

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

II - Effets secondaires d'applications foliaires sur la phase végétative du cycle de développement de l'ananas.

J.L. SARAH*

UTILISATION DE NEMATICIDES ENDOTHERAPIQUES
DANS LA LUTTE CONTRE *PRATYLENCHUS BRACHYURUS*
(GODFREY) (NEMATODA, PRATYLENCHIDAE)
EN CULTURE D'ANANAS.

II.- Effets secondaires d'applications foliaires sur la phase végétative
du cycle de développement de l'ananas

J.L. SARAH (IRFA)

Fruits, mai 1981, vol. 36, n° 5, p. 275-283.

RESUME - Les nématicides systémiques appliqués par voie foliaire peuvent occasionner des effets phytotoxiques sur l'ananas. Le MOCAP (ethoprophos) provoque, dans les conditions expérimentales des études entreprises, des brûlures extrêmement importantes du feuillage et une diminution très nette du rythme d'émission foliaire. Le NEMACUR (phenamiphos) provoque également des brûlures dont la gravité est en fonction de la dose, de la concentration, des conditions climatiques et de l'état physiologique du plant. La croissance pondérale des feuilles a tendance à être ralentie en liaison avec la gravité des brûlures, mais le rythme d'émission foliaire ne semble pas perturbé. Le MIRAL (isazophos) ne provoque qu'exceptionnellement des brûlures, mais il a un effet dépressif très marqué sur la croissance lié à une perturbation de la nutrition hydrique. Le FURADAN (carbofuran) ne produit aucun effet phytotoxique et ne perturbe pas la croissance.

INTRODUCTION

L'apparition, il y a treize ans, d'une nouvelle génération de molécules nématicides à propriétés systémiques, fit naître de grands espoirs pour l'amélioration de la lutte contre les nématodes. Ces espoirs furent comblés assez vite sur de nombreuses cultures et notamment la banane mais il n'en fut pas de même pour l'ananas. Il a en effet été constaté dans les expérimentations mises en place sur ananas en Côte

d'Ivoire par R. GUEROUT que, après application de nématicides, des brûlures du feuillage pouvaient apparaître. De plus, la croissance n'était pas ou peu améliorée (et parfois même diminuée) par rapport aux traitements par fumigation au DBCP, malgré le bien meilleur assainissement racinaire (VILARDEBO, 1975). Ces observations furent confirmées lors des premiers essais mis en place par l'auteur. Cela a amené à supposer que les produits expérimentés, qui ont tous des propriétés systémiques plus ou moins grandes, occasionnent des perturbations physiologiques mal définies qui influent de façon négative sur le développement des

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

plants traités.

Il s'est donc avéré nécessaire de tenter de préciser pour chaque produit les symptômes, spécifiques ou non, qu'ils déclenchent et l'importance de ces manifestations selon les modalités d'application. A cet effet deux études ont été entreprises. La première avait pour but de mettre en évidence de façon nette les symptômes spécifiques produits par les différents composés en utilisant des doses fortes et répétées. La seconde a été conçue de façon à relier les effets sur les plants aux modalités d'application (doses et concentration en matière active, fractionnement des applications).

TECHNIQUES ET METHODES

Les expérimentations ont été réalisées selon les techniques usuelles de culture de l'ananas en Côte d'Ivoire.

Le matériel végétal est de la variété 'Cayenne lisse'. Le maintien du terrain en jachère pendant 14 mois permet l'obtention d'une régression très importante de la population résiduelle dans le sol, de la principale espèce de nématode ravageur de l'ananas en Côte d'Ivoire : *Pratylenchus brachyurus*. De ce fait, le facteur nématode n'interfère aucunement dans les résultats obtenus. Les nématicides comparés sont :

- le FURADAN^{®*} (carbofuran) 2,3 dihydro-2,2-diméthyl-7-benzofuranyl méthyl carbamate, en formulation «flowable» titrant 48 p. 100 de matière active (480 g/litre)
- le MIRAL^{®**} (isazophos) thiophosphate de O-(5 chloro-1 isopropyl-1 H-1, 2,4 triazol 3-yle et de O-O diéthyl) en concentré émulsionnable à 50 p. 100 de matière active (500 g/litre).
- le NEMACUR^{®***} (phénamiphos) éthyl 4-méthylthio-m-totyl isopropyl phosphoro amidate) en concentré émulsionnable à 40 p. 100 de matière active 400 g/litre).
- le MOCAP^{®****} (éthoprophos) O-éthyl 5,5 dipropyl phosphoradithioate), en formulation concentrée émulsionnable, titrant 20 p. 100 de matière active.
- le DBCP (dibromochloropropane) en concentré émulsionnable titrant 75 p. 100 de matière active (volume/volume) est utilisé dans les parcelles référence.

Les observations réalisées portent sur le développement des plants et leur comportement après les traitements. La croissance est estimée par le prélèvement de la feuille «D» du plant (SIDERIS et KRAUS, 1936) dont le poids est assez bien corrélé avec celui du plant (PY, 1959). Dans chaque parcelle on prélève mensuellement la feuille «D» sur 20 plants à partir du quatrième mois après la plantation jusqu'au traitement d'induction florale.

* - marque déposée F.M.C.

** - marque déposée CIBA GEIGY

*** - marque déposée BAYER

**** - marque déposée MOBIL CHEMICAL

L'évolution du poids de ces feuilles nous donne une bonne estimation de leur croissance.

Dans le cas de l'expérimentation B, il est calculé une valeur pondérée du poids de feuille «D» pour atténuer l'influence du facteur hétérogénéité du sol. La formule employée est la suivante :

$$\text{Poids pondéré} = \frac{Pa}{Pr} \times \text{Pro}$$

dans laquelle :

Pa : poids de feuille «D» observé, de la parcelle considérée,
Pr : poids de feuille «D» observé dans la parcelle référence correspondante,

Pro : moyenne des poids de feuille «D» de l'ensemble des parcelles référence.

L'émission foliaire est contrôlée par marquage tous les deux mois de la dernière feuille visible dans le coeur de la plante, et comptage du nombre de feuilles comprises entre deux marques.

Les symptômes de phytotoxicité sont essentiellement des brûlures, par contact avec la bouillie, des jeunes feuilles du coeur de la rosette et plus particulièrement des trois ou quatre feuilles qui atteindront le stade feuille «D», deux à trois mois plus tard (LACOEUILHE et PY, 1974). Les parties atteintes se nécrosent et, dans les cas extrêmes, la feuille peut être sectionnée. Les observations sont faites trois semaines après l'application, afin que les feuilles atteintes soient devenues bien visibles et que l'observation soit toujours réalisée au même stade d'évolution des nécroses. Il est attribué des indices numériques selon la gravité des atteintes :

0 : pas de brûlure.

1 : traces de brûlures (quelques nécroses ponctuelles),

2 : brûlures bien visibles, pas plus d'une feuille atteinte sur toute sa largeur,

3 : brûlures intenses, au moins deux feuilles atteintes sur toute leur largeur et pouvant être sectionnées.

RESULTATS EXPERIMENTAUX

Expérimentation A : étude des symptômes spécifiques des différents nématicides.

Elle comprend cinq parcelles de 160 plants : une parcelle référence traitée au DBCP (30 litres/hectare à la plantation plus 15 litres/hectare à trois mois), et quatre autres parcelles recevant respectivement du FURADAN, du MIRAL, du MOCAP ou du NEMACUR en pulvérisation à la dose de 0,3 g de matière active par plant à la plantation puis tous les deux mois pendant dix mois. Il n'y a pas de répétition. L'essai est mis en place le 24 janvier 1977. La croissance est estimée par arrachage et pesée de seize plants par parcelle en mai, juillet et septembre 1977.

Les observations de brûlures sur feuilles ont été faites après les traitements réalisés à deux et quatre mois après

TABLEAU 1 - Expérimentation A. Pourcentage de plants dans chacune des classes d'indice numérique de gravité de brûlure . (dose appliquée 0,3 g de matière active).

	dates de traitements et indices de brûlures							
	26.3.1977				23.5.1977			
	0	1	2	3	0	1	2	3
FURADAN	100	0	0	0	100	0	0	0
MIRAL	100	0	0	0	96	2	2	0
MOCAP	0	0	6	94	0	0	3	97
NEMACUR	24	22	37	17	4	33	44	19
précipitations dans les 24 h après traitement					0 mm			
durée insolation le jour du traitement					8,3 heures			
âge des plants					2 mois			
					0 mm			
					9,6 heures			
					4 mois			

TABLEAU 2 - Experimentation A. Poids de feuilles «D» et rythme d'émission foliaire.

	FURADAN	MIRAL	MOCAP	NEMACUR	DBCP	
poids FD au TIF (1) en grammes	63,5	46,5	24,9	46,8	64,7	
nombre feuilles émises	du 24.2.77 au 24.4.77	5,6	4,4	3,5	5,1	5,4
	du 24.4.77 au 30.6.77	9,7	9,8	-	-	9,9
	du 30.6.77 au 8.8.77	7,1	7,6	5,7	7,0	7,3

(1) - FD : feuille «D». TIF : traitement d'induction florale

plantation (tableau 1). Le MOCAP occasionne des brûlures très graves sur la presque totalité des plants traités. Avec le NEMACUR elles sont d'intensité variable, certains plants ne présentant aucun symptôme visible, d'autres étant, au contraire, gravement touchés. Les effets des deux traitements ne sont pas significativement différents. Le FURADAN n'a provoqué aucune brûlure lors des deux applications alors qu'avec le MIRAL quatre plants sur les 108 observés ont montré quelques symptômes peu marqués après la deuxième application.

D'autres perturbations sont apparues ; il s'agit de manifestations non quantifiables. Le MIRAL entraîne une perte de la turgescence des feuilles. La «gouttière» n'est plus marquée et les feuilles paraissent plus larges. Le plant prend un aspect typique, affaissé en rosette. On retrouve des symptômes semblables mais moins accentués avec le NEMACUR. La coloration des plants est légèrement modifiée ; ils paraissent plus pâles avec une tendance au rougissement après traitement au MIRAL ou au NEMACUR, par rapport

à ceux traités au DBCP. Aucun symptôme n'est apparent dans la parcelle traitée au FURADAN. Dans celle recevant du MOCAP les brûlures sont tellement intenses qu'il est très difficile de déceler quelque autre manifestation.

La pesée des plants faite le 21 juillet 1977, soit quinze jours avant le traitement d'induction florale, nous permet de mesurer les effets des traitements sur la phase purement végétative (figure 1). L'analyse statistique amène à distinguer trois classes significativement différentes au seuil de 5 p. 100. La première est constituée des plants traités au FURADAN et de ceux de la parcelle de référence dont les croissances pondérales sont donc identiques. La deuxième est celle des plants traités au NEMACUR ou au MIRAL dont les croissances sont plus lentes. La troisième et dernière classe ne comprend que les plants traités au MOCAP qui sont très nettement perturbés dans leur développement.

La valeur du poids moyen de la feuille «D» de chaque parcelle au moment du traitement d'induction florale

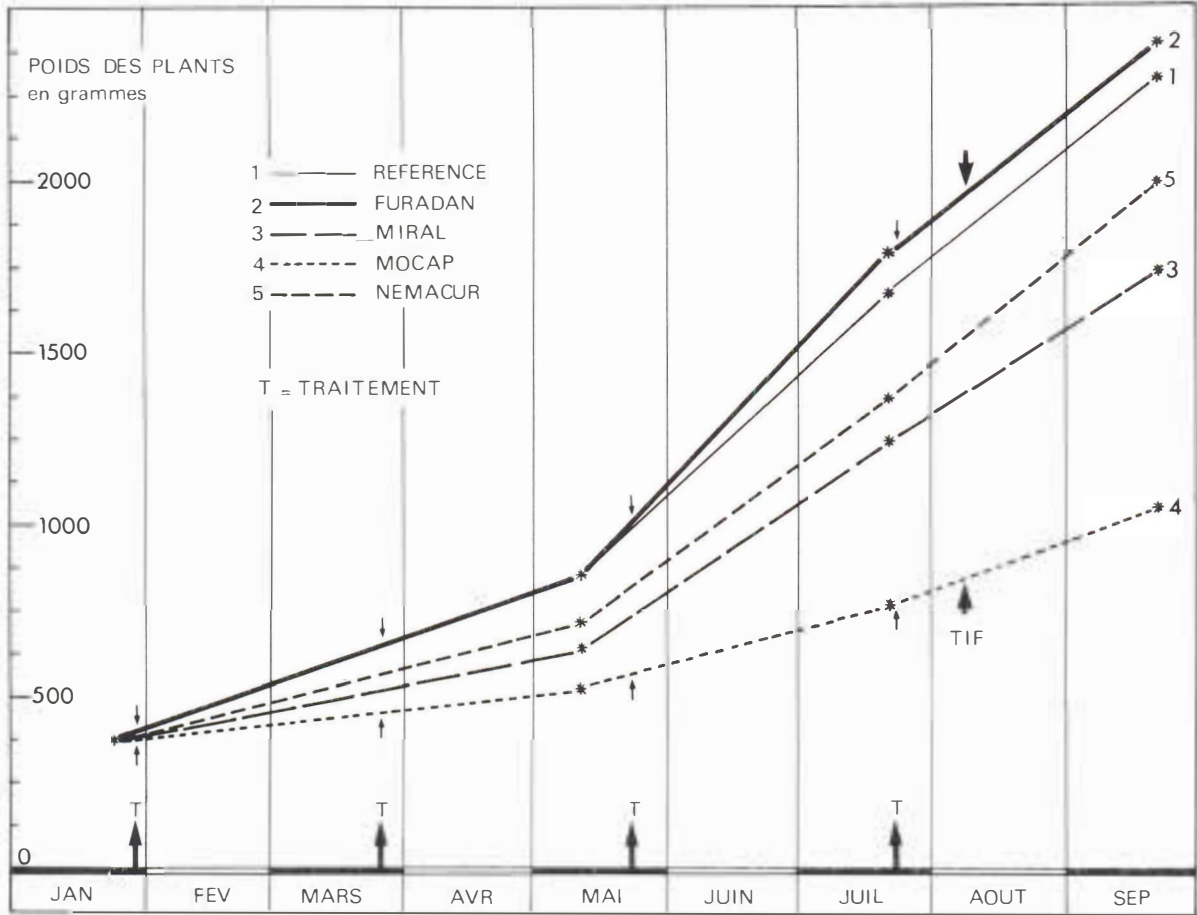


FIGURE 1 • EVOLUTION DU POIDS DES PLANTS. EXPERIMENTATION A.

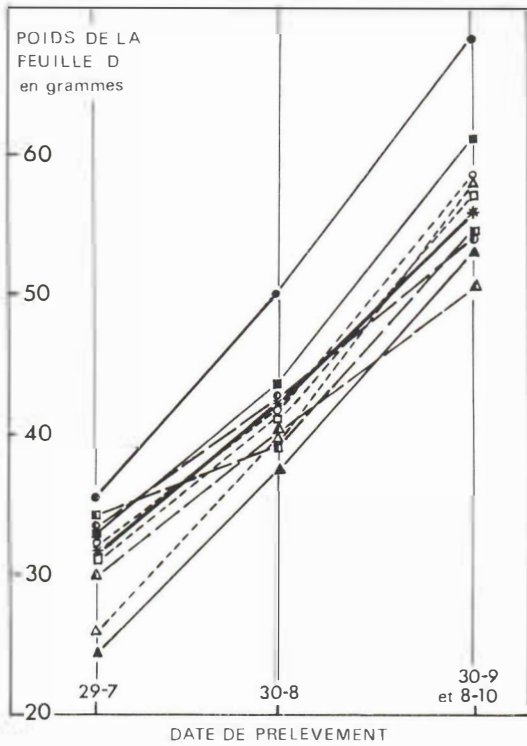


FIGURE 2 • EXPERIMENTATION B. EFFETS DE LA CONCENTRATION EN MATIERE ACTIVE DE LA BOUILLIE NEMATICIDE SUR L'EVOLUTION DU POIDS PONDERE DE LA FEUILLE "D".

	0,2 %	0,4 %	0,8 %
FURADAN	○ - - - ○	● - - - ●	● - - - ●
MIRAL	△ - - - △	▲ - - - ▲	▲ - - - ▲
NEMACUR	□ - - - □	■ - - - ■	■ - - - ■

* - - - * REFERENCE DBCP.

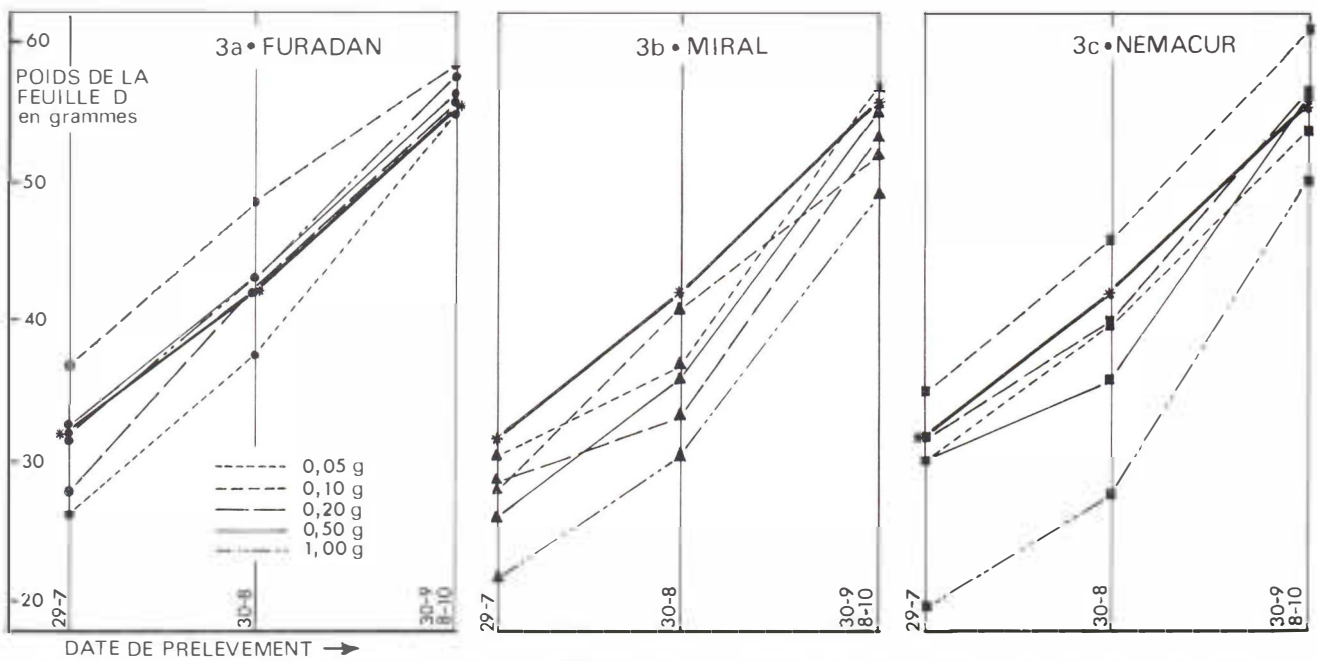


FIGURE 3a-b-c. EXPERIMENTATION B. EFFET DE LA DOSE DE FURADAN, MIRAL ET NEMACUR, APPLIQUEE EN UN SEUL TRAITEMENT SUR L'EVOLUTION DU POIDS PONDERE DE LA FEUILLE "D".

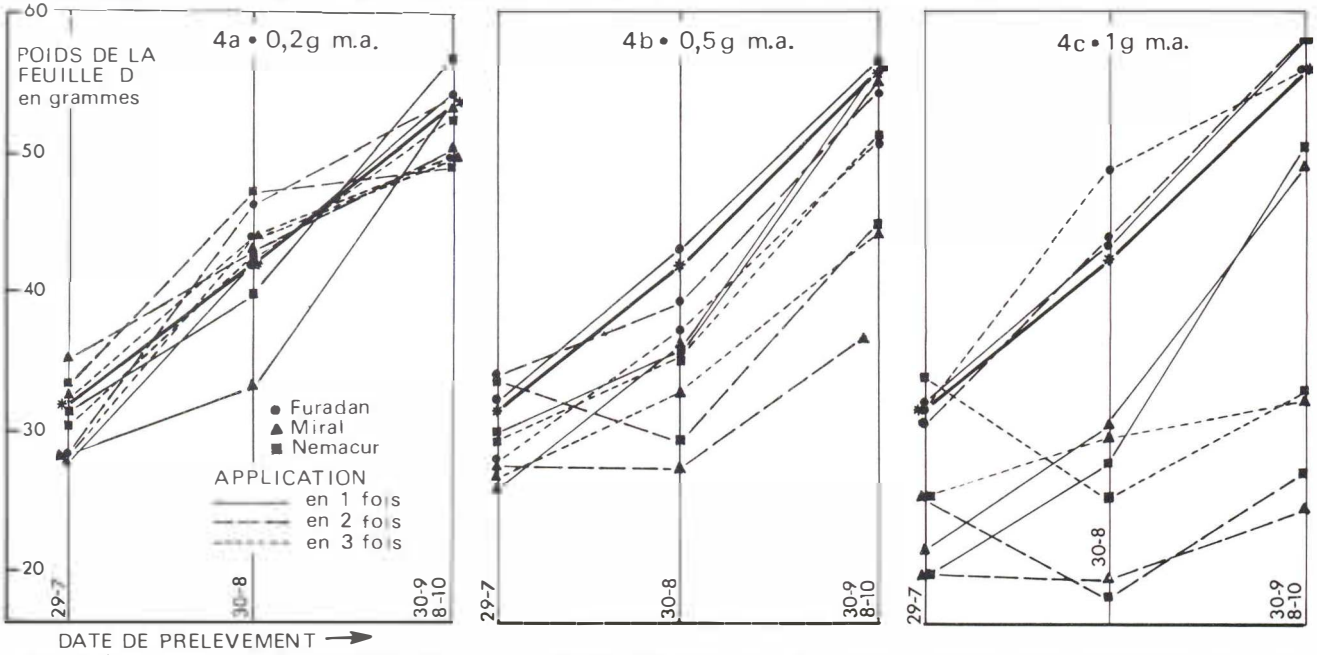


FIGURE 4a-b-c. EXPERIMENTATION B. EFFET DU FRACTIONNEMENT D'UNE DOSE TOTALE DE 0,2g, 0,5g ET 1g DE MATIERE ACTIVE SUR L'EVOLUTION DU POIDS PONDERE DE LA FEUILLE "D".

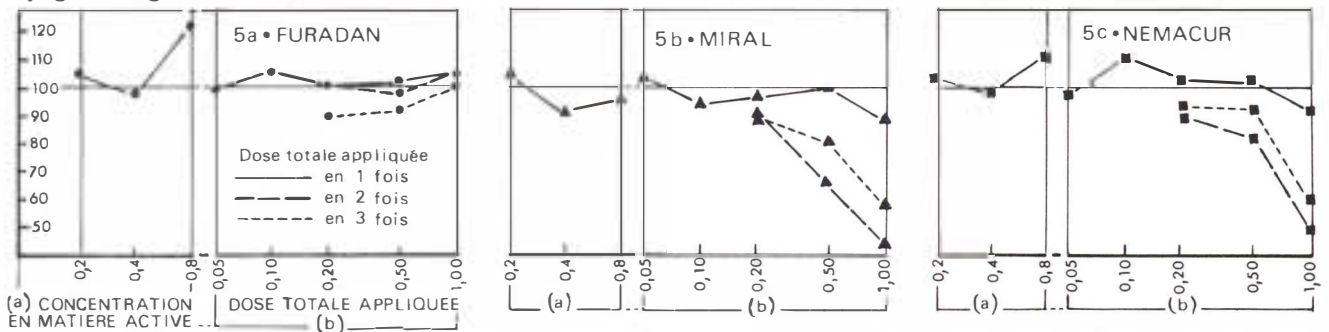


FIGURE 5a-b-c. EXPERIMENTATION B. POIDS PONDERE DE LA FEUILLE "D" AU MOMENT DU TRAITEMENT D'INDUCTION FLORALE (TIF) PAR RAPPORT A CELUI DE L'ENSEMBLE DES PARCELLES REFERENCE RAMENE A LA VALEUR 100.

TABLEAU 3 - Expérimentation B. Pourcentages de plants dans chacune des classes d'indice numérique de gravité de brûlure.

	dose appliquée	FURADAN				MIRAL				NEMACUR				
		0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	
traitement du 17.5.1977	0,05	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	- âge des plants : 1 mois 1/2 - pluie dans les 24 h suivant le traitement 0 mm - durée d'insolation le jour du traitement 7,1 heures
	0,067	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	
	0,1	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	
	0,17	100	0	0	0	100	0	0	0	95	5	0	0	
	0,2	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	
	0,25	100	0	0	0	100	0	0	0	84	14	21	1	
	0,33	100	0	0	0	100	0	0	0	51	19	28	2	
	0,5	100	0	0	0	95	5	0	0	3	22	55	20	
1,0	100	0	0	0	47	20	31	2	0	11	30	59		
traitement du 17.6.1977	0,067	100	0	0	0	100	0	0	0	86	14	0	0	- âge : 2 mois 1/2 - pluie : 1 mm - insolation : 8,8 h
	0,1	100	0	0	0	100	0	0	0	69	31	0	0	
	0,17	100	0	0	0	85	15	0	0	5	41	51	2	
	0,25	100	0	0	0	31	44	19	6	0	4	72	24	
	0,33	100	0	0	0	16	26	44	14	0	1	5	94	
	0,5	100	0	0	0	5	14	44	37	0	0	5	95	
traitement du 19.7.1977	0,067	100	0	0	0	100	0	0	0	98	2	0	0	- âge : 3 mois 1/2 - pluie : 0 mm - insolation : 1 h.
	0,17	100	0	0	0	100	0	0	0	56	16	24	4	
	0,33	100	0	0	0	54	12	15	19	0	0	7	93	

confirme les résultats obtenus par la pesée totale des plants (tableau 2). Elle est plus élevée pour celle de la parcelle de référence et celle traitée au FURADAN. Les résultats obtenus dans les parcelles traitées au NEMACUR et au MIRAL sont identiques et inférieurs à ceux des deux parcelles précédentes. Le poids le plus faible est celui des feuilles «D» des plants traités au MOCAP.

Les données concernant le rythme d'émission foliaire dans les parcelles traitées au NEMACUR et au MOCAP durant la période du 24 avril au 30 juin 1977 sont manquantes du fait de la perte des repères à la suite des brûlures. Cependant les valeurs observées aux autres périodes laissent supposer que ce rythme n'est pas perturbé par le NEMACUR (tableau 2). L'effet dépressif du NEMACUR sur le poids du plant serait donc imputable à une action sur le poids de chaque feuille. Par contre le MOCAP a très nettement diminué le nombre de feuilles émises. Le MIRAL n'a légèrement ralenti le rythme d'émission foliaire que dans la première partie du cycle (période du 24 février au 24 avril 1977). Par la suite ce rythme redevient normal. Aucune perturbation n'est constatée avec le FURADAN.

Expérimentation B : relation entre l'intensité des effets et les modalités d'application des nématicides.

Dans cette expérimentation, les doses de 0,05 g - 0,1 g - 0,2 g - 0,5 g et 1 g/plant de matière active sont étudiées en

dilution dans 50 ml d'eau (3.000 litres/ha). Celle de 0,2 g l'est également dans les dilutions de 25 ml - 50 ml ou 100 ml d'eau par plant, soit une équivalence de 1.500 - 3.000 ou 6.000 litres/ha de bouillie à 0,8 - 0,4 ou 0,2 p. 100 de matière active. Les trois doses les plus élevées sont expérimentées à différents fractionnements c'est-à-dire appliquées en une, deux ou trois fois. Il y a donc 14 objets étudiés par produit. La première application est faite un mois et demi après la plantation, les suivantes, lorsque c'est le cas, sont faites à un mois d'intervalle. A chaque groupe de traitements (un groupe équivaut à trois parcelles recevant chacune un produit différent selon les mêmes modalités), on adjoint une parcelle de référence ne recevant pas de pulvérisations foliaires. La croissance de chaque groupe peut être ainsi comparée à la croissance réelle en l'absence de pulvérisation. Le sol est maintenu en jachère pendant 14 mois avant la plantation ; celle-ci est effectuée le 31 mars 1977. Toutes les parcelles ont reçu de plus, un traitement par fumigation de 30 litres/hectare de DBCP à la plantation, et de 15 litres/hectare en rappel trois mois plus tard. Pour des raisons pratiques, du fait du grand nombre de parcelles, chacune ne comprend que 80 plants observés.

A la dose de 0,2 g de matière active par plant, aux concentrations allant de 0,2 à 0,8 p. 100, ni le MIRAL ni le FURADAN n'ont occasionné de brûlures (tableau 3). Avec le NEMACUR, la concentration de 0,8 p. 100 provoque des brûlures, cependant peu intenses dans l'ensemble.

Le FURADAN quelle que soit la dose employée dans l'éventail expérimenté ne provoque aucune brûlure. Il n'en est pas de même avec les deux autres produits. En matière active, les effets d'une dose donnée de NEMACUR sont équivalents à ceux d'une dose double ou triple de MIRAL. Le nombre de plants touchés et l'intensité des brûlures est variable selon la date des applications. Après le premier traitement, les brûlures sont moins fortes et les plants atteints moins nombreux que lors des deux suivants, le deuxième provoquant les effets les plus intenses (tableau 3).

Comme dans l'expérimentation A une perte de turgescence des feuilles a pu être observée. Elle est variable selon les doses appliquées. Elle est surtout marquée pour les plants traités au MIRAL. Les observations faites début juillet ont indiqué que l'affaissement des feuilles était très net pour une dose totale de 0,3 g de matière active de MIRAL et, plus discret pour les doses plus faibles. Avec le NEMACUR seuls les plants traités à 1 g au total présentaient des symptômes nets mais moins intenses qu'avec le MIRAL. La tendance au jaunissement des feuilles n'a été constatée que pour les plants traités au MIRAL.

Lors des deux premiers prélèvements destinés à étudier l'évolution du poids de feuille «D», l'échantillonnage est fait sur 20 feuilles par parcelle et de ce fait les variations aléatoires sont importantes. Au moment du traitement d'induction florale deux prélèvements à une semaine d'intervalle ont été faits et les résultats présentés sont la moyenne de ces deux observations. Ils constituent donc une valeur obtenue d'après 40 feuilles échantillonnées. Les variations aléatoires dues à l'échantillonnage sont donc réduites mais non celles dues aux facteurs qui touchent la parcelle dans son ensemble (hétérogénéité de la fertilisation, du sol, du microclimat, etc.). Du fait du grand nombre d'objets établis il n'a pas été possible de faire des répétitions, ce qui fait que seuls les effets importants peuvent être clairement mis en évidence.

Aux concentrations de 0,2 ou 0,4 p. 100 de matière active, correspondant respectivement à 6.000 ou 3.000 litres de bouillie par hectare, il ne peut être mis en évidence des différences d'action entre les trois produits. La croissance des plants traités est voisine de celle des plants de référence. Le MIRAL semble avoir des effets globalement plus dépressifs, mais il faut remarquer l'aspect contradictoire des deux courbes de croissance selon que la concentration est 0,2 ou 0,4 p. 100 de matière active (figure 2).

A la concentration de 0,8 p. 100 de matière active des différences plus nettes apparaissent. Les courbes d'évolution sont à peu près parallèles pour les trois produits, et indiquent une vitesse de croissance légèrement supérieure à celle des plants de référence. Le FURADAN entraîne la meilleure croissance, le poids de feuille «D» étant très nettement supérieur dès le premier prélèvement. Avec le NEMACUR les poids de feuille «D» des deux premiers prélèvements sont à peu près équivalents à ceux des plants de référence et assez nettement supérieurs au moment du traitement

d'induction florale. L'application de MIRAL a entraîné un effet dépressif très marqué sur la feuille «D» prélevée à quatre mois. Lors des prélèvements suivants ce poids moyen se rapproche progressivement de celui des plants de référence sans le rejoindre tout à fait (figure 2).

Lorsque la dose de FURADAN est appliquée en une seule fois, aucun effet lié à la quantité de matière active ne peut être mis en évidence (figures 3 a et 5 a). Au moment du traitement d'induction florale les poids de feuille «D» sont très voisins de ceux relevés dans les parcelles de référence. Les effets dépressifs du MIRAL sont nettement croissants avec la dose lors du premier prélèvement fait quatre mois après plantation dans les mêmes conditions (figures 3 b et 5 b). Par la suite ces effets ont tendance à s'estomper. Cependant les plants traités avec la dose la plus forte sont ceux qui présentent les poids de feuille «D» les plus faibles pendant toute la phase végétative et ils n'ont rattrapé qu'une partie de leur retard sur les plants de référence au moment du traitement d'induction florale.

Si l'on excepte les effets de la dose la plus faible, (0,05 g de matière active) le poids de la feuille «D» est en relation inverse avec les doses de NEMACUR appliquées en une seule fois (figures 3 c et 5 c). Les plants traités à 0,1 g ont le meilleur développement. Il est plus important que celui des plants de référence. Au moment du traitement d'induction florale, seuls les plants qui ont reçu la dose la plus forte (1 g de matière active) n'ont pas pu rattraper leur retard sur les plants de référence.

Dans l'ensemble les effets dépressifs sont plus marqués avec le MIRAL aux trois doses les plus faibles et équivalents à ceux du NEMACUR pour les deux doses les plus fortes.

Les plants qui ont reçu la dose totale de NEMACUR en trois applications semblent avoir une moins bonne croissance que ceux traités en une ou deux fois. Au moment du traitement d'induction florale ils ont rattrapé leur retard sur les plants de référence mais pas sur ceux dont la dose totale a été appliquée en une ou deux fois (figures 4 a et 5 a).

Le fractionnement des applications de NEMACUR (figures 4 c et 5 c) ou de MIRAL (figures 4 b et 5 b) a accentué l'action due à la dose totale. Le fractionnement en deux traitements a eu des effets dépressifs plus marqués que le fractionnement en trois applications. Avec la dose totale de 0,2 g de matière active, les effets du fractionnement sont assez faibles et la croissance des plants est proche de celle des plants de référence. Par contre, à 0,5 g et 1 g de matière active, les effets dépressifs sont accentués par le fractionnement, dans le sens d'un ralentissement très marqué de la vitesse de croissance (pente des segments de droite des figures 4 b et 4 c). Il faut remarquer que ces effets sont marqués dès quatre mois avec le MIRAL, alors qu'avec le NEMACUR il y a une régression entre le quatrième et le cinquième mois après plantation. Ceci est à mettre en relation avec la gravité des brûlures dues au NEMACUR lors de la deuxième application.

DISCUSSION

Le MOCAP est le produit le plus phytotoxique. Les plants ont été si gravement brûlés que cela a entraîné l'abandon de la formulation liquide de ce nématicide dans toute expérimentation ultérieure. Le NEMACUR provoque des brûlures d'autant plus intenses que la dose ou la concentration sont plus élevées. Cependant la quantité de matière active appliquée paraît prépondérante, car les brûlures provoquées par 0,2 g de matière active dans 25 ml se situent entre celles provoquées par 0,25 et 0,33 g de matière active dans 50 ml. Doubler la concentration a produit les mêmes effets qu'une augmentation de dose comprise entre 1,25 et 1,65 fois. A modalité d'application équivalente il apparaît que la gravité des brûlures est variable selon le moment de l'application dans le cycle. Les paramètres qui peuvent influencer la réponse des plants au traitement sont leur développement et les conditions climatiques lors de l'application. Le développement du plant intervient de façon évidente en ce sens que plus celui-ci est important et plus il retient de bouillie nématicide au coeur de la rosette du plant. Il est également probable que sa physiologie variant avec le développement, le plant soit plus ou moins sensible à quantité de matière active égale. Dans les facteurs climatiques qui peuvent intervenir il y a en premier lieu, les précipitations, cependant ce facteur n'a pas joué lors du déroulement des deux expérimentations. L'insolation est un facteur qui peut être important car il va modifier le métabolisme du plant par l'échauffement des feuilles et influencer sur la vitesse d'évaporation de l'eau de la bouillie. Dans la première expérimentation l'importance des brûlures est légèrement plus forte à quatre mois qu'à deux mois. Entre ces deux traitements, les plants se sont développés et la durée d'insolation est un peu plus longue. Dans la seconde expérimentation c'est le traitement fait à deux mois et demi qui a provoqué l'apparition des symptômes les plus graves et celui fait à un mois et demi, les effets les moins marqués. Le développement des plants est bien entendu le plus important à trois mois et demi mais l'insolation a été maximale lors du traitement à deux mois et demi. On peut admettre que lors de celui-ci l'insolation a joué un rôle primordial dans l'apparition des brûlures, alors qu'à trois mois et demi c'est l'aspect développement et physiologie du plant qui a été prépondérant. Ceci laisse supposer que les plants ont une susceptibilité propre croissante pendant les quatre premiers mois au moins.

Le MIRAL n'a pratiquement pas entraîné de brûlures pour une dose de 0,3 g de matière active dans la première expérimentation. Dans la seconde, des traces sont apparues dès 0,17 g après l'application faite à deux mois et demi. Ce qui confirme la variation de sensibilité des plants au cours de leur cycle de développement végétatif et au cours de l'année.

Quelles que soient les modalités d'application et la quantité de matière active reçue, les plants traités au FURADAN ne présentent jamais la moindre trace de brûlure. Les quatre produits expérimentés s'ordonnent donc parfaitement selon

une gamme complète d'effets phytotoxiques de contact sur les feuilles d'ananas.

Les autres symptômes visuels ne peuvent être observés et rapportés que subjectivement. Ils sont cependant apparus de façon suffisamment nette dans la première étude pour qu'on puisse les décrire assez précisément. Ces symptômes sont très spectaculaires sur les plants traités au MIRAL et s'expriment de façon plus discrète avec le NEMACUR. La perte de turgescence des feuilles, leur étalement, leur tendance au jaunissement et au rougissement traduisent des perturbations de l'assimilation de l'eau.

Dans l'expérimentation A, la croissance des plants traités au FURADAN est tout à fait comparable à celle des plants de référence, ce qui est confirmé dans la seconde étude. Cependant il semble qu'une augmentation de la concentration ait des effets favorables sur la croissance végétative. En revanche, le fractionnement paraît avoir des effets défavorables et ce d'autant plus que la dose totale est plus faible.

Avec le NEMACUR et le MIRAL les résultats obtenus sont, dans l'ensemble, assez voisins, mais on note certaines divergences indiquant des modes d'action différents. Dans les deux études il a été mis en évidence une phytotoxicité de contact plus marquée avec le NEMACUR et une perturbation plus intense de l'absorption hydrique avec le MIRAL. Les brûlures peuvent avoir un rôle non négligeable dans l'évolution du poids des plants et du poids de feuille «D», lorsqu'elles sont importantes. On peut observer en effet une perte de matériel végétal (coupure de certaines feuilles provoquant la chute d'une grande partie du limbe). Ceci entraîne une perte directe de poids du plant et une réduction du potentiel photosynthétique, sans doute faible mais non nulle. De plus, il est hautement probable que les feuilles atteintes mais non coupées soient perturbées dans leur développement. Cela peut expliquer la baisse ou la stagnation du poids moyen de feuille «D» entre les deux premiers prélèvements pour les doses fortes de NEMACUR, et, à un degré moindre, de MIRAL. On peut penser que dans ce cas la corrélation entre le poids de la feuille «D» et le poids du plant soit faussée. Il convient donc de rester prudent quant à l'interprétation de ces données. Les troubles nutritionnels qui se sont manifestés parfois de façon spectaculaire sont bien sûr le facteur essentiel ayant perturbé la croissance des plants. Plus la dose est forte plus les manifestations de phytotoxicité sont marquées et corollairement plus l'évolution du poids des feuilles «D» est ralentie. L'application de la dose totale en plusieurs fois a tendance à augmenter l'effet dépressif dû à la dose totale appliquée. Cependant le fractionnement en deux applications a eu des effets plus défavorables que celui en trois applications. On a vu que les brûlures avaient été nettement plus intenses après le deuxième traitement, ce qui signifie que, quelle qu'en soit la raison, les plants ont été davantage sensibles à celui-ci. Il faut remarquer que lors de cette seconde application les plants ayant reçu la quantité la plus importante de nématicides sont ceux dont la dose totale a été appliquée en deux fois. Il est donc logique qu'ils aient été davantage perturbés que les autres.

Les brûlures provoquées par le MOCAP sont telles qu'elles sont une cause directe importante de la mauvaise croissance des plants. Des perturbations physiologiques plus profondes du type de celles observées avec le NEMACUR et le MIRAL interviennent probablement mais il n'a pas été possible de les mettre en évidence.

CONCLUSIONS

Les deux études ayant été entreprises sur des sols dont l'inoculum avait été très abaissé par une jachère de 12 à 14 mois, l'effet dépressif dû aux attaques de nématodes phytoparasites (*Pratylenchus brachyurus* principalement) a ainsi été pratiquement annulé. Les résultats obtenus traduisent donc les effets intrinsèques des pesticides utilisés sur les plants d'ananas.

Par rapport au traitement classique par fumigation au DBCP, aucun effet bénéfique marqué n'a pu être dégagé de façon précise pour aucun des autres produits expérimentés, mis à part le FURADAN utilisé à forte concentration. En revanche deux grandes catégories d'effets dépressifs ont pu être mis en évidence : ceux à caractère phytotoxique, dus au contact des produits sur le limbe foliaire et se traduisant pas une nécrose (brûlure) plus ou moins intense, et ceux perturbant la physiologie du plant, dont les troubles du bilan hydrique étaient la manifestation la plus évidente. Ces différents effets se traduisent par un ralentissement de la croissance végétative.

Dans les limites des modalités expérimentales de cette étude, seul le FURADAN n'occasionne aucun de ces troubles. C'est aussi le nématicide le plus actif sur les

nématodes. Malheureusement, les effets dépressifs très marqués sur la différenciation florale, le développement du fruit et la sortie des rejets mis en évidence dans les études spécifiques (résultats à paraître prochainement) annulent les avantages procurés par l'assainissement racinaire et l'absence de perturbation du développement végétatif.

A l'opposé, le MOCAP a provoqué des brûlures extrêmement graves qui ont amené l'abandon de toute expérimentation ultérieure et tout emploi de cette formulation.

Le NEMACUR occasionne des brûlures plus marquées que le MIRAL mais celui-ci perturbe davantage la physiologie interne du plant. Si des effets très intenses ont pu être mis en évidence pour des doses élevées, on constate que pour une quantité de matière active égale ou inférieure à 0,2 g de NEMACUR par plant, c'est-à-dire celles utilisables dans la pratique, les troubles sont indécélables ou très faibles. Avec le MIRAL, les effets dépressifs sur la croissance des plants, pour une application de 0,2 g de matière active ou moins, sont assez marqués mais les plants rattrapent généralement leur retard de croissance avant le traitement d'induction florale.

Dans l'étude sur l'activité préventive et curative sur les infestations racinaires de ces mêmes produits (SARAH, 1980) il est apparu qu'à dose égale, l'efficacité du NEMACUR était supérieure à celle du MIRAL. Il paraît bien, après l'analyse de l'ensemble des résultats obtenus, que le NEMACUR soit le nématicide le plus intéressant pour lutter contre la nématose de l'ananas due à *Pratylenchus brachyurus*. On verra cependant, qu'il ne doit être employé que dans certaines conditions car il est susceptible de perturber profondément la réponse du plant d'ananas au traitement d'induction florale (SARAH, à paraître).

BIBLIOGRAPHIE

LACOEUILHE (J.J.) et PY (C.). 1974.

La croissance de la feuille d'ananas en Côte d'Ivoire.
Fruits, vol. 29, n° 11, p. 709-713.

PY (C.). 1959.

Étude sur la croissance de l'ananas en Guinée.
Fruits, vol. 14, n° 1, p. 3-24.

SARAH (J.L.). 1979.

Effets des différents produits nématicides testés en pulvérisation foliaire sur ananas.
Document Réunion annuelle n° 61, 13 p.

SARAH (J.L.). 1980.

Utilisation des nématicides endotherapiques dans la lutte contre

Pratylenchus brachyurus (GODFREY) en culture d'ananas.

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

Fruits, vol. 35, n° 12, p. 745-757.

SIDERIS (C.P.) et KRAUSS (B.H.). 1936.

The classification and nomenclature of group of pineapple sections of leaves and sections of stems based on morphological and anatomical differences.

Pineapple Quart., vol. 6, p. 135-147.

VILARDEBO (A.). 1975.

Utilisation des nouveaux nématicides en culture d'ananas.

Étude des différents modes d'application.
Document interne IRFA, 17 p.

