

*Heterodera carotae* Jones, 1950.  
4. Intérêts et limites de la lutte chimique

Michel BOSSIS\*, Alain CAVELIER\*\* et Didier MUGNIÉRY\*

\* Laboratoire de Recherches de la Chaire de Zoologie et \*\* Service de Recherches Intégrées pour la Production Végétale,  
INRA, B.P. 29, 35650 Le Rheu, France.

RÉSUMÉ

Les traitements effectués contre *Heterodera carotae* conduisent, quand il s'agit de fumigants, à une augmentation très importante du rendement commercial. Cet effet est dû essentiellement à une augmentation du pourcentage de carottes commercialisables à laquelle s'ajoute, en cas de forte infestation, une action sur le poids moyen des carottes commercialisables et, dans une faible mesure, sur le nombre de carottes développées. Après récolte, les populations sont plus élevées qu'avant culture si la population initiale était moyenne à forte, moins élevées qu'avant culture si la population initiale était faible. En l'absence de cultivars résistants et étant

de 3,2 m de large à deux doses : 250 et 325 l/ha. Une bande témoin est conservée. Dix-neuf parcelles de 2,7 m de long sont matérialisées sur chaque bande. Dix sont ensemencées en carotte cv. Nandor en juin 1982. Les neuf autres, cultivées en poireau en 1982, sont ensemencées en carotte cv. Nandor en juin 1983. Le rendement est estimé, comme précédemment, en décembre.

totales par parcelle, poids moyen des carottes commercialisables. De plus, le pourcentage en poids et en nombre de carottes commercialisables est pris en compte après transformation  $\text{Arc sin } \sqrt{\quad}$ .

Les essais 1 et 4 sont soumis à l'analyse de variance. Les essais 2 et 5 sont analysés par comparaison de moyennes d'échantillons indépendants. L'essai 3 est analysé par comparaison de moyenne d'échantillons

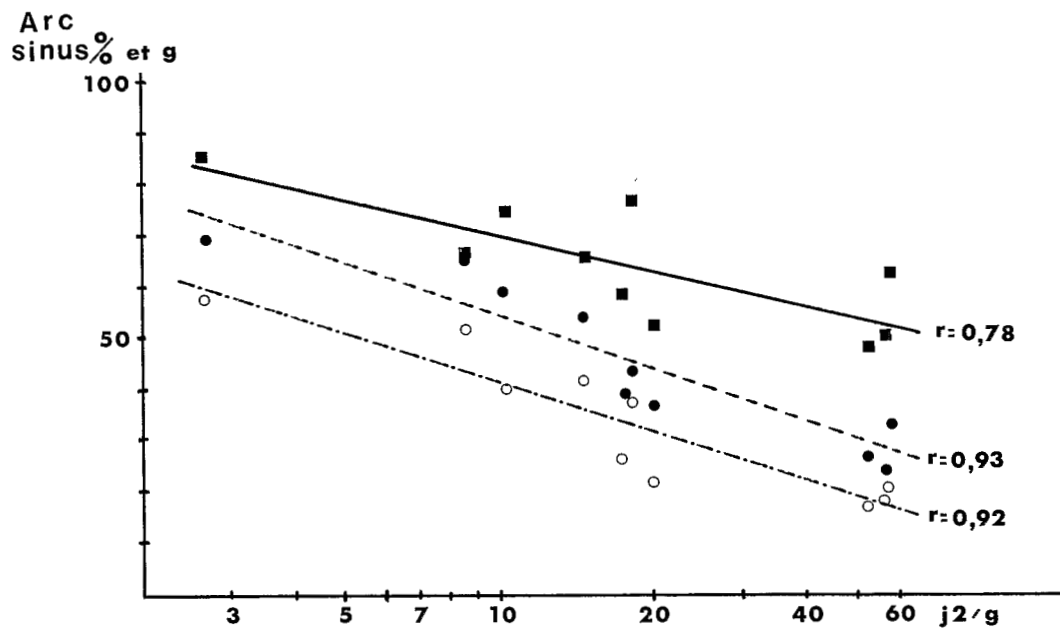
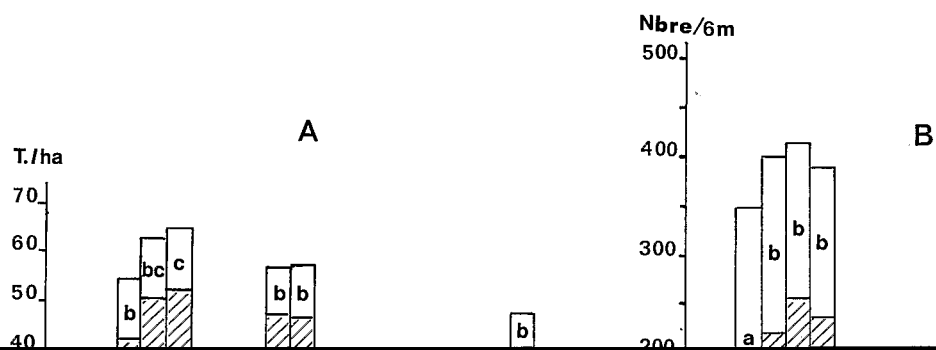


Fig. 2. Influence d'*Heterodera carotae* sur le rendement total et commercial (Essai 1). ■ = poids moyen (g) des carottes commercialisables; ● = pourcentage commercialisable, en poids; ○ = pourcentage commercialisable en nombre.

Essais 2 et 3 : avec ou sans traitement, il n'y a pas de [redacted] tes d'entre elles sont commercialisables. Il faut atteindre [redacted] le dose la plus élevée de fongicide pour augmenter le [redacted]



Essai 5 : seules les parcelles traitées au DB présentent des différences hautement significatives pour tous les critères de récolte, à l'exception du poids moyen de carottes commercialisables (Fig. 5 A, 5 B). La comparai-

son de moyennes d'échantillons indépendants montre que le traitement biologique n'a eu aucun effet sur les rendements ni sur les nématodes (Fig. 6).

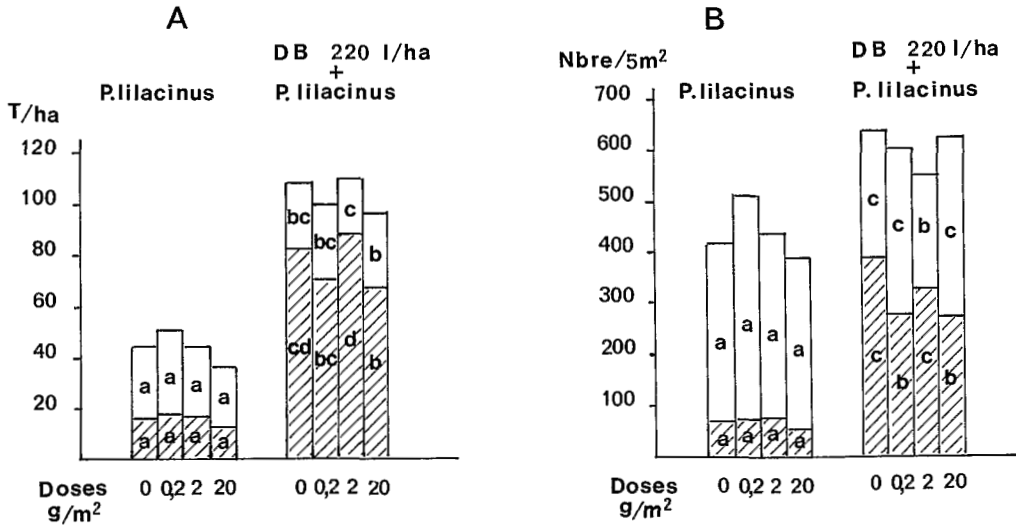


Fig. 5. Effet de *Paecilomyces lilacinus* seul et associé au DB sur le rendement total (blanc) et commercial (hachuré) (Essai 5); A : en tonnes par hectare; B : en nombre de carottes par ligne de 6 m (a, b, c et d correspondent à des différences significatives à 5 %).

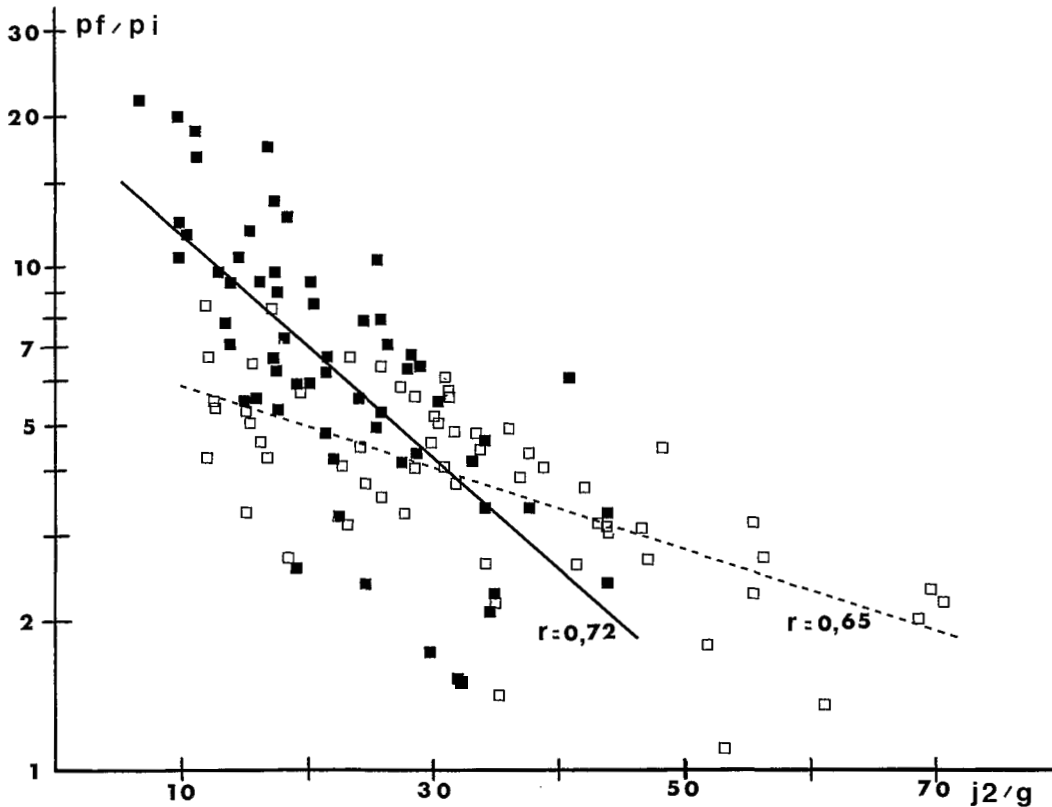


Fig. 6. Influence de la population initiale sur le taux de multiplication P<sub>f</sub>/P<sub>i</sub> avec ou sans traitement au DB (Essai 5). ■ = sans traitement DB; □ = avec traitement DB.

## DISCUSSION

Au travers de ces essais apparaît une constante : l'utilisation de fumigants améliore le rendement. Ce gain est quantitatif et qualitatif : davantage de carottes produites à l'hectare, et de meilleure qualité, ce dernier effet étant de beaucoup le plus important. En comparaison, le carbofuran et *P. lilacinus* se sont montrés peu ou pas du tout efficaces dans les conditions où ils ont été utilisés.

Que l'effet des fumigants ne soit que la conséquence de leurs propriétés nématicides n'est pas évident : aux doses utilisées, le carbofuran devrait être plus nématicide que le DD; les rendements sont cependant inverses. Par contre, l'analyse de l'essai 1 montrerait plutôt que seul l'effet nématicide a joué, dans la mesure où aucune différence de rendement n'apparaît entre les parcelles témoins et traitées dans le cas d'une faible infestation initiale. La mise en évidence de l'effet indirect du DD est envisagée dans une note séparée (Bossis & Mugniéry, 1989 b).

### Évolution des populations d'*H. carotae* en fonction des traitements

## RÉSULTATS

Les évolutions de population sont analysées selon le modèle de développement des populations étudié par Mugniéry (1976) pour *Globodera pallida* :

$$\log(\text{taux de multiplication}) = a \times Pi + b$$

où  $Pi$  correspond à la population initiale exprimée en J2/g.

Chaque fois que les coefficients de corrélation seront significatifs, nous admettrons la linéarité des régressions et nous comparerons les parcelles traitées et les traitements entre eux par l'analyse de covariance.

## Essai 1

Les données relatives aux deux ensembles, faiblement et fortement infestés, sont analysées ensemble. Pour les parcelles témoins, la corrélation entre population initiale et taux de multiplication est hautement significative ( $r = -0,879$  pour 8 ddl). Par contre, l'application du DD fait disparaître toute corrélation et ceci quelle que soit la dose utilisée. L'analyse de variance sur les taux de multiplication bruts ou transformés en log montre que seules les données relatives à la zone peu infestée présentent une différence significative entre parcelles témoins et traitées (Tab. 1).

## Essai 2

L'analyse des populations n'a été réalisée que pour le semis effectué en 1982. Toutes les corrélations sont significatives. L'analyse de covariance montre qu'il n'y a aucune différence de variance, de pente, d'ordonnée à l'origine entre parcelles témoins et traitées (Fig. 7).

## Essai 4

Compte tenu du nombre de répétitions, seule l'analyse de variance relative aux taux de multiplication, bruts ou transformés en log, est possible. Cette analyse est faite par blocs séparés, traités ou non au DD (Tab. 2). L'effet du carbofuran seul n'est décelable qu'en traitement mixte avec le DD, exception faite de la dose la plus faible. Nous noterons cependant que les taux de multiplication sont en général plus forts après application de l'un et l'autre nématicides. Comme les rendements observés sont la résultante de l'état général de la culture, ce résultat n'est pas contradictoire.

Tableau 1

Évolution d'*H. carotae* après carottes protégées par du DD, selon le niveau d'infestation

	Taux de multiplication	
	Zone très infestée	Zone peu infestée
Témoin	1,97 a	4,91 a
DD 180 l/ha	1,82 a	2,19 b
DD 315 l/ha	1,33 a	1,74 b
DD 450 l/ha	0,90 a	1,38 b

Tableau 2

Évolution d'*H. carotae* après carottes protégées par du Carbofuran seul ou combiné au DD

		Taux de multiplication
DD 300 l/ha +		
Carbofuran	0 kg/Ma/ha	1,86 a
	3 kg/Ma/ha	2,00 a
	5 kg/Ma/ha	1,24 b
	7,5 kg/Ma/ha	1,29 b
	10 kg/Ma/ha	1,31 b
Carbofuran	0 kg/Ma/ha	0,68 a
	3 kg/Ma/ha	0,55 a
	5 kg/Ma/ha	1,13 a
	7,5 kg/Ma/ha	1,32 a
	10 kg/Ma/ha	0,97 a

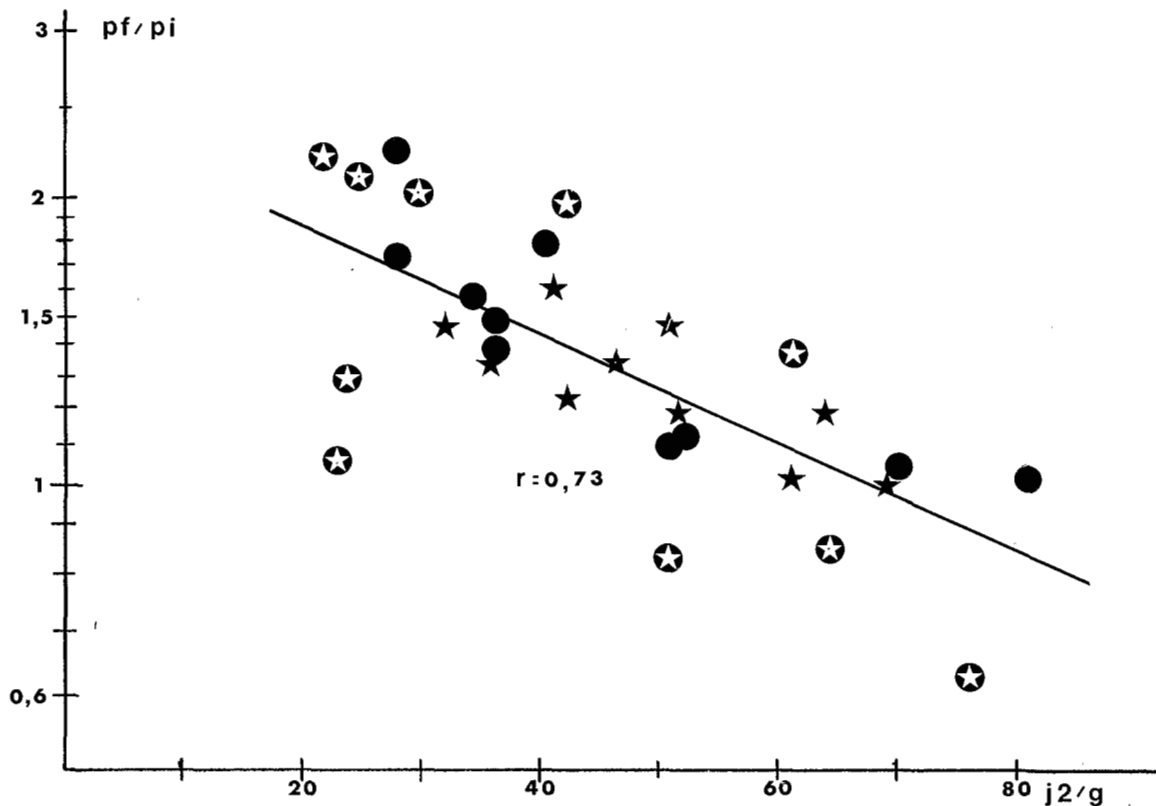


Fig. 7. Influence de la population initiale sur le taux de multiplication Pf/Pi avec ou sans traitement au DD (Essai 2). ● = sans traitement DD; ★ = avec traitement DD : 250 l/ha; ☆ = avec traitement DD : 325 l/ha.

#### Essai 5

Chaque traitement est analysé séparément. Toutes les corrélations sont significatives. L'analyse de covariance ne permet pas de distinguer de différence de variance, de pente et d'ordonnée à l'origine d'une part entre les parcelles traitées au DB et d'autre part entre les parcelles non traitées au DB. Par contre, elle montre que les pentes et les ordonnées à l'origine sont significativement différentes selon qu'il y a eu ou non traitement au DB (Fig. 6). Ceci montre qu'à faible population initiale, il y

Quand l'infestation initiale est forte, elle induit des dégâts importants et le faible développement du végétal conduit à un taux de multiplication réduit des nématodes. Quand la plante est protégée par un fumigant, son développement végétatif est bon, ce qui entraîne une multiplication importante des nématodes survivant au traitement. Le sol est, après culture, plus infesté qu'il ne l'était avant culture, et plus qu'en l'absence de traitement.

Dans le cas d'infestation faible, ne limitant pas trop

*P. lilacinus*, tel qu'il a été utilisé, s'est montré décevant n'ayant aucune action notable sur le rendement ou sur l'évolution des populations. Les essais d'isolement du champignon en cours de culture ont montré que s'il avait colonisé le sol, il avait été incapable de contaminer les masses d'œufs pondus par les femelles de première génération.

### Conclusion générale

La pratique courante des traitements de sol à l'aide de fumigants pour lutter contre *H. carotae* paraît se justifier pour des raisons économiques. En présence d'*H. carotae*, les baisses de rendement peuvent être très importantes et, dans certains cas, conduire à un rendement en carottes commercialisables nul. Les autres moyens de lutte essayés, carbofuran (homologué sur carotte à la dose la plus faible) et *P. lilacinus*, procurent, au mieux, des augmentations de rendement dérisoires si on les compare à celles consécutives aux fumigants. Même à très forte dose, le carbofuran est très en dessous du DD appliqué à dose normale, et ceci compte non tenu du prix de revient comparatif du carbofuran, et des résidus trouvés dans les carottes. Cette « efficacité » du DD pourrait être due à ses propriétés phytostimulantes (Bossis & Mugniéry, 1989 b). L'effet du fumigant

par rapport au témoin. C'est cependant dans ce cas que le traitement est le moins nécessaire, si le seul objectif est le rendement commercial.

Ceci signifie qu'en l'état actuel de nos connaissances, la fumigation des sols constitue le seul moyen disponible au niveau agricole pour des régions spécialisées dans la culture de la carotte et pour des agriculteurs qui ne veulent pas respecter de trop longues rotations. L'absence de variétés résistantes et la perspective de limitation de l'utilisation des produits fumigants, chlorés ou bromés, laisseront les producteurs de carottes démunis devant *H. carotae*.

### RÉFÉRENCES

- BOSSIS, M. & MUGNIÉRY, D. (1988). *Heterodera carotae* Jones, 1950. 2. Dynamique des populations dans l'ouest de la France. *Revue Nématol.*, 11 : 315-320.
- BOSSIS, M. & MUGNIÉRY, D. (1989 a). *Heterodera carotae* Jones, 1950. 3. Nuisibilité en conditions de culture de l'ouest de la France. *Revue Nématol.*, 12 : 177-180.
- BOSSIS, M. & MUGNIÉRY, D. (1989 b). *Heterodera carotae* Jones, 1950. 5. Effet phytostimulant du DD. *Revue Nématol.*, 12 : 432-434.
- GRECO, N. & LAMBERTI, F. (1976). La lotta chimica contro *Heterodera carotae* in Puglia. *Nematol. medit.*, 4 : 133-137.