des différentes régions de culture, avec les types de sol que l'on y rencontre, et leurs caractéristiques climatiques sont mentionnées. Les conditions de culture, les variétés cultivées, les porte-greffes utilisés sont également indiqués. D'autre part les techniques de travail, les critères de détermination du degré d'infestation sont précisés et discutés. Les résultats de la prospection sont donnés ensuite, par région et par secteur.

Parallèlement à ces travaux, l'auteur a effectué des observations d'ordre biologique et écologique sur les relations pouvant exister entre le parasite *Tylenchulus semipenetrans* (évolution des attaques, variations dans l'importance des populations, etc.) et le milieu agronomique et climatologique. La synthèse de ces observations fera l'objet d'une autre publication faisant suite à celle-ci.

Ce travail a pu être mené à bonne fin grâce à l'aide de différents services de l'Institut national de la recherche agronomique. Les très nombreuses indications qui y ont été recueillies, ont permis un avancement assez rapide de ces travaux. Qu'ils reçoivent ici les sincères remerciements de l'auteur.

Nous tenons à remercier tout particulièrement Monsieur le Chef du Service de la protection des végétaux et ses Agents régionaux, lesquels ont bien voulu guider nos visites dans les vergers des différentes régions, parfois dans des conditions assez pénibles.

Enfin, nous adressons cette étude à toute la profession — associations et producteurs — en remerciement des renseignements fournis et du temps qu'ils nous ont consacré.


CARTE GÉNÉRALE DES RÉGIONS AGRUMICOLES DU MAROC
zones de culture de l'oranger
MER MÉDITERRANÉE
OCÉAN ATLANTIQUE
TANGER
CEUTA
LARACHE
MECHRA BEL KSIRI
O. Sebou
O. Inaouenne
FES
MEKNES
O. Beth
SIDI SLIMANE
Barrage el Kansera
KENITRA
RABAT
CASABLANCA
AZEMMOUR
EL JADIDA
SAFI
ESSAOUIRA
AGADIR
TIZNIT
TAROUDANT
O. Souss
MARRAKECH
O. Tensift
DEMNATE
KASBA TADLA
BENI MELLAL
Barrage Bin el Ouidane
O. Oum er Rebia
OUJDA
HSAR ES SOUK
ZAGORA
M'HAMID
OUARZAZATE
RIF
MOYEN-ATLAS
HAUT-ATLAS
ANTI-ATLAS

Les vergers marocains

A. Répartition géographique

La culture des *Citrus* s'est installée partout où l'irrigation était possible, que l'eau provienne d'un barrage ou qu'elle soit puisée par pompage, dans un oued ou dans la nappe phréatique. La dispersion des zones productrices est grande, cependant leur groupement peut se faire par zones climatiques.

1. *Zones à climat océanique*

Etés moyennement chauds, hivers doux et pluvieux.

a. La région du Gharb avec ses deux secteurs : l'un, le long du Sebou (depuis El Moghrane jusqu'en amont de Mechra Bel Ksiri), l'autre, entre Sidi Slimane et Sidi Kacem, dans le périmètre irrigué correspondant au barrage d'El Kansera.

b. Les vergers installés sur les sables des cordons dunaires dans les environs de Kénitra, Rabat et Azemmour.

2. *Zones à climat à tendance continentale*

Etés chauds, hivers froids et pluvieux.

a. Vallée de l'Ouergha, affluent du Sebou jusqu'en aval de Khémisset.

b. Plaine du Saïs à la porte de Fès.

c. Environs de Meknès le long des routes qui mènent à Sidi Kacem ou vers Fès.

d. Région du Tadla où les étés sont particulièrement chauds. Deux secteurs sont à distinguer : celui du périmètre irrigué par l'eau du barrage de Bin-El-Ouidane au sud de Beni Mellal, et celui compris entre ce centre urbain et Kasba Tadla où les conditions de culture sont nettement moins favorables.

3. *Zones à climat subdésertique*

Etés très chauds et hivers très doux, sécheresse tout au long de l'année.

a. Région du Haouz. Dans cette dépression, les orangeraies sont situées pour la plupart à l'ouest de Marrakech, à gauche et surtout à droite de la route menant à Essaouira, et sporadiquement jusqu'à l'oued Tensift.

La proximité de ce cours d'eau n'a pas été recherchée comme dans le Gharb, car il est à sec presque toute l'année et ne peut donc servir de point d'approvisionnement pour l'irrigation. Quelques orangeraies sont

localisées au sud de Marrakech, au pied du Haut Atlas (route du Tizi N'Test).

b. La région du Souss où l'on trouve des vergers depuis Inezgane jusqu'au-delà de Taroudant (du km 13 au km 75), mais avec deux points de groupement, celui des Oulad Teima (km 44) et de Taroudant (km 65).

B. Techniques culturales

1. *Système de culture*

Au Maroc, depuis déjà assez longtemps, la profession a suivi les progrès réalisés par l'agrumiculture américaine. Aussi les vergers sont-ils cultivés de façon rationnelle.

Les densités de plantation sont en général de 7 m × 7 m, soit 200 arbres à l'hectare, mais la tendance actuelle est de planter plus serré. Les intervalles entre les lignes d'arbres sont en général maintenus propres par le passage d'engins mécaniques. Un labour assez superficiel est habituellement effectué au printemps avant que les canaux d'amenée d'eau (séguias) et les ados des cuvettes d'irrigation ne soient établis. Ces pratiques conviennent à certaines régions mais ont, dans d'autres cas, de fâcheuses conséquences sur le sol, car elles favorisent sa dégradation et une certaine érosion. Une nouvelle pratique, appelée « non culture » qui a tendance à se développer, consiste à maintenir une couverture végétale qui évite l'insolation directe du sol, améliorant ainsi sa texture et sa perméabilité. Cette technique est presque toujours associée à un système d'irrigation par aspersion, toutefois l'irrigation sous cette forme est encore exceptionnelle. Dans la grande majorité des exploitations, l'eau est canalisée dans les « séguias » en terre jusqu'à la cuvette aménagée autour de l'arbre, le tronc ayant été protégé par une couronne de terre pour éviter le développement de la gommose parasitaire. A chaque irrigation, on amène l'eau dans ces cuvettes jusqu'à atteindre 10 à 15 cm de hauteur. La fréquence de ces apports dépend de la région.

2. *Variétés cultivées — Porte-greffe*

Les vergers marocains sont constitués presque exclusivement d'orangers. Les variétés Navel et Valencia late représentent environ 80 % de cette production ; les clémentines constituent pratiquement le reste.

Mais quelle que soit la variété cultivée, tous les arbres sont greffés sur bigaradier (*Citrus aurantium* L.) excepté quelques très rares cas où la lime M'Guergueb ou le Rough Lemon ont servi de porte-greffe.

Techniques de travail

Prélèvement de sol et de racines

Une série d'observations sur la répartition de *Tylenchulus semipenetrans* dans le sol a permis de constater que les plus fortes populations se trouvaient au niveau où les radicelles sont les plus nombreuses, c'est-à-dire :

— à une profondeur de 15 à 20 cm ;

— sous le couvert de l'arbre selon une couronne de 30 à 50 cm de large, située légèrement en retrait de l'aplomb de la frondaison.

C'est donc à 15 - 20 cm de profondeur, en un point de cette couronne, que tous les prélèvements de sol et de racines ont été effectués.

Dans un même carré, 5 à 6 prélèvements de terre, effectués autour d'arbres différents, ont été mis ensemble pour ne constituer qu'un seul échantillon.

Les échantillons ont été prélevés sans tenir compte d'une orientation particulière, les côtés dégarnis des arbres étaient cependant évités.

Dans les terrains sableux, ces prélèvements se faisaient sans difficulté. La couche supérieure du sol était raclée à l'aide d'une houe, une « carotte » de terre et de racines était prélevée au moyen d'une pelle à transplanter. Dans les terres lourdes, il fallait procéder de façon différente. La couche superficielle, dure, prise en masse, était cassée et dégagée ; la partie sous-jacente, encore trop dure pour que la pelle à transplantation puisse pénétrer, était encore travaillée à la houe, le prélèvement se faisait alors en choisissant les mottes qui laissaient apparaître des radicelles. Ce choix était obligatoire, si l'on ne voulait pas courir le risque d'avoir un prélèvement sans racines, le développement du système radiculaire étant très réduit dans ces sols compacts.

Conditions de prélèvement

Afin que les chiffres d'analyses soient comparables, il était nécessaire que les prélèvements soient tous effectués sous des arbres de même âge. Cela n'était malheureusement pas possible. Il a fallu adopter des limites assez larges qui étaient de 8 ans pour les arbres les plus jeunes et de 12 ans pour les plus âgés.

Les carrés observés n'étaient pas tous de même variété, mais le bigaradier en était toujours le porte-greffe.

Enfin, précisons encore que cette prospection s'est faite principalement d'août à fin octobre 1961, pendant une période sèche et chaude, les premières pluies de l'hiver 1961-62 n'ayant eu lieu que vers la fin novembre.

Au printemps 1962, les zones de Larache et du Maroc oriental ont été visitées à leur tour, tandis que d'autres analyses étaient faites dans les premiers secteurs, complètant ainsi les renseignements obtenus précédemment.

Extractions

Les extractions de populations de nématodes contenues dans le sol étaient faites au moyen des élutriateurs de Seinhorst.

Les extractions effectuées sur les sols légers n'ont présenté aucune difficulté, l'homogénéisation et la dispersion dans l'eau se faisaient aisément. Il en était tout autrement avec les sols argileux, lourds et compacts. Il fallait tout d'abord les humecter, sans excès, pour briser les mottes, les rendre friables et permettre ainsi l'homogénéisation de l'échantillon. Celui-ci était versé dans une cuvette, aspergé d'une certaine quantité d'eau, (des tests avaient permis d'établir le volume d'eau à ajouter en fonction du volume de terre), recouvert d'une feuille de matière plastique pour éviter toute évaporation et laissé ainsi jusqu'au lendemain. L'homogénéisation était alors possible. L'extraction se faisait à partir de 200 cm^3 de terre mais sa dispersion dans l'eau présentait encore quelques complications. Elle n'était obtenue que par agitations successives (de 3 à 5), coupées de périodes de repos de 15 minutes. La suite des opérations d'extraction avec les élutriateurs se poursuivait alors sans autre difficulté.

Estimation du degré d'infestation

Déceler la présence d'une espèce nématologique dans une culture est une opération aisée lorsqu'il s'agit d'un parasite notable, mais en estimer le degré d'infestation est, par contre, assez difficile.

Pour que cette estimation ait une valeur, il faut qu'elle se traduise en chiffres. Le degré d'estimation ainsi défini prend alors une valeur intrinsèque et devient un instrument de travail, car il permet des comparaisons valables pouvant faire l'objet d'analyses statistiques. Les études sur l'infestation comparée de différents champs, à une même date ou à plusieurs dates différentes, deviennent possibles, de même que celles sur les variations du degré d'infestation sous l'influence de divers facteurs, climatiques ou autres. Pour aboutir à cette estimation chiffrée, il faut partir d'observations chiffrables.

Partant du principe que l'infestation est fonction du nombre de parasites, l'observation la plus simple et apparemment la plus logique, semble être le comptage du nombre de nématodes par unité, quelle que soit celle-ci. En nématologie, on prendra en général le nombre d'individus par litre ou kilogramme de terre, par gramme ou centimètre linéaire de racine. Cela dépendra, à la fois du parasite et de la culture, mais aussi des possibilités de prélèvement des échantillons de sol ou de racines.

Dans le cas particulier de *Tylenchulus semipenetrans,* cet échantillonnage ne comporte pas de difficultés majeures. Une extraction classique du peuplement de nématode contenu dans le sol permettra de connaître l'importance de la population de larves et de mâles de *T. semipenetrans,* à l'exclusion de toutes femelles. L'estimation du nombre de celles-ci ne peut se faire que par l'examen direct des racines (après coloration) et comptage du nombre d'individus fixés en général par centimètre linéaire de radicelle.

Ces deux méthodes fournissent des renseignements différents, on peut alors se demander quelle est la valeur de chacune d'elle.

a. *Comptage des larves*

Cette observation a l'avantage de se faire par des techniques bien au point, faisant partie du travail de routine de tout laboratoire de nématologie. Pour un même échantillon, les résultats obtenus sont fidèles et indépendants de l'observateur.

Ce sont ces larves qui, après une dernière mue, deviendront les femelles fixées sur les racines. Du nombre de larves présentes dans le sol dépendra donc celui des femelles fixées sur les racines, d'où la relation possible entre la population de larves et les dommages causés. Mais cette proportion de larves devenant femelles n'est pas constante. Une étude préalable assez importante sur l'écologie du parasite à ses différents stades est donc nécessaire à la détermination de l'intensité des attaques futures, résultantes d'une population larvaire.

Mais l'inverse est plus aisé, le nombre de larves étant nécessairement en relation assez étroite avec le nombre des femelles leur ayant donné naissance. Si donc les comptages de larves dans le sol ne permettent que difficilement d'estimer l'intensité des attaques futures, ils fournissent cependant des précisions sur le taux d'infestation des racines au moment du prélèvement ou dans un passé immédiat (moins d'un mois).

Ces analyses sont donc déjà riches d'enseignements ; toutefois, leur interprétation correcte ne peut être faite que si l'on connaît parfaitement la courbe évolutive des populations larvaires au cours de l'année.

b. *Comptage des femelles fixées sur les racines*

Différentes études ont montré que l'alimentation des larves était sans effet dépressif sur le système radiculaire et que seules les femelles adultes étaient pathogènes ; les observations devraient logiquement porter directement sur ce stade. Toute la partie postérieure du corps des femelles étant à l'extérieur de la racine, leur présence est facilement décelée, mais il ne suffit pas de cette simple constatation pour définir le degré d'infestation ; le comptage du nombre d'individus par centimètre linéaire de radicelle est nécessaire. Une telle technique, utilisée par différents auteurs trouve toute sa valeur dans les études expérimentales en pot sur la résistance variétale de certains porte-greffes à ce parasite (CAMERON, BAINES et CLARKE, 1959), mais elle présente certains inconvénients dans un travail de prospection où l'échantillonnage ne peut être fait avec autant de rigueur que dans une étude expérimentale et nécessitant, en outre, l'examen d'un grand nombre d'échantillons.

En premier lieu ces comptages, qui s'effectuent sous la loupe stéréoscopique avec un grossissement de 30 ou 40, sont particulièrement fastidieux et fatigants pour les yeux, mais cela n'est pas un obstacle réel.

Pour que ce comptage, aidé par la coloration qui le précède, puisse se faire dans de bonnes conditions, il est nécessaire de débarraser les racines de toute gangue terreuse. Cette opération doit se faire très délicatement afin de ne pas détacher les femelles de *T. semipenetrans*. Dans les sols légers, sablonneux, cela n'offre pas de difficultés, mais dans les terres limoneuses, lourdes et compactes, comme il en existe un certain nombre au Maroc, cela devient extrêmement difficile. En fait, on ne peut prétendre, dans ce cas, enlever toute la terre sans détruire en même temps un certain nombre de femelles. Dès le commencement, l'observation sera donc entachée d'une erreur incontrôlable.

D'autres difficultés apparaissent encore au moment du comptage lui-même. Toute femelle, ou groupe de femelles, dès que la ponte est commencée, se trouve englobé dans un glomérule de particules terreuses associées entre elles par une gangue mucilagineuse renfermant les œufs. La dissociation de ces agglomérats est donc nécessaire à la connaissance du nombre exact de femelles qui s'y trouvent protégées. De tels comptatages restent toujours malaisés. Certes, avec de l'entraînement, une estimation sans doute suffisante peut être obtenue au juger, mais une telle façon d'opérer est toujours sujette à caution. De plus, dans les terres lourdes, le développement du système radiculaire est très faible au point qu'il est parfois difficile de réunir un échantillon valable de radicelles. Ces observations sur les femelles fixées ont certes l'avantage d'être beau-

coup plus étroitement liées avec le degré d'infestation réelle, mais elles présentent les inconvénients majeurs cités plus haut.

Pour toutes ces raisons, l'estimation des infestations des vergers marocains a été faite par la méthode des comptages de populations de larves dans le sol. Mais parallèlement à ces analyses, et afin de permettre une interprétation plus exacte des résultats, ces observations ont été parfois doublées d'examens des racines, de même que certaines études d'écologie et de dynamique des populations ont été entreprises en fonction des facteurs agronomiques et bioclimatologiques du milieu.

Après l'énoncé des conditions de réalisation de cette prospection et des techniques de travail utilisées, il reste maintenant à préciser la correspondance qui existe entre le nombre de larves présentes au litre de sol et le degré d'infestation. Ce dernier est noté de 0 à 5, chaque classe correspondant aux spécifications suivantes :

Degré d'infestation	Nombre de larves au litre de sol
0 = nul	absence du parasite
1 = très faible	moins de 5 000
2 = faible	de 5 000 à 15 000
3 = moyen	de 15 000 à 30 000
4 = fort	de 30 000 à 60 000
5 = sévère	supérieur à 60 000

Ces limites sont valables pour des observations faites aux périodes de plus fortes populations, soit août, septembre et octobre pour le Maroc. Bien entendu, ces limites ne sont données ici que pour définir un ordre de grandeur, on ne peut prétendre qu'elles aient été établies avec une grande rigueur, car cela serait du domaine de l'utopie.

On a estimé que dans les classes 1 et 2 les attaques correspondantes n'entraînent pas de baisse de rendement. Elles sont donc négligeables et ne justifient pas l'exécution de traitements nématicides. Par contre, ceux-ci doivent apporter une amélioration très sensible de la production dans les vergers présentant les degrés d'infestation 4 et 5. Dans la classe 3, il est difficile de se prononcer car on est à la limite de la rentabilité des applications de nématicides.

Infestation des vergers

Dès 1920, M. DOLFUSS, de l'Institut chérifien à Rabat, identifiait *Tylenchulus semipenetrans* lors de l'examen d'un lot de racines d'orangers de la région du Gharb (1). En 1915, TRABUT signalait déjà sa présence en Algérie. Il est donc à peu près certain que l'introduction de ce nématode dans ces pays est antérieure à la découverte de l'existence de ce parasite par COBB en 1913, mais aucune date précise ne peut être avancée, pas plus que ne peuvent être indiquées les conditions d'introduction. Il est logique de penser que cette dernière se soit produite au moment de l'importation de plants d'agrumes racinés. A partir de ce foyer et toujours de façon identique, le parasite fut propagé dans toutes les pépinières et dans tous les vergers.

Régions de la plaine côtière à hivers pluvieux et doux

Région du Gharb

1. Secteur des bords de l'oued Sebou

C'est la première région agrumicole du Maroc, aussi bien par son ancienneté que par sa surface plantée en agrumes.

Les premiers vergers furent installés sur les banquettes mêmes de l'oued, et cela pour deux raisons : la facilité de pompage et la bonne fertilité des terres. Ce sont des « Dess », dépôts alluvionnaires, limoneux, par conséquent des terres lourdes et compactes, riches en éléments fins, où la circulation de l'eau se fait difficilement. A partir de 1950, les surfaces plantées se sont éloignées de l'oued, s'installant sur les « Tirs » qui font suite aux « Dess ». Ces « Tirs » sont constitués, dans une très forte proportion, d'une argile extrêmement fine leur donnant une très grande capacité. Le pouvoir de rétention en eau de ces sols étant très élevé, ceux-ci se transforment en véritables bourbiers, sans consistance, dès que le soleil évapore cette eau.

Le climat de cette région est du type océanique. Les hivers sont doux et humides. Les températures minimales sont de 7 à 8° C. De décembre au 15 février, il tombe environ 300 mm d'eau. Les étés sont moyennement chauds sans être secs, car les vents venant de la mer maintiennent une humidité assez élevée. La moyenne des maxima du mois d'août est de 29-30° C. Les saisons intermédiaires sont très courtes.

Dans ce secteur, contrairement à ce que l'on pourrait penser, les infestations par *T. semipenetrans* sont parfois très élevées. Le chiffre le plus fort a été de 110 000 larves par litre de sol, dans un carré de clémentiniers, âgés de 25 ans, établi sur « Dess ». Une population de 77 000

(1) Communication personnelle.

larves a encore été observée dans un carré âgé de 8 ans où la terre, particulièrement lourde et compacte, n'a pas été un facteur limitant la multiplication du parasite. Ces orangers, de la variété Sanguine, avaient l'apparence d'arbres de 5 ans, apparence due au fait que leur développement avait été très faible pendant les quatre dernières années. Il y a lieu de considérer qu'il s'agit d'une manifestation visible de l'effet dépressif des attaques sévères constatées dans ce carré.

D'autres analyses, effectuées sur des échantillons prélevés comme les deux précédents dans la région environnante de l'agglomération de Mechra Bel Ksiri, ont donné des taux de population de l'ordre de 40 000 larves au litre de sol, correspondant à une infestation estimée déjà forte pour des arbres âgés de 8 à 10 ans. Mais des populations larvaires variant de 8 000 à 25 000 ont également été dénombrées. Les infestations des vergers de cette région sont donc assez variables.

Plus en aval, vers Souk El Tleta du Gharb où les « Tirs » prédominent, les infestations sont beaucoup plus faibles (de quelques centaines à quelques milliers de larves au litre de sol). Il en est de même en amont vers Souk El Jemâa du Gharb.

On constate donc une irrégularité dans le degré d'infestation des vergers installés tout le long de l'oued Sebou ainsi que des attaques faibles en amont et en aval du centre de Mechra Bel Ksiri ; dans ce secteur par contre, de fortes attaques ont pu être observées.

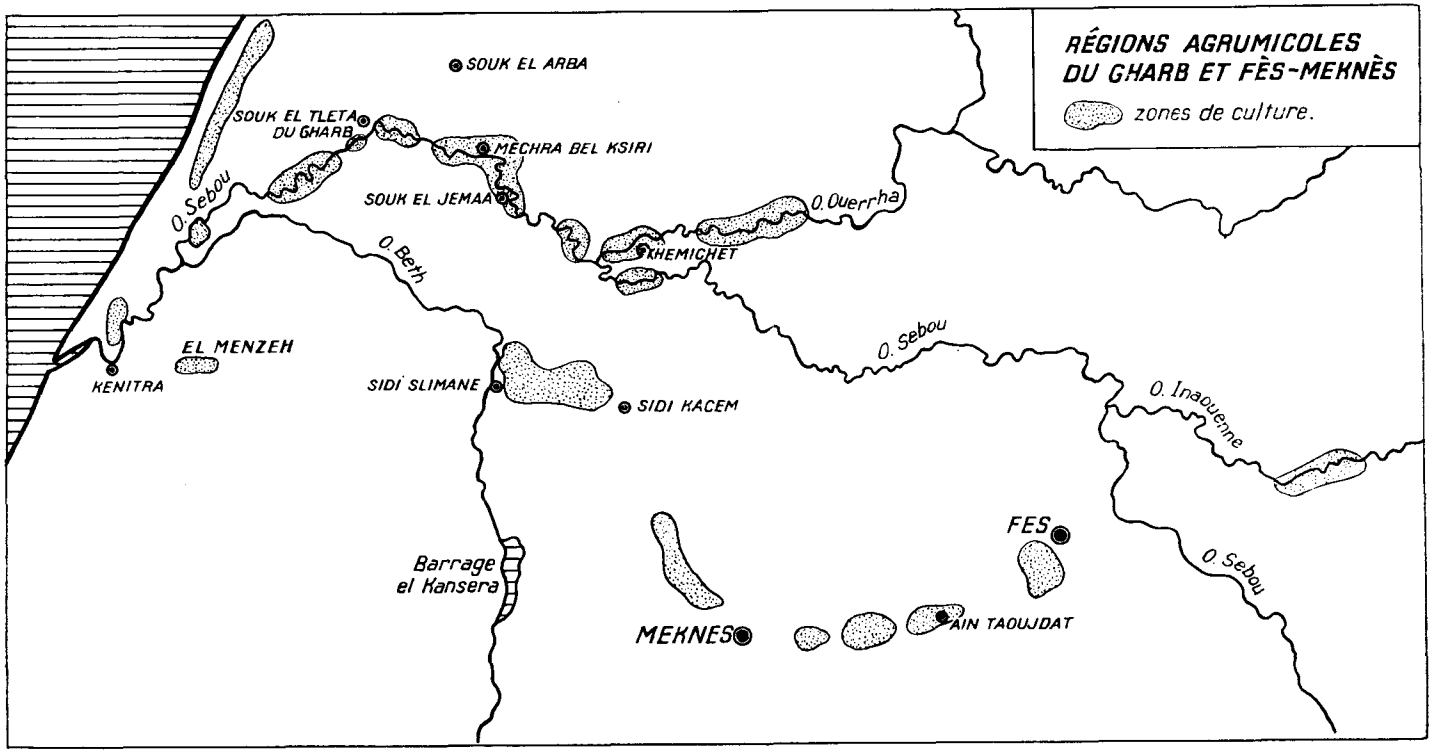
2. Secteur de Sidi Slimane à Sidi Kacem

Il correspond à la zone irrigable grâce à l'eau contenue par le barrage d'El Kansera dressé en travers du cours de l'oued Beht, affluent du Sebou. Les vergers sont situés de part et d'autre de la route conduisant de Sidi Slimane à Sidi Kacem.

On ne retrouve dans ce secteur que très peu de dépôts alluvionnaires (« Dess »), conséquence de l'importance moindre de l'oued Beht. Les « Tirs » sont abondants, avec des taux record en argile. On trouve, en plus, un troisième type de sol, le « Hamri », terre rouge en général profonde, beaucoup moins compacte et de meilleure structure physique que les deux types précédemment indiqués.

La pluviométrie est légèrement inférieure à celle de Mechra Bel Ksiri (460 mm contre 560 mm), la répartition mensuelle restant semblable. Les températures estivales et hivernales sont sensiblement les mêmes qu'à Mechra Bel Ksiri.

Malgré cette similitude de climat et de certains facteurs agronomiques avec le secteur de la vallée du Sebou, les vergers du périmètre irrigué ne présentent pas le même taux d'infestation. Toutes les analyses d'échantillons de terre, qui furent prélevés dans des carrés d'une dizaine d'années


RÉGIONS AGRUMICOLES
DU GHARB ET FÈS-MEKNÈS
zones de culture.
SOUK EL ARBA
SOUK EL TLETA
DU GHARB
MECHRA BEL KSIRI
SOUK EL JEMAA
O. Sebou
O. Ouerrha
O. Beth
KHEMICHET
EL MENZEH
KENITRA
SIDI SLIMANE
SIDI KACEM
O. Sebou
O. Inaouenne
FES
O. Sebou
Barrage
el Kansera
MEKNES
AIN TAOUJDAT

d'âge, n'ont donné que des chiffres très faibles de populations larvaires, toujours inférieures à 2 000, souvent de moins de 500. Dans certains prélèvements même, la présence du parasite n'a pu être décelée qu'après un examen minutieux. Seuls des carrés de 25 ans présentaient un taux d'infestation de plus de 10 000 larves au litre de sol.

Selon la graduation établie, ce secteur sera classé « très faiblement infesté ».

Régions côtières - Larache - Kénitra - Rabat - Azemmour

Ces quatre centres, tous situés au voisinage immédiat de l'océan, possèdent une climatologie comparable, Larache a cependant des hivers légèrement plus froids et des étés moins chauds que Azemmour situé à 300 km plus au sud ; mais, dans l'un ou l'autre de ces centres, les températures minimales hivernales et maximales estivales restent respectivement de l'ordre de 10° et 28° C environ. Les mois de décembre à février sont pluvieux. En été, l'air venant du large maintient une humidité élevée, à défaut de chutes pluviométriques.

Les vergers de ces quatre secteurs sont tous installés sur des terres très sablonneuses, donc très légères. Ce sont parfois des sables presque purs, tels ceux du cordon dunaire littoral (Azemmour) d'origine marine ou fluviatile, constitués de grains ronds roulés qui font opposition aux sables rouges d'El Menzeh (environs de Kénitra) et de certains points de Larache, d'origine éolienne, formés de grains assez gros, à arêtes vives, laissant entre eux de larges méats et donnant à ces sols une texture très grossière. Dans les autres endroits, le sable est mélangé à des particules limoneuses constituant ainsi un sol toujours très léger, mais ayant cependant une meilleure structure. Cette différenciation est importante à noter, car elle semble avoir une action prépondérante sur le développement des populations de *Tylenchulus semipenetrans.*

Dans ces sables rouges d'El Menzeh, toutes les analyses n'ont donné que des chiffres de population ne dépassant pas 10 000 larves au litre de sol, certaines même étaient inférieures à 1 000, alors qu'à la même époque, il en était dénombré plus de 100 000 dans des sols sablo-limoneux du secteur de Kénitra et de 60 000 à 90 000 dans les sables dunaires d'Azemmour. Ces chiffres correspondent à des infestations sévères.

Mais tous les carrés visités ne présentaient pas de tels taux de population, car beaucoup de comptages ont donné des chiffres compris entre 25 000 et 45 000 larves au litre de sol, correspondant cependant à de fortes infestations ; tel est notamment le cas des vergers de la région de Rabat.

Dans les vergers les plus infestés, la croissance était très médiocre. Les arbres ne présentaient pas, dans la plupart de ces vergers, le volume végétatif que l'on pouvait supposer devoir être le leur. Ce manque

de développement peut être imputé à l'action dépressive des attaques de *T. semipenetrans*.

En résumé, dans ces quatre secteurs côtiers, les infestations sont faibles à pratiquement nulles partout où s'étendent ces sables rouges grossiers ; elles sont moyennes à très fortes et sévères partout ailleurs.

Régions intérieures à hivers froids, étés secs et chauds

Région de Fès et Meknès

L'ensemble de ce secteur est assez disparate et varié.

Autour de Meknès, les vergers sont installés le long des routes qui mènent à Sidi Kacem et à Fès, sur des terres franches, assez lourdes et compactes, excepté dans certaines petites zones vers Fès. Certaines de ces terres ont une teinte rougeâtre et s'apparentent aux sols de type « Hamri ».

Autour de Fès, il n'existe que peu de vergers, tous installés dans les environs immédiats de la ville sur des terres limoneuses-grises, très claires. A cette région sont toutefois rattachées les orangeraies situées dans les vallées des oueds Inaouene et Ouergha où l'on retrouve les sols du type « Dess ».

Dans tout cet ensemble, seul le climat présente une certaine unité.

Cette région possède un climat tout différent de celui du Gharb du fait qu'elle est située à moyenne altitude (Meknès : 522 m et Fès : 390 m), à proximité du Moyen Atlas et déjà éloignée de la mer.

En hiver, on enregistre des basses températures provoquées par l'air froid qui descend de la montagne enneigée (sommets à plus de 2 000 m d'altitude) ; il est fréquent d'avoir, au mois de janvier, des gelées matinales. La moyenne des températures minimales pour ce mois est de 5,9° C pour 4 années (1958 à 1961) tandis que celle des maxima n'a été que de 14,4° C pour le mois de janvier et pendant le même laps de temps. Au printemps, l'échauffement est surtout notable au cours du mois d'avril. Bien que le mois d'août soit le mois le plus chaud (moyenne des maxima : 32° à 34° C), juillet et septembre le sont presque autant. Décembre est le mois le plus pluvieux, avec une hauteur d'eau, en général, supérieure à 150 mm et dépassant parfois 200 mm. Pendant tout le reste de l'année, les chutes pluviométriques sont faibles. Les vents dominants, venant de l'est, n'apportent aucune humidité, bien au contraire. C'est donc un climat sec qui règne sur ces régions.

Les infestations rencontrées sont très variables.

Dans la région de l'Ouergha et de l'oued Inaouene, les populations larvaires observées dans le sol étaient faibles : de 3 000 à 5 000 individus

par litre de sol. Elles étaient un peu plus fortes dans les vergers situés le long de la route de Sidi Kacem, variant de 5 000 à 15 000, exceptionnellement 60 000 dans un sol de très bonne structure physique.

Autour de Fès, les infestations sont encore un peu plus fortes et commencent à être sérieuses, mais elles sont irrégulières. Les populations rencontrées sont de l'ordre de 30 000, quelquefois de 5 000 seulement.

C'est dans les terres franches de la plaine, située entre Fès et Meknès, que les infestations sont les plus fortes, atteignant des taux de 80 000 larves au litre de sol. Mais ces terres étant aussi les plus riches, on constate paradoxalement que ce sont les plus beaux arbres de la région qui sont les plus infestés.

Région de Beni Mellal

Cette zone est située au pied même de la chaîne montagneuse du Moyen Atlas, dans la plaine du Tadla. Un premier groupe de vergers est installé autour de Beni Mellal et vers Kasba Tadla, mais le secteur le plus important est compris dans le périmètre irrigué des Beni Moussa, dépendant du barrage de Bin-El-Ouidane. Dans tout ce secteur, la terre est très riche, profonde, légèrement argileuse et de bonne texture physique.

La pluviométrie est faible (300 mm par an), plus de la moitié de cette hauteur d'eau tombant au cours des 3 mois d'hiver, les 9 autres mois de l'année étant secs. Les hivers sont froids, la moyenne des températures minimales est inférieure à 5° C. Les étés sont très chauds, avec des maxima journaliers couramment supérieurs à 40° C (moyenne du mois d'août 1961 : 30,95° C). Grâce aux réserves du barrage de Bin-El -Ouidane, l'eau existe en abondance et à bon marché. Aussi les arbres de cette région sont-ils peut-être les mieux arrosés de tous les orangers du Maroc. L'humidité, ainsi constamment maintenue dans ces terres, est très favorable aux nématodes et explique les fortes infestations rencontrées dans les vergers de cette région.

La plupart des analyses ont donné des chiffres d'une trentaine de milliers de larves au litre de sol mais dans certains cas, les populations sont susceptibles d'atteindre des niveaux très élevés (chiffre record de 190 000 individus).

D'après les populations de *T. semipenetrans* trouvées dans le sol et les résultats d'examen de racines, on doit conclure que ces orangers souffrent, dans une certaine mesure, de ces attaques ; pourtant ils sont en pleine vigueur et présentent un très beau développement. C'est que les conditions agronomiques et climatiques, d'après certains experts, y sont les meilleures du Maroc. Ces dernières conditions, favorables, estompent et camouflent les effets des attaques des nématodes qui paraissent alors être sans conséquence. Mais il est logique de penser que, débarrassés de

ce parasite, ces arbres présenteraient un développement meilleur et auraient un rendement accru.

Régions du sud chaudes et sèches

Région de Marrakech : le Haouz

Au pied de la chaîne du Haut Atlas et jusqu'aux plissements des Djebilet, s'étend une grande plaine avec la palmeraie de Marrakech en son centre.

La pluviométrie annuelle est, habituellement, de 150 à 200 mm (125 mm seulement en 1961) et elle est constituée pour une grande part par des pluies brutales et courtes. La sécheresse est donc le caractère marquant du climat du Haouz. Les étés sont très chauds : de juin à septembre, les maxima journaliers sont constamment supérieurs à 35° C. En hiver, les nuits sont fraîches, conséquence de la proximité de la montagne enneigée toute proche, mais dans la journée, le soleil fait monter le thermomètre jusqu'au-dessus de 17-18°C.

Avec un tel climat, toute culture ne peut se concevoir qu'en un point irrigable. L'oued Tensift n'est d'aucune utilité, son débit étant trop faible. Au sud de Marrakech, quelques vergers de faible importance ont pu se créer, grâce à l'eau canalisée de quelques oueds descendus de la montagne. La plus grande superficie plantée en agrumes se trouve à l'ouest de la ville, jusqu'au centre de Souelah, où l'irrigation se fait avec l'eau pompée dans la nappe phréatique ou bien avec celle retenue par le barrage de Cavagnac sur le Nfis.

Les infestations rencontrées dans cette région du Haouz sont, dans leur ensemble, très faibles. Dans bien des cas, il était très difficile de trouver des femelles matures fixées sur les racines.

La plupart des analyses ont donné des chiffres de populations voisins de 4 000 et 5 000 larves au litre de sol. Dans d'assez nombreux cas, il y avait moins de 1 000 larves, tandis que 10 000 et 15 000 individus — ce qui correspond encore à de faibles infestations — n'étaient dénombrés que très rarement.

Ce n'est que dans des conditions très particulières (carré ensemencé de *Trifolium alexandrinum* comme plante de couverture, ou encore d'arbres greffés sur Rough Lemon comme porte-greffe) que des populations très élevées — atteignant le chiffre de 400 000 larves au litre de sol — ont été observées. (1)

---

(1) Ces cas seront examinés en détail dans la seconde partie de cette publication, consacrée aux observations biologiques sur *T. semipenetrans* au Maroc ; à paraître ultérieurement dans cette même revue.

Dans les conditions actuelles de culture des agrumes dans cette région du Haouz, les populations de *Tylenchulus semipenetrans* ne se développent que très faiblement et les attaques par ce parasite doivent être considérées comme négligeables. Cependant les cas de fortes populations que nous avons constatés indiquent que le facteur limitant n'est pas immuable et que des modifications des pratiques culturales pourraient amener, en combinaison avec les conditions climatiques, une situation éminemment favorable au développement de *T. semipenetrans* dont les attaques pourraient alors être extrêmement sévères.

Région du Souss

Entre les deux chaînes parallèles du Haut Atlas et de l'Anti-Atlas, s'étend, largement ouverte sur l'océan, une longue dépression orientée d'ouest en est. L'oued Souss, de faible débit, coule dans la partie la plus basse. C'est aussi dans cette dépression que sont installés les vergers d'agrumes irrigués avec l'eau de la nappe phréatique assez peu profonde dans ces secteurs. D'Agadir à Taroudant, on trouve un premier groupement de vergers, de faible importance aux Aït Melloul (km 15), puis ceux des km 44 (Oulad Teima) et 65, de moyenne et grande superficie.

Les sols du Souss sont dans l'ensemble sablo-limoneux, mais la proportion de ces éléments, variant dans d'assez grandes limites, on trouve des sols très légers ou ayant déjà une assez forte compacité.

Une très faible pluviométrie est le caractère essentiel de la climatologie de cette région. Les hauteurs annuelles de pluie sont de 200 mm environ (mais il arrive qu'elles soient inférieures à 100 mm), assez similaires donc à celles du Haouz. Par ailleurs, le climat de ces deux régions diffère assez sensiblement, l'une étant soumise à l'influence de l'océan, l'autre à celle de la montagne. En conséquence, dans le Souss, l'air n'a pas la siccité de celui du Haouz et les températures ne sont pas aussi élevées (moyenne des maxima 33° C en août à Taroudant, point le plus chaud de toute la vallée agricole).

Dans quelques extractions le parasite *Tylenchulus semipenetrans* n'a pu être trouvé malgré des examens répétés et minutieux. Dans ces carrés le parasite est donc absent ; ce sont les seuls cas, au cours de toute cette prospection des orangeraies du Maroc, où des vergers apparaissent parfaitement sains.

Dans beaucoup d'autres carrés, *T. semipenetrans* était présent, mais en quantité si faible qu'il pouvait passer inaperçu, surtout si l'échantillonnage ne comportait pas suffisamment de prises.

La presque totalité des autres analyses a donné des chiffres de populations larvaires de 2 500 à 3 500 individus au litre de sol. Considérées du point de vue agricole, les attaques correspondant à ces taux d'infestation sont très faibles et peuvent être considérées comme négligeables.

Les infestations plus importantes sont rares, mais existent néanmoins : il a été trouvé aux Oulad Teima 28 000 et 32 000 larves et au-delà de Taroudant 18 000 et 49 000 larves. Enfin, il faut mentionner la présence d'un carré installé sur terrain léger, où l'analyse a donné quelques 200 000 larves. Les raisons de ce développement intense sont inconnues. Tout comme le cas signalé dans la région du Haouz, cette observation indique que les conditions climatiques du Souss, pas plus que celles de Marrakech, ne sont un frein au développement intense du parasite quand les autres conditions favorables se trouvent être réunies. Mais ces dernières demeurent encore non précisées.

Dans cet ensemble du Souss, à quelques exceptions près, les vergers ne sont que très faiblement parasités par *T. semipenetrans* et les attaques doivent être considérées comme nulles.

Nous pouvons dresser, d'une façon schématique, le tableau des infestations observées dans chacune des régions.

Régions	Degré d'infestation				
	Très faible	Faible	Moyenne	Forte	Sévère
Gharb					
Zone de l'Oued Sebou		+	+	+	
Sidi Slimane	+	+			
Régions côtières					
Larache	+	+			
El Menzeh		+			
Kénitra				+	+
Rabat			+	+	
Azemmour				+	+
Régions intérieures					
Fès - Meknès		+	+	+	
Beni Mellal			+	+	
Régions du Sud					
Marrakech	+	+			
Souss	+				

Conclusion

Cette prospection des vergers marocains a comporté quelques 350 analyses d'échantillons de sols prélevés dans 83 vergers différents correspondant à 42 localités, intéressant la presque totalité des points de culture des *Citrus* au Maroc.

Tylenchulus semipenetrans a été trouvé dans tous les échantillons, sauf trois qui provenaient de trois orangeraies différentes du Souss (le parasite existe cependant dans d'autres secteurs de ces vergers, puisque des examens de sol en provenance d'autres points ont permis de le trouver). *T. semipenetrans* est donc présent dans la totalité des vergers visités et, par extension, il est permis de considérer que 100 % des orangeraies du Maroc sont parasitées.

Cette prospection n'a pas été étendue aux îlots de quelques arbres, en général issus de semis pouvant exister aux alentours des villages. Ces résultats n'intéressent donc exclusivement que les plantations établies à partir de plants racinés-greffés obtenus de pépinières qui sont toutes parasitées par ce nématode. A partir de ces foyers, le parasite a été transporté en tous lieux, soit fixé sur les racines, soit dans la terre de la motte ; tout nouveau verger s'est trouvé ainsi automatiquement infesté. Dans de telles conditions, la dispersion du parasite au Maroc ne pouvait être que générale, comme nous l'avons d'ailleurs constaté.

Toutefois la diversité du climat et des conditions agronomiques des différentes régions font que ces infestations n'ont pas partout la même intensité. Nous pouvons dire, en résumé, qu'elles sont :

— faibles et très faibles dans les régions du Souss, de Marrakech, de Larache et Sidi Slimane, pour des raisons diverses ;

— moyennes à fortes, voire sévères, sur les rives de l'oued Sebou, dans les régions de Kénitra, Rabat, Azemmour, Fès-Meknès et Beni Mellal.

Sans importance économique et par conséquent négligeables dans les premières régions citées, les attaques de ce parasite dans les localités du second groupe entraînent très certainement des baisses appréciables de rendement qu'il serait possible d'éviter par une lutte efficace. Ce parasite, *Tylenchulus semipenetrans,* a été négligé trop longtemps par suite de la méconnaissance de son importance économique. Les travaux de l'équipe américaine, travaillant principalement en Californie, ont mis en évidence les dommages que ce parasite cause à l'agrumiculture.

Dans le Bassin méditerranéen, peu de recherches ont été entreprises à ce jour. Cependant cette prospection des vergers marocains ainsi qu'une étude accomplie récemment en Egypte (OTEIFA et SHARAVI, 1962) et des observations faites en Algérie (1) indiquent bien que, de ce côté de l'Atlantique tout comme en Amérique, ce parasite est d'importance économique suffisante pour justifier l'étude approfondie des conditions d'attaque, des dommages causés et des moyens de lutte.

Manuscrit déposé le 20.3.63.

(1) Communications personnelles de M. SCOTTO de la Masséso - INRA (Station d'Antibes).

ملخص

يبين المؤلف بوضوح الاهمية الاقتصادية للخسائر الناجمة عن طيلانشولوس سوميبنيتراس نوطرانس Tylenchulus semipenetrans، وهو عامل معروف بالصلو دوكلين (« Slow decline ») في الحوامض. وذلك اثناء زيارته الى المغرب، هذه الزيارة الخاصة بدراسة الديدان الخيطية.

بعد ان حدد اطار التربة والطقس الزراعي والنوعي للحدائق في البلاد يعطي المؤلف نظرة مفصلة عن طرقه في العمل : على الخصوص فان اختيار معامل تقويم درجة التخريب عسير (عدد الديدان في لتر من التراب).

بناءاً على درجة التقويم هذه، يبين المؤلف عن عمله الخاص بالتنقيب في البساتين وكذلك في قطاعات مختلفة، درجة التخريب بواسطة طيلانشولوس سوميبا نوطرانس :

- ضعيف وضعيف جدا : في نواحي سوس، مراكش، العرائش وسيدي سليمان
- متوسط الى قوي حتى الجاف على ضفاف وادي سبو في القنيطرة، الرباط زمور، فاس، مكناس، وبني ملال.

العوامل المرضية في تكاثرها السريع لا زالت غير دقيقة الوضوح ومن ناحية ثانية سيظهر ان الحرارة الصيفية لا تكون محددة.

RÉSUMÉ

Au cours de sa mission au Maroc, mission consacrée à l'éude des nématodes parasites des agrumes, l'auteur a mis en évidence l'importance économique des dégâts provoqués par *Tylenchulus semipenetrans,* agent reconnu du « Slow decline » des Citrus.

Après avoir précisé le cadre pédologique, climatologique, cultural et variétal des vergers du pays, l'auteur donne un aperçu détaillé de ses méthodes de travail : en particulier le choix critique d'un paramètre d'appréciation du degré d'infestation (nombre de larves au litre de sol).

Partant de cette échelle d'appréciation, l'auteur dégage de son travail de prospection dans les vergers, ainsi que dans divers secteurs, le degré d'infestation par *Tylenchulus semipenetrans :*

— faible à très faible : dans les régions du Souss, Marrakech, Larache, Sidi Slimane.

— moyennes à fortes, voire sévères : sur les rives de l'oued Sebou, à Kénitra, Rabat, Azemmour, Fès-Meknès, Beni Mellal.

Les facteurs favorables à la pullulation des populations demeurent encore imprécis, d'autre part il semblerait que la chaleur estivale ne soit pas limitative.

RESUMEN

Durante su misión en Marruecos consagrada al estudio de los nematodos parásitos de los agrios, el autor hace observar la importancia económica de los daños causados por *Tylenchulus semipenetrans,* agente reconocido del «Slow decline» de los agrios.

Empieza con precisar el ambiente edafológico, climatológico, relativo al cultivo y a las variedades de los vergeles de Marruecos, y luego comunica circunstanciadamente sus métodos de estudio, en especial los tocantes a la elección crítica de un parámetro de valuación del grado de infestación (número de larvas por litro de suelo).

Apoyándose en esta escala de avalúo, el autor deduce de su examen en los vergeles, como en varios sectores, el grado de infestación por *Tylenchulus semipenetrans:*

— bajo o mínimo: en las regiones del Souss, Marrakech, Larache y Sidi Slimane.

— medio o fuerte, hasta serio: en las orillas del oued Sebou, en Kenitra, Rabat, Azemmour, Fes-Meknes, Beni Mellal.

Los factores propicios a la pululación de las poblaciones, todavía permanecen imprecisados, además, el calor veraniego no sería determinante.

SUMMARY

In the course of his mission to Morocco, dedicated to research on nematodes as citrus parasites, the author recognized the economical importance of damage provoked by *Tylenchulus semipenetrans,* identified as the agent of Slow decline on Citrus.

He states the pedological, climatic and cultural conditions as well as the varieties prevalent in Moroccan orchards and explains his working methods, in particular his difficulties in choosing a parameter to measure the degree of infestation (number of larvae per litre of earth).

With this scale of evaluation, the author gains a means of prospection in orchards of different regions and infers the degree of infestation by *Tylenchulus semipenetrans:*

— it is small or even very small in the Souss, Marrakech, Larache and Sidi Slimane regions;

— it is average to large or even serious on the sides of the oued Sebou and in the Kenitra, Azemmour, Fes-Meknes and Beni Mellal regions.

The factors favoring pullulation of this parasite are still doubtful; summer heat does not seem to be limiting it.

BIBLIOGRAPHIE

CAMERON, J.W., R.C. BAINES et O.F. CLARKE — 1954. Nematode resistance of Trifoliate hybrid seedlings. — Calif. Citrogr., vol. 39, **11**, pp. 378, 406, 407.

OTEIFA, B.A. et A.T. SHAARAWI — 1962. Observation on the citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans* (COBB) in United Arab Republic. — Nematologica, vol. 8, **4**, pp. 267-271.

TRABUT — 1915. Dépérissement des orangers causé par un nématode. — C.R. Acad. Agric. France, **1**, p. 222.

VILARDEBO, A. — 1962. Les nématodes parasites des agrumes au Maroc. — Al Awamia (Rabat), **2**, pp. 149-151, **7**, pp. 57-69.

VILARDEBO, A. et M. LUC — 1961. Le « Slow decline » des *Citrus* dû au nématode *Tylenchulus semipenetrans* COBB. — Fruits, vol. 16, **9**, pp. 445-454.