Utilisation de nématicides endothérapiques dans la lutte contre *Pratylenchus brachyurus* (GODFREY) (Nematoda, Pratylenchidae) en culture d'ananas.

I-Activité préventive et curative sur les infestations racinaires par application foliaire.

J.L. SARAH*

UTILISATION DE NEMATICIDES ENDOTHERAPIQUES DANS LA LUTTE CONTRE *PRATYLENCHUS BRACHYURUS* (GODFREY) (NEMATODA, PRATYLENCHIDAE) EN CULTURE D'ANANAS
I.- Activité préventive et curative sur les infestations racinaires par application foliaire
J.L. SARAH (IRFA)

Fruits, dec. 1980, vol. 35, n° 12, p. 745-757.

RESUME - La nématose de l'ananas due à *Pratylenchus brachyurus* GODFREY est l'un des facteurs les plus importants de baisse de rendement en Côte d'Ivoire. Pour lutter contre ce ravageur, les nématicides à action endothérapique ont été expérimentés en application foliaire en cours de végétation de la plante, en association ou non avec un traitement par fumigation avant ou au moment de la plantation. Le DD et le DBCP peuvent être utilisés mais ce dernier sera préféré dans les conditions des sols tropicaux. Des trois nématicides endothérapiques éprouvés, le furadan a une activité plus élevée et plus persistante ; celle du némacur est légèrement moindre ; le miral est très nettement moins actif. 0,15 g de Carbofuran et 0,2 g de Phénamiphos semblent être les doses minimales mais nécessaires au maintien de l'excellent état sanitaire résultant de la fumigation à la plantation. Les deux périodes les plus favorables de l'année pour ces applications foliaires sont le début (avril) et la fin de saison pluvieuse (octobre-novembre).
Une expérimentation a montré que ces nématicides endothérapiques assuraient le maintien d'un bon état sanitaire mais permettaient aussi l'assainissement de plants déjà infestés. Mais cette action n'était pas immédiate.

Le nématode Pratylenchus brachyurus *est le ravageur le plus nocif en culture d'ananas en Côte d'Ivoire. Cet endoparasite strict provoque des lésions profondes dans les racines entraînant leur dépérissement plus ou moins total et rapide selon les conditions bio-écologiques. La plante ne pouvant plus s'alimenter normalement aura une croissance ralentie et déficiente ; les études conduites à ce jour ont montré que les pertes de production peuvent dépasser 30 p. 100.*

Les résultats des essais entrepris pendant la première moitié des années 60 avec le fumigant DBCP avaient conduit à la recommandation de ce nématicide. Deux applications; l'une de 30 litres à la plantation, l'autre de 15 litres à trois-quatre mois, de produit commercial à 75 p. 100 v/v de DBCP assuraient un accroissement très rentable de la récolte.

* - IRFA - 01 B.P. 1740 - ABIDJAN 01 (République de Côte d'Ivoire).

En 1968, apparut toute une gamme de nouveaux nématicides dits «de seconde génération». Il ne s'agissait plus de fumigants mais de composés à faible tension de vapeur ayant une action de contact ou endotherapique (systémique). En formulation granulé ou concentré émulsionnable, leur application était beaucoup plus aisée soit en épandage sur le sol avec ou sans incorporation, soit en pulvérisation foliaire. La suppression du travail fastidieux, lent et mal commode du pal injecteur pouvait alors être envisagée.

Ces nouveaux nématicides ont été éprouvés simultanément en plantations d'ananas et en bananeraies. En culture bananière, le succès fut immédiat et spectaculaire puisque quatre ans seulement après la mise en place du premier essai (1968) l'usage du phénamiphos était autorisé par la règlementation française et l'année suivante l'emploi de l'éthoprophos était permis.

En culture d'ananas, pendant longtemps ce fut l'échec. Les résultats étaient très inconstants. Cela est explicable maintenant avec le recul du temps et les connaissances acquises progressivement, non seulement sur les modalités d'action de ces nématicides, mais aussi sur le complexe bio-écologique nématode/sol/plante. D'importantes améliorations ont également été apportées dans la technique d'expérimentation. Il en est résulté une quantité importante d'informations qui, en permettant une meilleure élaboration des protocoles expérimentaux, assure une progression rapide vers le but recherché : la lutte efficace contre la nématose due à Pratylenchus brachyurus *en culture d'ananas en Côte d'Ivoire.*

Près de 50 essais agronomiques ou études plus simples ont été réalisés depuis 1975. Tous ont fait l'objet d'un compte rendu technique. Leur publication sous cette forme serait disparate. Une synthèse générale et selon des aspects différents du problème s'imposait. Ceux-ci sont en effet assez nombreux.

Un bon enracinement du matériel végétal de plantation ne peut se développer que si les toutes premières racines émises sont bien protégées. Un traitement dès la plantation est donc nécessaire. Les progrès effectués dans la mécanisation de la culture de l'ananas et celle de l'application des fumigants ont conduit, dès le début des études des nouveaux nématicides à conserver l'utilisation du DBCP appliqué lors de la constitution du billon avec un appareil à coutre, juste avant la mise en terre des rejets ou des couronnes. Outre la grande efficacité de ce traitement, son coût est très bas. Par contre, le traitement de rappel avec ce fumigant étant long, fastidieux et mal commode, le premier point recherché fut de le remplacer par une application de l'un ou l'autre des nouveaux nématicides, afin d'éviter toute infestation pendant suffisamment longtemps pour que la récolte ne soit nullement diminuée. Leur application a été surtout étudiée par pulvérisation foliaire, méthode utilisée couramment en plantation pour les engrais. En septembre 1977, le DBCP était retiré du marché, le DD fut alors expérimenté.

Une autre orientation des recherches avait également été retenue. N'était-il pas possible de prévenir les attaques dès la plantation et de maintenir par la suite un excellent état sanitaire par l'emploi des seuls nématicides systémiques. Toute une expérimentation fut entreprise en ce sens : recherche des doses à épandre à la plantation, avant ou après cette dernière, quand exactement par rapport à celle-ci et combien de traitements étaient nécessaires en cours de végétation.

Jusqu'alors une seule récolte après plantation était envisageable, les attaques de nématodes constituant l'un des facteurs limitants à la poursuite de la culture. Mais les espoirs d'obtenir une seconde production prenaient forme après la réussite d'un essai dans lequel les attaques de nématodes avaient été maintenues à un niveau très bas tout au long de la durée de la culture, sans souci à ce stade de la recherche de la rentabilité de l'opération. Des essais furent alors entrepris avec ou sans traitement par fumigation du sol avant plantation, avec les uns et les autres de ces nématicides épandus à différentes doses, fréquences et périodes du cycle de culture, afin de mettre au point une lutte suffisamment efficace pour que, pendant tout le premier cycle et même au-delà de la récolte du premier fruit, l'état sanitaire du système racinaire soit excellent et assure l'alimentation du second cycle végétatif.

C'est alors qu'apparurent nettement certains effets directs de ces nématicides sur la plante : brûlures, pertes de turgescence des feuilles et surtout, ce qui est beaucoup plus grave, une inhibition de la réponse de l'ananas au traitement d'induction florale et sur l'homogénéité de la maturation des fruits. Afin d'éviter ces inconvénients, des études furent entreprises pour mieux connaître ces actions et les conditions favorables à leur développement.

L'une des possibilités pour remédier à ces inconvénients était sans doute l'utilisation de formulations en granulés applicables directement sur le sol ou à la base du plant, évitant ainsi tout contact direct entre le nématicide et la rosette des très jeunes feuilles situées au coeur de la plante. mais fallait-il encore s'assurer que ces nématicides présentaient la même efficacité, qu'ils soient en formulation concentré émulsionnable appliqué en pulvérisation ou en granulés épandus sur le sol ou à la base des plants.

Ce sont tous les résultats de cet ensemble expérimental avec ces nématicides de seconde génération qui sont présentés dans la série de publications à paraître. Il sera notamment traité :

- *de leur action préventive et curative,*
- *de leur action directe sur la plante,*
- *de l'efficacité des doses, fréquence et période d'application en fonction du moment du cycle de la plante et de la période de l'année,*
- *de l'efficacité comparée des formulations concentré émulsionnable ou granulé.*

A. VILARDEBO.

Un bon enracinement de tout matériel végétal de plantation ne peut se développer que si, dès la reprise végétative, les racines émises sont protégées de toute attaque importante de nématodes.

Il faut donc intervenir avant que ne se produisent les infestations, c'est-à-dire par un traitement réalisé soit à la plantation, soit avant ou peu après celle-ci.

L'état sanitaire ainsi obtenu au départ du cycle végétatif de la plante devra ensuite être maintenu par d'autres applications en cours de végétation.

Le matériel végétal ananas, rejets ou couronnes de plantation, étant sain, c'est à partir de l'inoculum présent dans le sol que les attaques se développent.

L'usage des fumigants pour le traitement du sol à la plantation répond parfaitement à cette nécessité, d'autant plus que leur application mécanique est aisée et peu coûteuse, mais il en est tout autrement par la suite avec le développement de la plante.

L'emploi des nématicides systémiques se justifie alors pleinement, car ils peuvent être appliqués mécaniquement en pulvérisation foliaire, quel que soit le développement de la plante.

Le furadan, le miral et le némacur, sont les trois nématicides dont l'action est comparée.

Leur usage est étudié en association avec un fumigant à la plantation. Le DBCP était retenu pour sa plus grande efficacité en pays chaud et son bas prix. En présence de la menace de sa disparition, le DD fut expérimenté en vue de son utilisation comme fumigant de remplacement.

Le mode d'action des nématicides systémiques est mal défini. D'après la littérature existante, ils auraient un effet protecteur plus par action nématostatique que nématicide.

POTTER et MARKS (1976), TAYLOR et ALPHEY (1973), WHITEHEAD (1973), pensent que le nématicide appliqué sur les feuilles est véhiculé jusqu'aux racines, apparaissant dans la secrétion racinaire inhibant alors toute alimentation des espèces ectoparasites. BERGE et CUANY (1978), BUNT (1979) ont mis en évidence l'effet inhibiteur de ces composés sur les mouvements des nématodes. Cette inhibition n'entraîne pas toujours la mort et les parasites peuvent recouvrer leur activité au bout d'un certain temps. Toute nouvelle pénétration de nématodes ne peut avoir lieu, mais les individus déjà présents dans les tissus de la racine ne sont pas forcément tués. Peut-être leur développement est-il arrêté et ne pourra-t-il reprendre ultérieurement que si la durée de l'effet inhibiteur n'est pas trop longue.

Il sera donc nécessaire de maintenir la plante en état de «non-réceptivité» par des applications effectuées avant infestation, donc de manière préventive.

Mais il est impensable de croire qu'un tel résultat puisse toujours être obtenu. Il était, en conséquence, utile et nécessaire de connaître l'action éventuelle de ces produits sur les populations déjà présentes dans les tissus racinaires au moment de leur application, ce qui revenait à étudier leur action curative.

Les résultats de ces études sont exposés dans le présent document.

TECHNIQUES ET METHODES EXPERIMENTALES

Les produits sont étudiés au cours d'essais ou de tests agronomiques en plein champ, selon les techniques habituelles mises au point à l'IRFA, à savoir : soit un dispositif expérimental avec répartition en blocs de Fischer avec cinq répétitions, soit tout autre dispositif plus léger, sans répétition, généralement utilisé lorsqu'il ne s'agit que de vérifier rapidement les tendances et orienter les expérimentations futures.

La parcelle de base comprend 120 plants significatifs répartis en trois billons de 40 plants disposés en deux lignes. La densité de plantation est de 61.500 plants/hectare dans le cas d'une production de fruits destinés à l'exportation en frais. Les essais, dits «essais fruits frais», sont menés sur un seul cycle de culture. Par opposition, «essais fruits usine» signifie qu'il s'agit d'une expérimentation menée selon les techniques culturales mises en oeuvre lorsque la production est destinée à la conserverie. La densité de plantation est alors de 55.000 plants/hectare, le cycle végétatif est un peu plus long et dans ce cas la culture est parfois menée sur deux cycles végétatifs de production. Dans le présent document les résultats présentés se rapportent tous au premier cycle de culture. Toute expérimentation comprend une parcelle témoin non traitée et parfois une parcelle de référence recevant l'un des traitements usuellement recommandés.

Les fumigants sont appliqués au pal injecteur sur le billon uniquement, soit environ sur 55 p. 100 de la surface réelle de la parcelle. Donc, la dose/hectare n'est appliquée en fait que sur un peu plus de la moitié de la surface totale. Les pulvérisations foliaires sont faites au pulvérisateur manuel à dos, billon par billon, sur l'ensemble du feuillage, à raison de 50 cc d'émulsion par plant, soit de 2.750 à 3.000 litres par hectare, selon la densité. La forme en entonnoir de l'ananas assure une récupération du produit dans le coeur et à l'aisselle des feuilles. La quantité allant au sol dépend de la taille du plant et de la surface des feuilles, un plant plus âgé recueillant davantage de produit qu'un plant plus jeune.

L'efficacité des produits est estimée par des dénombrements mensuels de *Pratylenchus brachyurus* présents dans les racines. Celles-ci sont prélevées entre deux plants successifs à raison de quatre prélevats par billon, soit douze points par parcelle. L'ensemble des racines recueillies sur une parcelle constitue un échantillon distinct, les points de prélèvements sont décalés d'un plant chaque mois. Les extractions se font par broyage d'une partie aliquote des racines prélevées et passage du broyat sur une colonne de tamis allant de 250 μ à 25 μ d'ouverture de maille. La technique d'extraction a été perfectionnée à partir du deuxième

trimestre 1978 par l'utilisation de la méthode de centrifugation-flottation mise au point par W.A. COOLEN et C.J. D'HERDE (1972). Elle permet une très bonne extraction des nématodes avec élimination de tous les débris de racines, ce qui augmente la fiabilité des comptages.

Les produits expérimentés sont les suivants :

le FURADAN ® * (carbofuran) 2,3 dihydro-2,2-diméthyl-7-benzofuranyl méthyl carbamate, employé soit en formulation «flowable» titrant 48 p. 100 de matière active (480 g/litre : furadan 480), soit en concentré émulsionnable à 35 p. 100 de matière active (350 g/litre : furadan 350).

le MIRAL ® ** (isazophos) thiophosphate de 0-(5 chloro-1 isopropyl - 1 H-1, 2,4 triazol 3 - yle et de 0-0 diéthyl) en concentré émulsionnable à 50 p. 100 de matière active (500 g/litre).

le NEMACUR ® *** (phenamiphos) ethyl 4'-méthylthio-m-totyl isopropyl phosphoro amidate) en concentré émulsionnable à 40 p. 100 de matière active (400 g/litre).

Lors de ces études, les fumigants employés ont été :

- le DBCP (dibromochloropropane) en concentré émulsionnable titrant 75 p. 100 de matière active (volume/volume).

- le DD ou mélange équivolume de dichloropropane et de dichloropropène non miscible à l'eau.

Les doses de fumigants sont exprimées en litres/hectare de produit commercial, celles des autres nématicides en grammes de matière active/plant.

RESULTATS

Etude de l'action préventive des produits associés à une fumigation à la plantation.

Comparaison des trois nématicides à une seule dose.

● Associé au DBCP - Essai A.

Cet essai «fruits frais» a été planté en juillet 1977. Toutes les parcelles traitées ont reçu une application de 30 litres/hectare de DBCP huit jours après la plantation. La parcelle de référence a reçu en outre un traitement de rappel à la dose de 15 litres/hectare, trois mois après la plantation. Le furadan 480, le miral et le némacur ont été appliqués par pulvérisations foliaires à la dose de 0,25 g de matière active par plant (soit environ 15 kg/hectare) deux mois et demi après la plantation.

Dans les trois parcelles traitées avec chacun des nématicides à action endothérapique, le niveau de population reste très faible et identique pendant les six premiers mois du cycle de culture (figure 1). Mais par la suite, et surtout à partir d'avril, les populations s'accroissent intensément dans les parcelles traitées au miral, moyennement dans celles recevant du némacur, alors que dans celles où le furadan a été appliqué elles se maintiennent à un niveau très faible.

Quel que soit le nématicide appliqué, l'assainissement du système racinaire est bien meilleur que celui obtenu avec le traitement au DBCP (parcelle 2), montrant nettement dans les conditions de l'essai la supériorité du traitement de rappel avec de nouveaux produits.

● Associé au DD - Essai B.

Cet essai «fruits frais» a été planté en novembre 1977. Le traitement par fumigation a été fait au DD appliqué quinze jours avant plantation à la dose de 250 litres/hectare. Les pulvérisations foliaires de furadan 480, le miral et de némacur ont été faites à la dose de 0,15 g de matière active par plant, soit 9 kg/hectare. Pour éviter qu'elles ne soient faites en pleine saison sèche, l'application n'a été réalisée qu'en avril, soit cinq mois après plantation. L'une des parcelles n'a reçu qu'un traitement par fumigation de 300 litres/hectare de DD quinze jours avant plantation.

Le fait de planter les ananas au début de la saison sèche, défavorable aux nématodes, retarde le démarrage de leur prolifération jusqu'au moment de l'apparition des pluies. Mais ensuite, le développement des infestations est normal et assez intense (figure 2).

Dans toutes les parcelles traitées au DD à la plantation, les populations sont encore très faibles fin avril, mettant en évidence le très net effet du traitement par fumigation. Mais à partir de cette date, les conditions écologiques deviennent favorables aux nématodes, et les infestations se développent non seulement dans la parcelle référence, mais aussi dans celles recevant les traitements par application foliaire des nématicides systémiques. Des différences bien marquées, dans le même sens que dans l'étude précédente, apparaissent entre ces produits.

Le furadan permet l'assainissement le plus prolongé. Le miral n'améliore que très peu l'assainissement par rapport au DD utilisé seul. Le némacur assainit moins que le furadan, mais l'effet de ce produit se fait sentir jusqu'à la fin de l'essai, aucune remontée importante des populations n'étant encore apparue à la récolte.

Comparaison des produits deux à deux, chacun à deux doses.

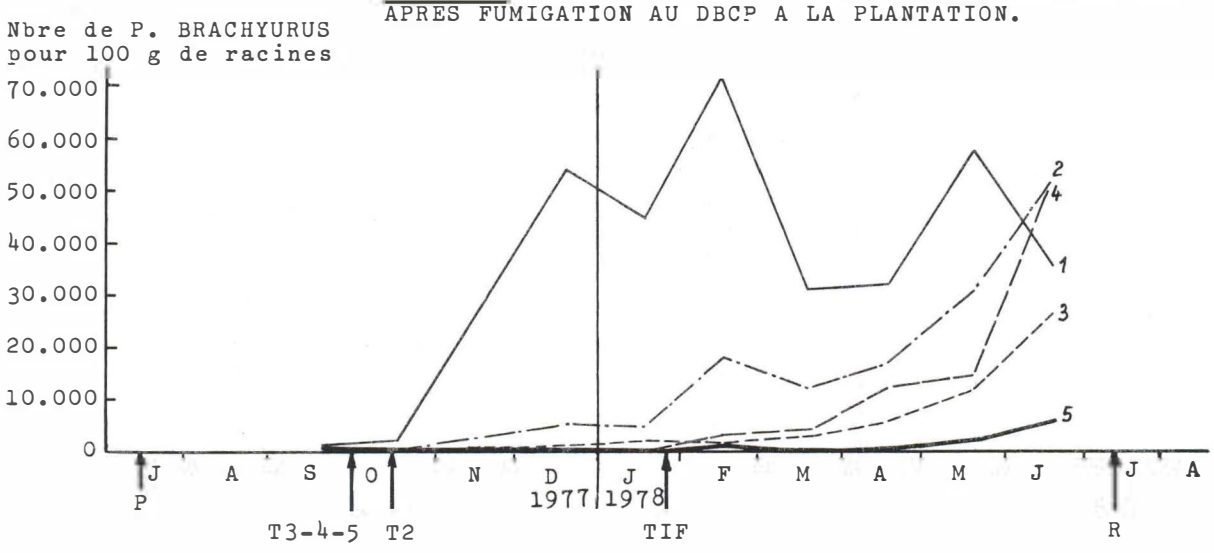
● Associé au DBCP.

- Comparaison némacur/furadan. Essai C.

Cet essai «fruits frais» a été planté en septembre 1976. Toutes les parcelles traitées ont reçu une dose de 30 litres/hectare de DBCP deux jours après la plantation. La parcelle de référence a reçu en outre un traitement de rappel, à la

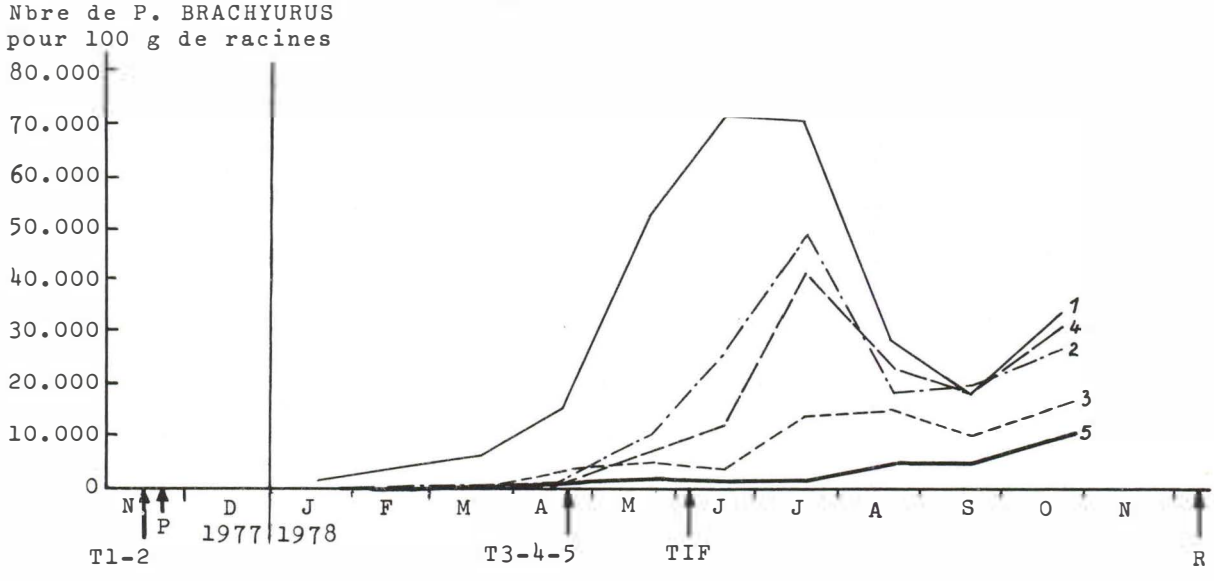
* - marque déposée F.M.C.
** - marque déposée CIBA-GEIGY
*** - marque déposée BAYER

FIGURE 1 - ESSAI A. COMPARAISON FURADAN-MIRAL-NEMACUR APRES FUMIGATION AU DBCP A LA PLANTATION.



1. Témoin
2. DBCP 30 l/ha à la plantation + 15 l à 3 mois
3. DBCP 30 l/ha à la plantation + némacur à 0,25 g m.a. à 2,5 mois
4. DBCP 30 l/ha à la plantation + miral à 0,25 g m.a. à 2,5 mois
5. DBCP 30 l/ha à la plantation + furadan à 0,25 g m.a. à 2,5 mois

FIGURE 2 - ESSAI B. COMPARAISON FURADAN-MIRAL-NEMACUR APRES FUMIGATION AU DD AVANT PLANTATION.



1. Témoin
2. DD 300 l/ha 15 jours avant plantation
3. DD 250 l/ha 15 jours avant plantation + némacur à 0,15 g m.a. en avril (5 mois)
4. DD 250 l/ha 15 jours avant plantation + miral à 0,15 g m.a. en avril (5 mois)
5. DD 250 l/ha 15 jours avant plantation + furadan à 0,15 g m.a. en avril 5 mois)

dose de 15 litres/hectare trois mois plus tard.

Le némacur et le furadan 480 ont été appliqués deux mois et demi après la plantation à la dose de 0,1 à 0,2 g de matière active par plant (6 à 12 kg/hectare).

La croissance des populations (figure 3) est très lente dans la parcelle témoin et le niveau maximum atteint est de 30.000 *P. brachyurus* pour 100 g de racines, ce qui est faible par rapport aux infestations habituellement observées. Cela est probablement dû au fait que l'emplacement de l'essai est resté en jachère durant sept mois, avec pour effet un assainissement du sol ; néanmoins des différences dans le niveau des infestations apparaissent neuf mois après la plantation.

De façon générale, les produits utilisés en pulvérisation foliaire ont entraîné un assainissement plus prolongé par rapport au traitement de rappel au DBCP (parcelle 2). Le furadan agit plus longtemps que le némacur à dose égale. A 0,2 g ce dernier assure un assainissement équivalent à celui obtenu avec 0,1 g de furadan, mais les écarts restent faibles.

- Comparaison némacur/miral. Essai D.

Cet essai «fruits usine» a été planté en juillet 1977. Toutes les parcelles traitées ont reçu une dose de 30 litres/hectare de DBCP quatre jours après la plantation.

Le némacur et le miral ont été appliqués deux mois et demi puis huit mois et demi après la plantation à la dose de 0,2 et 0,3 g de matière active par plant (11 et 16,5 kg/ha) à chaque fois.

Les premières différences nettes dans le degré d'assainissement apparaissent trois mois après le traitement fait à deux mois et demi, c'est-à-dire au moment où les populations de nématodes dans la parcelle témoin entrent en phase de croissance accélérée (figure 4). Les épandages de némacur et de miral ont eu pour effet de retarder et de diminuer l'importance de cette prolifération, mais n'ont pu l'éviter (figure 4). Les courbes font apparaître nettement que la seconde intervention à huit mois et demi a été réalisée beaucoup trop tardivement ; une application fin novembre aurait été justifiée en remplacement de celle-ci. Le némacur à dose égale est plus actif que le miral ; à 0,3 g par plant, ce dernier assure un assainissement équivalent à celui du némacur à la dose de 0,2 g.

● Associé au DD.

- Première comparaison némacur/furadan. Essai E.

Cet essai «fruits usine» a été planté en janvier 1978. Toutes les parcelles traitées ont reçu une application de 250 litres/hectare de DD quinze jours avant la plantation. Les applications de némacur et de furadan 350 ont été effectuées trois et huit mois après la plantation aux doses de 0,2 et 0,3 g de matière active par plant (11 et 16,5 kg/hectare) à chaque épandage.

Dans cet essai, le némacur assure, à dose égale, un meilleur état sanitaire du système racinaire que le furadan (figure 5). Il en avait été autrement dans l'expérimentation similaire (essai C) où le traitement à la plantation avait été réalisé avec le DBCP mais il ne semble pas que ce changement de fumigant puisse en être la raison.

Dans la précédente étude, le niveau des infestations dans les témoins est resté assez faible, alors qu'il atteint des niveaux très élevés dans cette dernière. Il en résulte, dans les parcelles traitées, des infestations plus fortes et des écarts nets entre traitements.

- Deuxième comparaison némacur/furadan. Essai F.

Cet essai «fruits frais» a été planté en février 1978. Quatre parcelles ont reçu un traitement au DD à la dose de 250 litres/hectare quinze jours avant plantation puis des pulvérisations foliaires de némacur ou de furadan 350 deux mois après la plantation à la dose de 0,15 ou 0,25 g de matière active par plant (9 ou 15 kg/ha).

La plantation de l'essai ayant été réalisée en pleine saison sèche, le développement des populations n'est intervenu dans les parcelles témoins que tardivement (fin mai) dans le cycle de la culture, mais l'accroissement ultérieur est normal. Cette prolifération est complètement supprimée par les applications foliaires de némacur ou furadan effectuées un mois plus tôt (figure 6).

Dans toutes les parcelles traitées, les niveaux de population sont restés très faibles, et identiques quels que soient le produit et la dose, sauf pour le némacur à 0,15 g/plant pour lequel les niveaux de population sont légèrement supérieurs.

Ces résultats excellents sont l'aboutissement d'une application faite au moment opportun, à savoir : d'une part avant le début de la période de forte prolifération, d'autre part à un moment d'intensification de l'activité physiologique de la plante, indispensable pour une bonne absorption et efficacité du nématicide, activité intervenant avec la reprise des pluies.

● Sans association avec un fumigant.

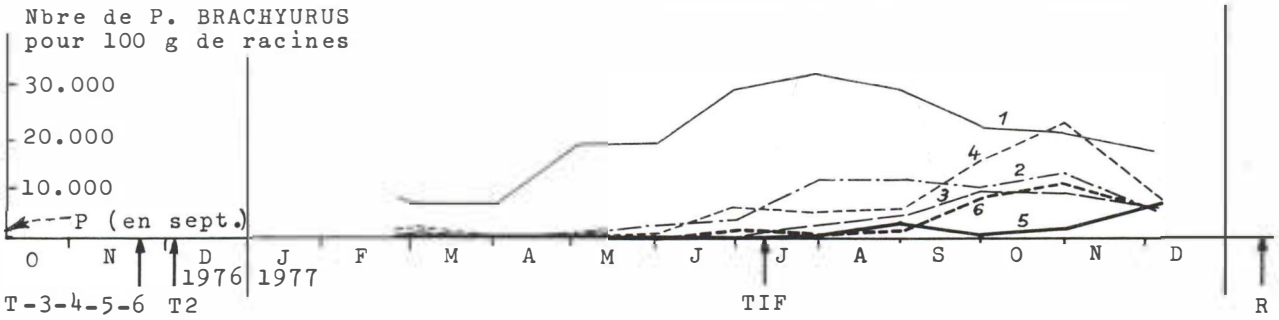
- Comparaison miral/furadan. Essai G.

Cet essai «fruits usine» a été planté en octobre 1977. Aucun fumigant n'a été épandu à la plantation. Seuls des traitements en pulvérisations foliaires de miral et de furadan 480, aux doses de 0,2 et 0,3 g de matière active par plant, ont été appliqués quatre semaines et cinq mois et demi après la plantation (11 à 16,5 kg/ha).

La première application de furadan, quelle qu'en soit la dose épandue, a assuré un assainissement tel que les racines restent pratiquement indemnes de nématodes, jusqu'au moment de la seconde application (figure 7). Cette dernière maintient l'état pendant quatre mois encore (dixième mois après plantation), puis une très faible infestation apparaît. Avec la dose de 0,2 g, l'action est très légèrement inférieure, mais reste néanmoins excellente.

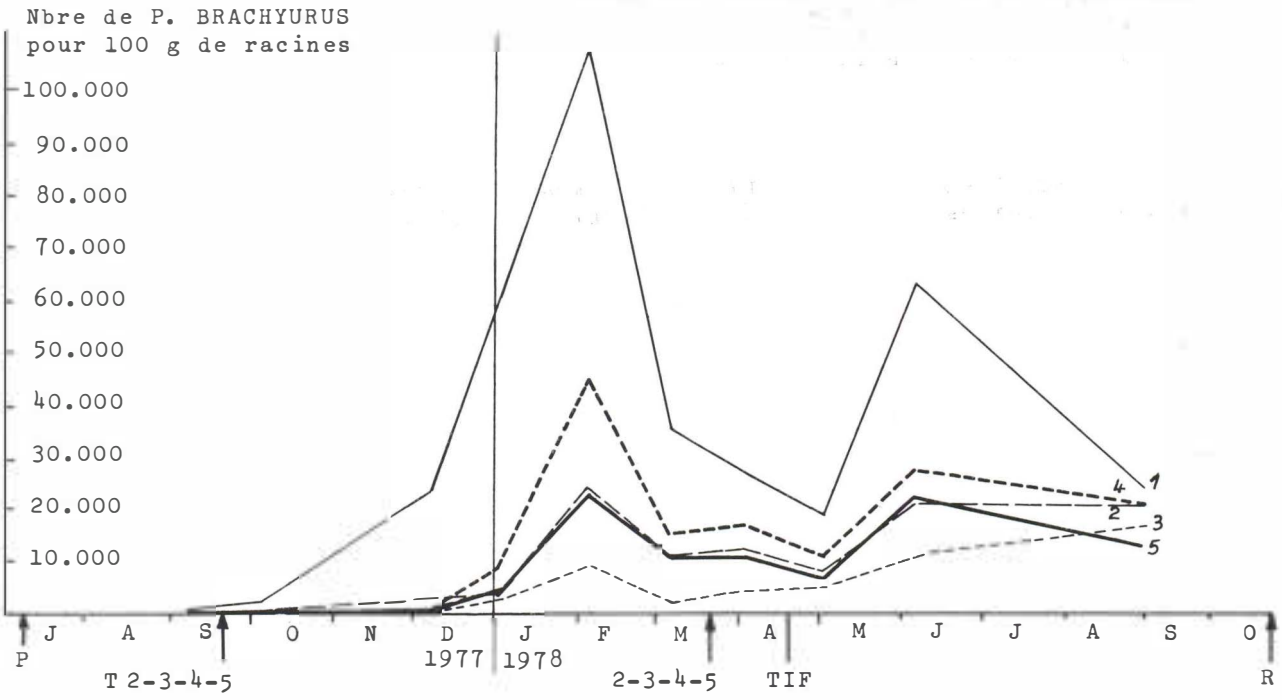
Avec le miral, aucune des deux doses n'évite, dès le

FIGURE 3 - ESSAI C. COMPARAISON NEMACUR-FURADAN APRES FUMIGATION AU DBCP A LA PLANTATION.



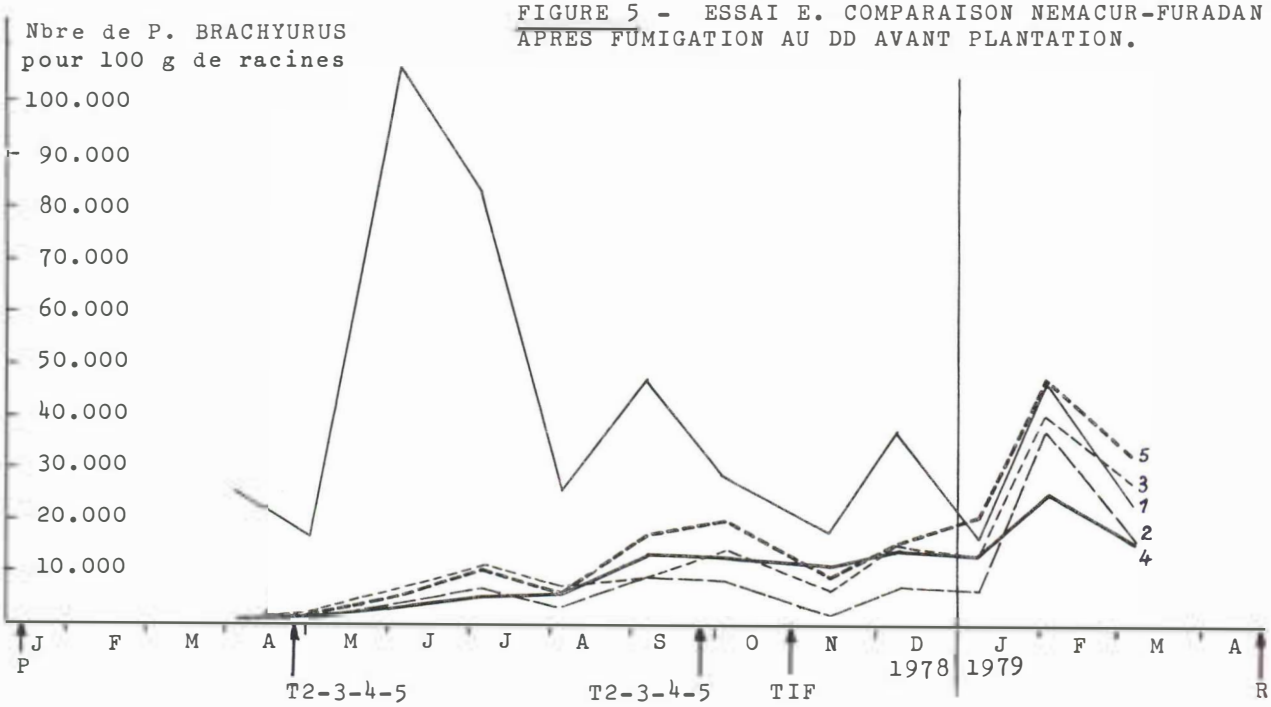
1. Témoin non traité
2. DBCP 30 l/ha à la plantation + 15 l à 3 mois
3. DBCP 30 l/ha à la plantation + némacur à 0,2 g m.a. à 2,5 mois
4. DBCP 30 l/ha à la plantation + némacur à 0,1 g m.a. à 2,5 mois
5. DBCP 30 l/ha à la plantation + furadan à 0,2 g m.a. à 2,5 mois
6. DBCP 30 l/ha à la plantation + furadan à 0,1 g m.a. à 2,5 mois

FIGURE 4 - ESSAI D. COMPARAISON NEMACUR-MIRAL APRES FUMIGATION AU DBCP A LA PLANTATION.



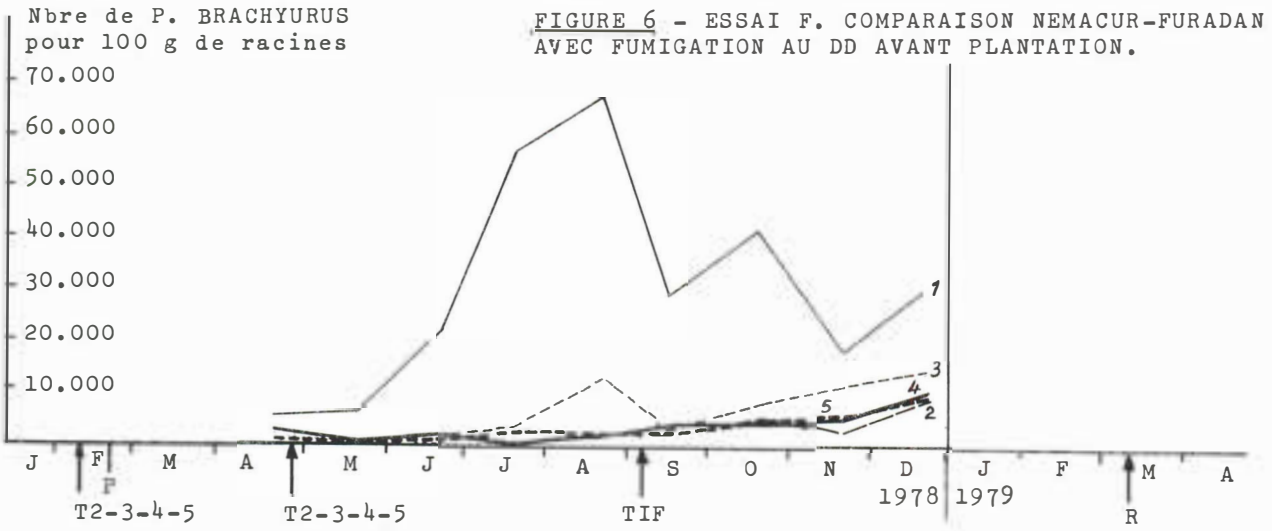
1. Témoin
2. DBCP 30 l/ha à la plantation + némacur à 0,2 g m.a. à 2,5 et 8,5 mois
3. DBCP 30 l/ha à la plantation + némacur à 0,3 g m.a. à 2,5 et 8,5 mois
4. DBCP 30 l/ha à la plantation + miral à 0,2 g m.a; à 2,5 et 8,5 mois
5. DBCP 30 l/ha à la plantation + miral à 0,3 g m.a. à 2,5 et 8,5 mois

FIGURE 5 - ESSAI E. COMPARAISON NEMACUR-FURADAN APRES FUMIGATION AU DD AVANT PLANTATION.



1. Témoin
2. DD 250 l/ha à la plantation + némacur à 0,3 g m.a. à 3 et 8 mois
3. DD 250 l/ha à la plantation + némacur à 0,2 g m.a. à 3 et 8 mois
4. DD 250 l/ha à la plantation + furadan à 0,3 g m.a. à 3 et 8 mois
5. DD 250 l/ha à la plantation + furadan à 0,2 g m.a. à 3 et 8 mois

FIGURE 6 - ESSAI F. COMPARAISON NEMACUR-FURADAN AVEC FUMIGATION AU DD AVANT PLANTATION.



1. Témoin
2. DD 250 l/ha 15 jours avant plantation + némacur à 0,25 g m.a. à 2 mois
3. DD.250 l/ha 15 jours avant plantation + némacur à 0,15 g m.a. à 2 mois
4. DD 250 l/ha 15 jours avant plantation + furadan à 0,25 g m.a. à 2 mois
5. DD 250 l/ha 15 jours avant plantation + furadan à 0,15 g m.a. à 2 mois

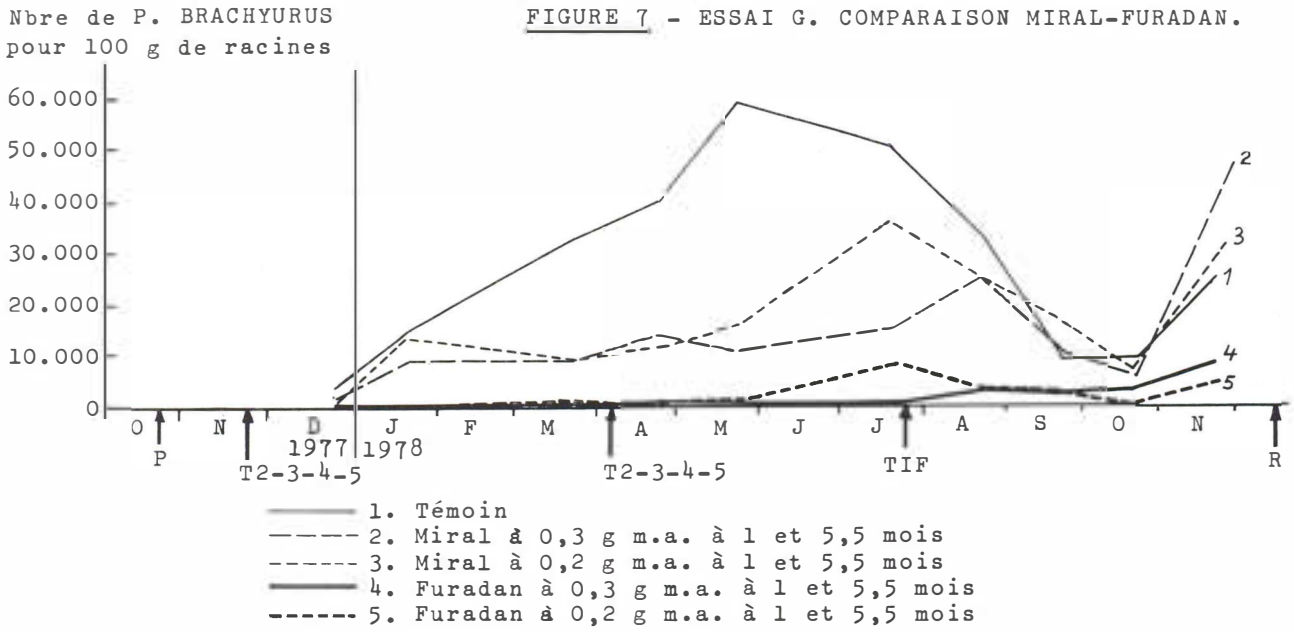


FIGURE 7 - ESSAI G. COMPARAISON MIRAL-FURADAN.

deuxième mois après le traitement, un accroissement des populations qui se stabilisent au niveau de 10.000 *P. brachyurus*. La seconde application n'empêchera pas non plus une certaine remontée des infestations. Cette dernière sera cependant retardée et moins importante avec la dose la plus élevée.

Etude de l'action curative.

Dans l'éventualité de traitements intervenant trop tardivement, c'est-à-dire en pleine phase de prolifération des nématodes, il était important de connaître quelle pouvait être leur incidence.

Quatre essais furent mis en place à des dates différentes, tous selon le même protocole, à savoir que les parcelles d'ananas ne recevaient aucun traitement nématicide à la plantation. L'application foliaire du furadan 480, du miral ou du némacur, n'était réalisée que lorsque les dénombrements de *P. brachyurus* révélaient l'existence d'une infestation croissante, soit, selon les essais, entre trois et cinq mois après plantation. La dose par plant était de 0,3 g. Une parcelle était gardée sans traitement comme référence de l'évolution des infestations. Des dénombrements mensuels permettaient d'estimer l'action «curative» de ces produits.

Essai H.

Planté le 28 mai 1977, le traitement par application foliaire n'a eu lieu que le 27 octobre 1977, les populations étant restées très faibles jusqu'à cette date. En outre, leur accroissement ultérieur n'a pas été intense comme le montre la courbe de la parcelle témoin (figure 8 A).

Dans les parcelles recevant une application foliaire de nématicide, une chute de population de nématodes est observée après un mois, avec le miral et le furadan. L'action de ce dernier étant nettement plus prolongée (moins de 1.000 *P. brachyurus* pendant quatre mois), tandis que le némacur n'a fait que maintenir le niveau initial de population. L'action immédiate du miral est ensuite atténuée par un accroissement progressif des infestations.

Essai I.

Les dates de plantation et de traitement ont été respectivement le 25 juillet et le 29 novembre 1977.

Dans cette seconde étude, les conditions expérimentales ont été bien meilleures puisque, du quatrième au dixième mois après plantation, les populations de *P. brachyurus* sont régulièrement croissantes (figure 8 B).

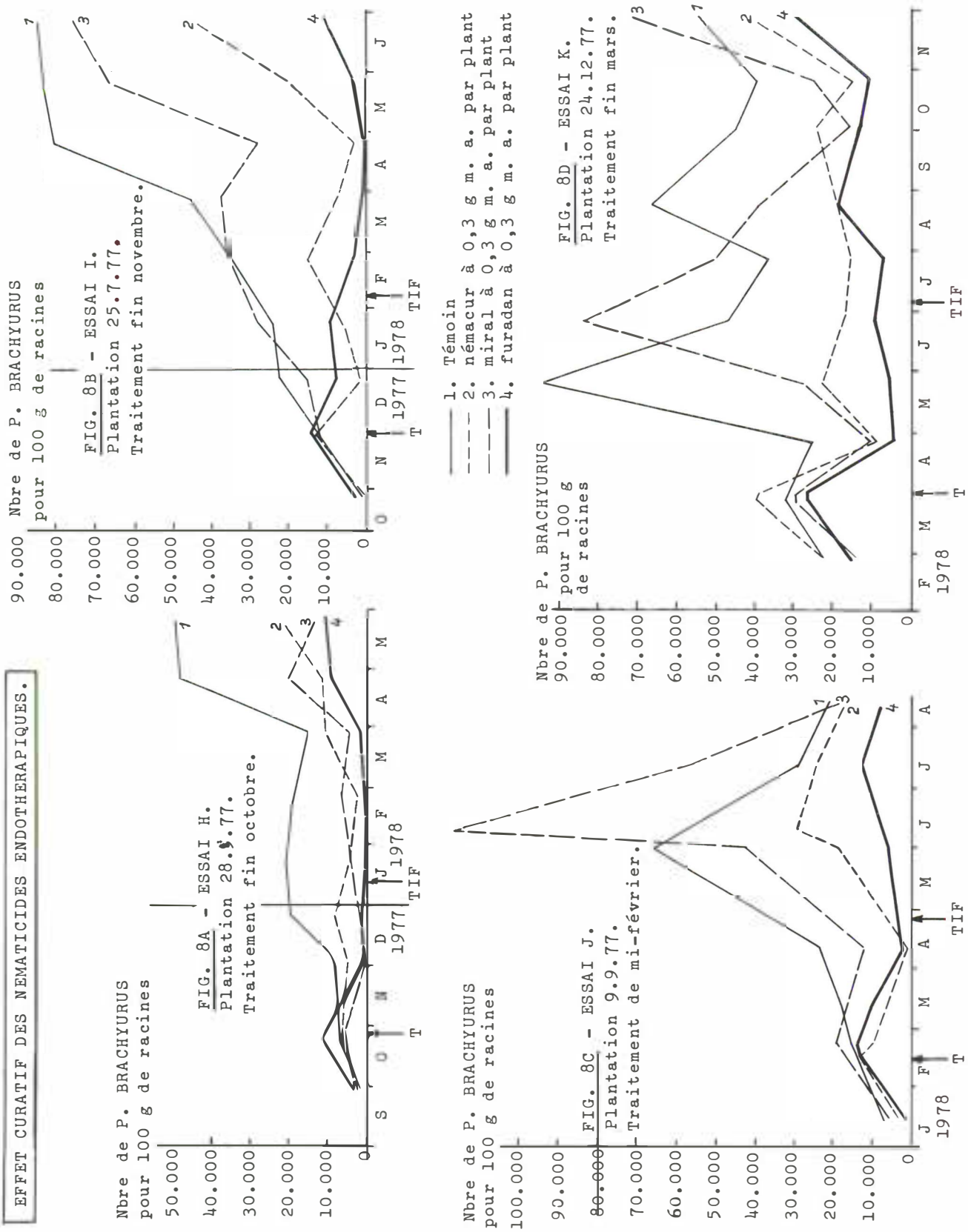
Un mois après le traitement, le niveau d'infestation dans la parcelle traitée au némacur a très nettement diminué,mais il remonte par la suite. L'action du furadan a été plus lente, mais plus constante. Un minimum très bas (inférieur à 1.000 *P. brachyurus*) est atteint six mois après l'application. Le miral n'a eu aucun effet sur l'évolution des populations.

Essai J.

L'application des nématicides systémiques a été réalisée le 14 février 1978, soit cinq mois après plantation (9 septembre 1977).

Les résultats sont sensiblement identiques à ceux de l'étude précédente, à savoir que le furadan a assuré l'assainissement le plus prolongé, mais la chute du niveau de population n'a pas été aussi rapide car elle s'est faite en deux mois. L'action du némacur a été plus rapide, mais sans persistance. Le miral n'a eu que très peu d'effet (figure 8 C).

EFFET CURATIF DES NEMATICIDES ENDOTHERAPIQUES.



Essai K.

Ce dernier essai de la série fut planté le 20 décembre 1977 et traité le 30 mars 1978.

Les résultats sont similaires à ceux des trois autres (figure 8 D).

Comparaison de ces quatre études.

Leur protocole est rigoureusement le même. Seule change la date de plantation avec, comme répercussion, l'évolution ultérieure de l'infestation qui s'établit plus ou moins vite et plus ou moins intensément, déterminant en conséquence, la date de l'application foliaire des nématicides systémiques. Par un artifice de calcul une synthèse des résultats de ces quatre essais devient possible.

La formule utilisée est la suivante :

$$N = \frac{ntx}{nto} \times 100$$

dans laquelle : nto est le nombre de nématodes au temps o, c'est-à-dire le jour du traitement, et ntx celui au temps x correspondant à chaque prélèvement.

On obtient ainsi un nombre N représentant l'accroissement ou la réduction de population à chacun des prélèvements par rapport à celle existant le jour du traitement. Les moyennes des valeurs obtenues dans chacun des essais au même temps x ont permis l'établissement des courbes de la figure 9, 100 étant la valeur de N le jour du traitement.

Ces dernières concrétisent bien ce qui était déjà net dans chacun des essais. La courbe témoin est sans cesse croissante.

Le némacur et le furadan ont un effet immédiat semblable pendant les trente premiers jours qui suivent le traitement. Mais alors qu'avec le premier nématicide les valeurs de N remontent certes assez lentement mais régulièrement, elles continuent de décroître avec le second jusqu'au soixantième jour pour se stabiliser encore pendant les soixante jours suivants, avant que n'apparaisse une remontée des populations. Le miral n'a eu qu'un effet médiocre qui n'excède pas le trentième jour.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Trois nématicides à action endothérapique, le furadan (carbofuran), le miral (isazophos) et le némacur (phénamiphos), ont été expérimentés dans le but d'étudier leur intérêt dans la lutte contre la nématose de l'ananas due à *Pratylenchus brachyurus* (GODFREY) en Côte d'Ivoire.

Les résultats antérieurs avaient montré l'efficacité du DBCP appliqué en fumigant du sol juste avant la plantation, mais aussi la nécessité de renouveler l'application en cours de végétation.

Les études réalisées montrent tout l'intérêt des nématicides systémiques et leur utilisation possible en remplacement du DBCP, ce dernier n'étant plus appliqué alors qu'à la plantation (essai A).

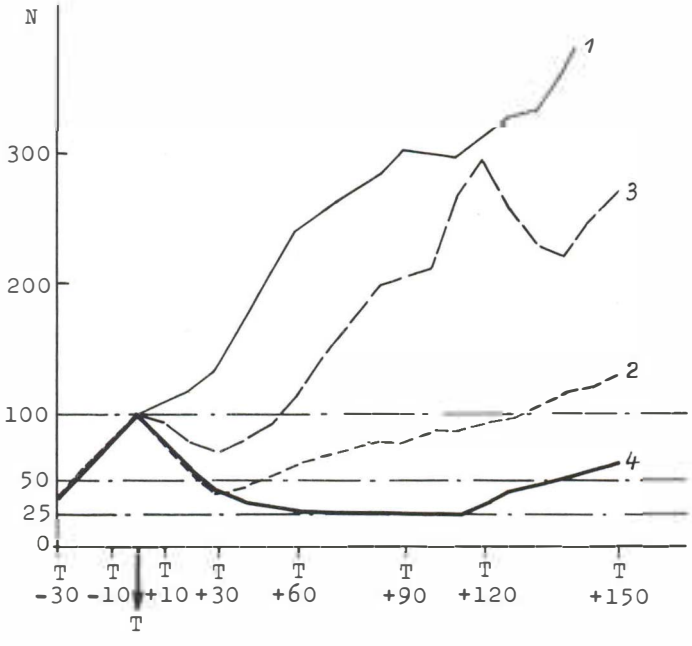


FIGURE 9
EFFET CURATIF DES PRODUITS.
CUMUL DES TESTS.

——— 1. Témoin
- - - - - 2. Némacur
— — — 3. Miral
_____ 4. Furadan

N = 100 = base de référence (population présente dans les racines le jour du traitement)

Lorsque ce nématicide est remplacé par le DD (essai B), l'association fumigant + systémique (ceux-ci toujours en application foliaire) s'est à nouveau révélée intéressante.

Les résultats de ces deux essais mettent en valeur l'activité plus grande et plus persistante du furadan, celle légèrement moindre du némacur. Le miral est très nettement le moins actif.

Dans les essais E et F aux doses supérieures à 0,15 g de m.a. par plant le furadan a une efficacité égale ou inférieure à celle du némacur, ce qui est en contradiction avec les premiers essais. Or, dans ces deux derniers essais, la formulation du furadan est différente puisqu'il s'agit de celle titrant 350 g de m.a. par litre.

Il apparaît donc, sans qu'il soit possible de dire pourquoi, que cette formulation est moins efficace dans les conditions expérimentales que le composé «flowable» à 480 g par litre.

Que le fumigant soit le DBCP à la dose de 30 litres/hectare ou le DD à la dose de 250 litres/hectare, l'efficacité semble identique. L'un et l'autre peuvent donc être employés indifféremment.

Cependant, le DBCP sera préféré car, non seulement il est le mieux adapté aux sols dont la température voisine 25°C, mais c'est aussi le moins toxique pour l'ananas au point que son application peut être réalisée juste avant la plantation. C'est aussi le moins coûteux.

Toutes les applications foliaires de nématicides systémiques réalisées en avril ont été hautement efficaces (essais B, E, F). Cette période correspond au tout début de la reprise des pluies qui provoquent une accélération de la croissance des plantes et la reprise d'élongation des racines et/ou de nouvelles émissions.

Cette activité physiologique de la plante est nécessaire à une bonne absorption des nématicides par la plante. De ce fait, les nouveaux tissus sont «protégés» évitant au maximum tout développement d'infestation à la période précisément où sont réunis les facteurs favorables à la pénétration des nématodes et à leur prolifération, comme cela apparaît clairement dans les parcelles témoins ou celles ne recevant qu'un traitement peu ou moyennement efficace. L'autre période de l'année favorable à une bonne efficacité de l'application foliaire des nématicides semble se situer de la mi-octobre à fin novembre (essais A, C, F). Dans l'essai D l'épandage effectué en septembre a certes réduit le niveau des infestations par rapport au témoin, mais la durée d'action a été assez courte. Cela pourrait être la conséquence du lessivage trop rapide du produit par les pluies d'octobre. Septembre pourrait donc être une date trop précoce pour une application foliaire de nématicides systémiques.

Il semble donc que, compte tenu de la date de plantation et, par conséquent, de celle du traitement par fumigation, que l'application foliaire devra être avancée ou retardée pour être effectuée soit à la deuxième quinzaine d'avril, soit en octobre ou novembre. Ce choix est lié à l'activité physiologique de la plante et aux conditions biopédologiques, ces deux facteurs dépendant de la climatologie.

Ces résultats mettent en évidence le très grand intérêt des nématicides à action endothérapique dans la protection de l'ananas contre les attaques de nématodes. Mais il n'est pas toujours possible d'agir avant que ne commencent les attaques, soit parce que des pluies précoces déclenchent la prolifération des nématodes avant la période prévue, soit aussi par suite de contingences diverses qui n'ont pas permis l'application des produits aux dates envisagées.

Il était nécessaire de savoir quelle serait l'action des applications réalisées dans ces conditions,à savoir en période de pleine prolifération des nématodes.

Les quatre essais H, I, J, K, ont apporté la réponse. La régression des populations présentes dans les racines est importante et persistante avec le furadan. Avec le némacur la régression est sensiblement identique, mais de durée nettement moins longue. On observe une remontée des populations, en général assez faible mais régulière. Avec le miral, la chute du niveau des populations est bien moindre. De plus, elle est suivie immédiatement d'une prolifération intense des nématodes.

Les produits utilisés ici assurent une protection de la plante empêchant pendant un certain temps toute pénétration de parasites dans les nouvelles racines. L'action sur les parasites déjà présents dans les racines est très mal connue mais eu égard aux propriétés de ces composés il y a probablement un ralentissement ou un arrêt du développement des populations plus ou moins prolongé. La régression des niveaux d'infestation relevés lors des comptages faits après traitement est donc due à une combinaison de deux phénomènes : l'augmentation de la proportion de racines saines dans l'échantillon prélevé et l'arrêt ou le ralentissement du développement des populations parasites dans les racines infestées.

Les courbes des figures 8 et 9 montrent la protection élevée et de longue durée obtenue avec le furadan, alors qu'elle est presque inexistante avec le miral. Avec le némacur, un accroissement de population apparaît entre le trentième et le soixantième jour, mais reste faible jusque vers le cent-cinquantième jour après le traitement.

Quelles sont les raisons de ces différences de comportement ? Est-ce dû à une persistance plus grande du furadan dans les tissus de la plante, à une action némostatique plus forte sur ces populations présentes dans le sol ? Les connaissances actuelles ne permettent pas de la préciser.

De l'ensemble de cette expérimentation on déduira que le némacur et le furadan ont une activité sensiblement égale en application préventive, que le second est nettement supérieur en application curative. Le miral ne présente d'intérêt ni dans l'une ni dans l'autre de ces modalités d'action.

Némacur et furadan apparaissent donc comme étant très efficaces pour lutter contre la nématose de l'ananas due à *Pratylenchus brachyurus*. Mais cette action préventive ou

curative des nématicides associés ou non avec un fumigant à la plantation n'est qu'un des aspects du problème ; les autres, notamment les effets de ces produits sur la plante et la production, seront présentés dans les publications à venir.

BIBLIOGRAPHIE

BERGE (J.B.) et CUANY (A.). 1978.
Relation entre le pouvoir paralysant et l'activité anticholinestérasique de l'Aldicarbe et de ses métabolites sur deux modèles de nématodes.
Document INRA, 14 p.

BERGE (J.B.), CUANY (A.) et BRIDE (J.M.). 1980.
Mode d'action des nématicides : exemple du bromure de méthyle et de l'Aldicarbe.
Bull. Soc. franç. Phytiatrie et Phytopharmacie, sous presse.

BUNT (J.A.). 1979.
Effect and mode of action of some systemic nematicides.
H. Veenman & Zouen B.V. Ed., Wageningen, 128 p.

COOLEN (W.A.) et D'HERDE (C.J.). 1972.
A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Gand (Belgique).
State agricultural Research Centre, 77 p.

GUEROUT (R.). 1973.
Effet des traitements DBCP dans les plantations d'ananas de Côte d'Ivoire.
Document Réunion annuelle IRFA, n° 139, 5 p.

GUEROUT (R.). 1975.
Nematodes of pineapple : a review.
PANS, vol. 21, n° 2, p. 123-140.

LACOEUILHE (J.J.) et GUEROUT (R.). 1976.
Action du nématode *Pratylenchus brachyurus* sur la croissance, la nutrition et les rendements de l'ananas 'Cayenne lisse'. Influence de la localisation de la fumure.
Fruits, vol. 31, n° 3, p. 147-156.

POTTER (J.W.) et MARKS (C.F.). 1976.
Persistance of activity of oxamyl against *Heterodera schachtii* on cabbage.
J. Nematol., vol. 8, n° 1, p. 35-38.

SARAH (J.L.). 1979.
Effets des différents produits nématicides testés en pulvérisation foliaire sur ananas.
Document Réunion annuelle IRFA, 13 p.

TAYLOR (C.E.) et ALPHEY (T.J.W.). 1973.
Aspects of the systemic nematicidal potentiel of Du Pont 1410 in control of Longidorus and Xiphinema virus vector nematodes.
Ann. Appl. Biol., vol. 75, n° 3, p. 464-467.

VILARDEBO (A.). 1975.
Efficacité des traitements de lutte contre *Pratylenchus brachyurus* en culture d'ananas avec le DBCP.
Document Réunion annuelle IRFA, 8 p.

VILARDEBO (A.). 1975.
Evolution des populations de *Pratylenchus brachyurus* dans les racines d'ananas au cours du cycle de la culture.
Document Réunion annuelle IRFA, 6 p.

VILARDEBO (A.). 1975.
Utilisation des nouveaux nématicides en culture d'ananas. Etude des différents modes d'application.
Document Réunion annuelle IRFA, 17 p.

WHITEHEAD (A.G.). 1973.
Control of cyst nematodes (*Heterodera* soo.) by organophosphates, oximcarbamates and soil fumigants.
Ann. Appl. Biol., vol. 75, n° 3, p. 439-453.