

Heterodera carotae Jones, 1950.

3. Nuisibilité en conditions de culture de l'ouest de la France

Michel BOSSIS et Didier MUGNIÉRY

Laboratoire de Recherches de la Chaire de Zoologie, INRA, B.P. 29, 35650 Le Rheu, France.

RÉSUMÉ

En conditions de culture, *Heterodera carotae* provoque des dégâts quantitatifs et qualitatifs sur carotte. Le nombre de carottes développées à l'hectare n'est pas affecté. Par contre, la proportion de carottes non commercialisables croît avec le log de la population initiale. Il s'ensuit une liaison très forte entre population initiale et rendement commercial. En cas de fortes infestations, le poids moyen par carotte commercialisable est également affecté. On peut considérer que ces dégâts interviennent aux alentours de 0,5 J2/g de sol. A partir de 30-50 J2/g, le rendement commercial peut être nul.

SUMMARY

Heterodera carotae Jones, 1950. 3. Nuisibility in fields in Western France

Heterodera carotae is a common pest in the west of France. In field conditions, the quantitative and qualitative decrease of yield due to this parasite are very important. If the number of carrots per hectare is not affected by the parasite, the number of marketable carrots is in direct relation with the initial population expressed in log. The total yield per hectare is generally affected but the main relationship is between initial population and marketable yield. In the case of light infestations, the average weight of the marketable carrots is not affected; the reverse is true in the case of high infestations. At the field level, the decrease of marketable yield is observed from 0.5 J2/g of soil. At 10 J2/g, the decrease may be of 50 %. From 30-50 J2/g, the marketable yield may be nil.

La nuisibilité d'*Heterodera carotae* en région atlantique est mal connue. Les seuls travaux relatifs à ce sujet ont été réalisés en zone méditerranéenne. Ils ont montré que le seuil de nuisibilité était très bas : 0,19 à 0,80 J2/g de sol (Ambrogioni & Marinari Palmisano, 1976; Greco & Brandonisio, 1980). Dans l'ouest de la France et en particulier en Normandie, région traditionnelle de production de carotte de plein champ, les seules données proviennent d'Harranger (1971) qui mentionne le seuil de 30 kystes/200 g de sol. Pour un contenu moyen de 50 à 100 juvéniles par kyste, ce seuil se situerait entre 7 et 15 J2/g de sol.

Il nous est apparu important d'étudier la relation existant entre populations du sol avant culture et rendements observés et d'essayer d'en déduire le seuil de nuisibilité. Ces connaissances sont d'autant plus importantes à acquérir qu'*H. carotae* est très répandu en Normandie où la pratique des traitements nématicides est devenue courante.

Matériel et méthodes

Tous les dispositifs expérimentaux utilisés consistent en la mise en place dans le département de la Manche de parcelles adjacentes disposées sur des terrains naturellement infestés n'ayant pas reçu de traitements nématicides au moins pendant les deux années précédant les

analyses. On s'arrange pour disposer d'une gamme d'infestation étendue.

ESSAI A

Cet essai est implanté à Beaubigny, sur sol sableux. Il consiste en 2 × 19 parcelles de 20 m² chacune. Chaque série de dix-neuf parcelles est ensemencée à une date différente, 5 et 15 juin, avec le cultivar Nandor. Le semis est effectué en ligne. La culture n'est pas irriguée. La récolte a lieu en décembre et le rendement est estimé sur la totalité de chaque parcelle par pesée des carottes commercialisables et non commercialisables.

ESSAI B

Vingt-quatre parcelles de 9 m² chacune sont ensemencées en juin avec le cultivar Nandor à Bretteville-sur-Ay, sur sol sableux. La culture est irriguée pendant l'été. La récolte a lieu en mars de l'année suivante. Les critères de récolte mesurés sont le rendement total et commercial, le nombre de carottes développées et commercialisables, la proportion de carottes commercialisables en poids et en nombre, ces deux derniers critères étant par la suite transformés en Arc sinus \sqrt{x} . Ces critères de récolte sont estimés à partir de 6 m linéaires par parcelle. Sont considérées commercialisables, les carottes non

déformées, d'une longueur minimale de 12 cm, de forme générale cylindrique avec un diamètre minimum de 1,8 cm.

ESSAI C

Quinze parcelles de 9 m² chacune sont ensemencées en juin à Créances sur sol sableux avec le cultivar Nandor. La culture est irriguée pendant l'été. La récolte a lieu en novembre. Elle est effectuée comme précédemment avec les mêmes mesures de rendement par parcelle.

ESTIMATION DES POPULATIONS

Les estimations de populations sont effectuées avant semis. Un échantillon de sol de 40 prises élémentaires

prélevées à l'aide d'une gouge de 1,5 cm de diamètre et de 20 cm de long est constitué par parcelle. Pour l'essai A, l'intégralité de l'échantillon est analysé après passage à l'éluutriateur de Fenwick. Pour les deux autres essais, seul un sous-échantillon de 300 g de terre est analysé à l'éluutriateur de Kort. Les kystes sont triés, dénombrés et écrasés pour en évaluer le contenu en juvéniles. Les populations initiales sont exprimées en J2/g de sol.

Résultats

Les résultats ont été analysés selon le modèle décrit par Lownsbery et Peters (1955), puis par Oostenbrink (1966) : $y = a \times \log Pi + b$, où y représente un critère de rendement et Pi la population initiale en J2/g.

ESSAI A

Pour des populations initiales s'échelonnant entre 0,5 et 50 J2/g de sol, les coefficients de corrélation entre population initiale et rendement commercial sont significatifs pour les deux dates de récolte, respectivement - 0,528 et - 0,820 pour 17 ddl. Par contre, avec le rendement total, la corrélation n'est significative que pour la deuxième date de semis. Les régressions linéaires calculées sont représentées graphiquement (Fig. 1). Elles montrent l'impact très important des nématodes sur le rendement. A partir de 20 J2/g de sol, le rende-

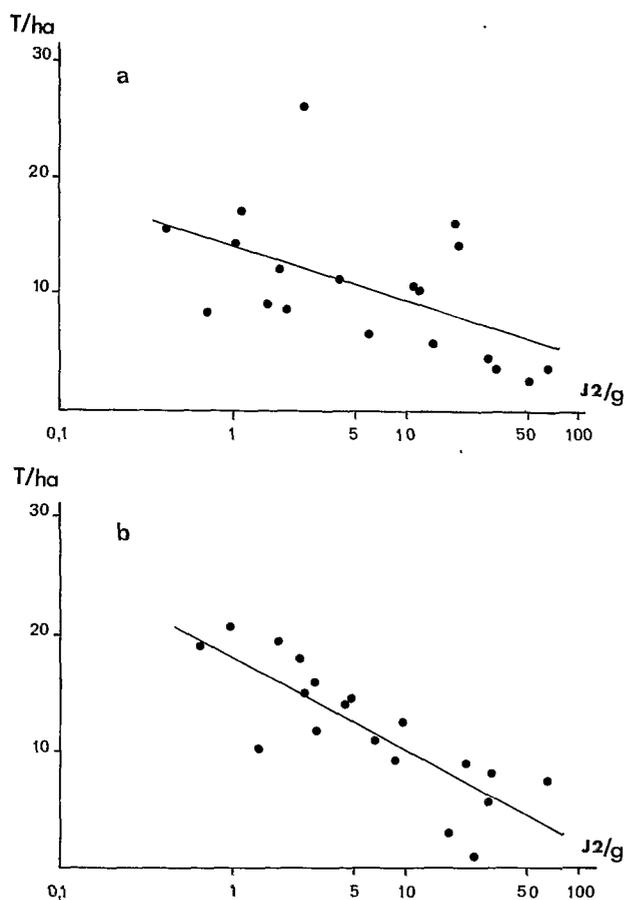


Fig. 1. Influence d'*Heterodera carotae* sur le rendement commercial de la carotte (Essai A); a : semis du 5 juin; b : semis du 15 juin.

Effect of Heterodera carotae on the marketable yield of carrots (Field A); a : sowing at June 5th; b : sowing at June 15th.

Tableau 1

Caractéristiques des liaisons entre les populations initiales d'*Heterodera carotae* transformées en log et les divers critères de récoltes (Essai B).

Relations between the log of the initial populations of Heterodera carotae and the components of the yield (Field B).

	Coefficient de corrélation	Pente	Ordonnée à l'origine
Rendement total/ha	- 0,411*	- 2,860	40,0334
Rendement commercial/ha	- 0,555**	- 3,951	35,799
Nombre total de carottes/6 m	0,033		
Nombre de carottes commercialisables/6 m	- 0,461*	- 8,282	116,068
Poids des carottes commercialisables (%)	- 0,563**	- 3,225	71,297
Nombre de carottes commercialisables (%)	- 0,583**	- 4,181	61,556
Poids moyen des carottes commercialisables (g)	- 0,220		

* et **, niveaux de signification aux seuils 5 et 1 %
ddl = 22

ment commercial devient très faible. Il aurait été probablement plus élevé si le rendement potentiel de la culture avait été meilleur. Or, il est relativement faible, de l'ordre de 20 t/ha, dû à l'absence d'irrigation et aux conditions climatiques défavorables au premier semis.

ESSAI B

Cet essai est implanté sur une zone très peu infestée : 0,01 à 3 J2/g de sol. En dépit de ce fait, les corrélations entre populations initiales et critères de récolte sont significatives, à l'exception du nombre total de carottes et du poids moyen par carotte commerciale (Tab. 1).

La pratique de l'irrigation a considérablement augmenté le potentiel de production qui correspond ici à 45 t/ha. La présence, même en faible quantité, d'*H. carotae* a contribué à réduire le rendement. Cette diminution devient sensible à partir de 0,2 J2/g de sol (Fig. 2).

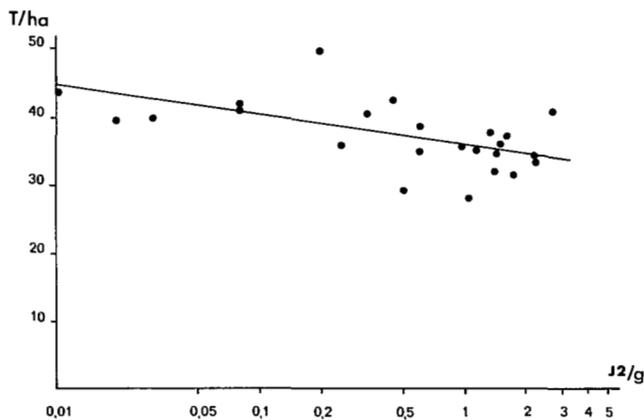


Fig. 2. Influence d'*Heterodera carotae* sur le rendement commercial de la carotte (Essai B).

Effect of Heterodera carotae on the marketable yield of carrots (Field B).

L'action du parasite semble complexe : il n'y a pas d'effet sur le nombre total de carottes développées. Par contre, il y a un effet visible sur la qualité des carottes produites, ce qui diminue le rendement commercial. Mais comme le rendement total est affecté, on peut considérer qu'il y a une action d'*H. carotae* à un double niveau : quantitatif par réduction de la quantité totale produite, qualitative par altération de l'aspect des carottes. Dans le cadre de la production de carottes de plein champ, ce second effet est extrêmement grave.

ESSAI C

Cet essai a été implanté sur un terrain très hétérogène au point de vue infestation : une parcelle est très peu infestée (2 J2/g), les autres le sont beaucoup plus (10 à 30 J2/g). Les corrélations ont été calculées en éliminant et en conservant cette parcelle peu infestée. En fait, son

élimination ne change rien aux significations rencontrées. Elle a donc été conservée.

Pour tous les critères de récolte, à l'exception du nombre total de carottes produites, les coefficients de corrélation sont tous significatifs (Tab. 2). On retrouve

Tableau 2

Caractéristiques des liaisons entre les populations initiales d'*Heterodera carotae* transformées en log et les divers critères de récoltes (Essai C).

Relations between the log of the initial population of Heterodera carotae and the components of the yield (Field C).

	Coefficient de corrélation	Pente	Ordonnée à l'origine
Rendement total/ha	- 0,629*	- 45,042	93,358
Rendement commercial/ha	- 0,881**	- 50,681	87,493
Nombre total de carottes/6 m	- 0,311		
Nombre de carottes commercialisables/6 m	- 0,590*	- 100,611	240,741
Poids des carottes commercialisables (%)	- 0,640*	- 23,595	85,797
Nombre de carottes commercialisables (%)	- 0,786**	- 33,906	83,547
Poids moyen des carottes commercialisables (g)	- 0,880**	- 52,148	126,739

* et **, niveaux de signification aux seuils 5 et 1 %.
ddl = 13.

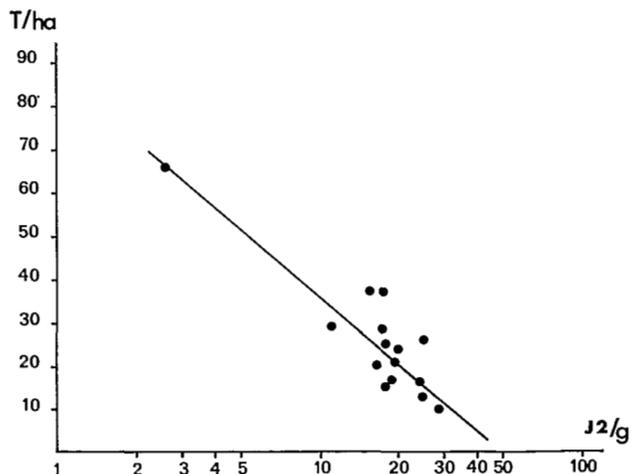


Fig. 3. Influence d'*Heterodera carotae* sur le rendement commercial de la carotte (Essai C).

Effect of Heterodera carotae on the marketable yield of carrots (Field C).

donc ici les mêmes résultats que précédemment, amplifiés par suite d'une infestation générale beaucoup plus forte. Là encore, la pratique de l'irrigation estivale a conduit à un rendement potentiel élevé de l'ordre de 65 t/ha. Cet apport d'eau n'a cependant pas permis de masquer les dégâts quantitatifs et qualitatifs dus à *H. carotae* (Fig. 3).

Discussion

L'effet d'*H. carotae* est extrêmement violent sur la carotte, particulièrement sur le rendement commercial. Dès que l'infestation du sol avant culture dépasse 20 J2/g de sol, on peut considérer la récolte comme très compromise du point de vue économique. Le seuil de nuisibilité ne peut être indiqué avec précision, dans la mesure où le modèle de Seinhorst (1965) est inadapté pour les gammes d'infestation observées. Empiriquement, au vu des essais A et C, on peut estimer que ce seuil se situe à un niveau inférieur ou égal à 1 J2/g de sol. L'essai B permet de le situer vers 0,2 J2/g de sol, ce qui correspond assez bien aux résultats acquis en Italie par Ambrogioni et Marinari Palmisano (1976). Cependant, les erreurs d'échantillonnage de populations situées entre 0,1 et 1 J2/g de sol sont telles qu'il semble vain de chercher par des essais de terrain à obtenir une plus grande précision dans l'estimation de ce seuil de nuisibilité. On considérera que dans les conditions de l'ouest de la France, la découverte d'une centaine de juvéniles par échantillon standard de 300 g de sol conduira à une diminution déjà sensible du rendement commercial, surtout si le sol considéré est sableux, donc susceptible de dessèchement rapide pendant l'été.

Compte tenu des taux de multiplication observés après culture de carotte et du déclin naturel des popu-

lations en l'absence de plante-hôte (Bossis & Mugniéry, 1988), on peut considérer que :

1) sur terrain peu infesté, une culture de carotte pourra être envisagée sans crainte de dommages importants; mais, après récolte, la population aura atteint un tel niveau que toute culture de carottes non protégée sera vouée à l'échec si elle s'effectue dans les quatre à cinq années qui suivent.

2) sur terrain très infesté, un traitement nématicide efficace devra être effectué avant toute implantation de culture de carotte.

RÉFÉRENCES

- AMBROGIONI, L. & MARINARI PALMISANO, A. (1976). Effetto di avvicendamenti culturali su *Heterodera carotae* (Nematoda : Heteroderidae), e sulla produzione di carota in terreno infestato. *Redia*, 59 : 355-368.
- BOSSIS, M. & MUGNIÉRY, D. (1988). *Heterodera carotae* Jones, 1950. 2. Dynamique des populations dans l'ouest de la France. *Revue Nématol.*, 11 : 315-320.
- GRECO, N. & BRANDONISIO, A. (1980). Relationship between *Heterodera carotae* and carrot yield, *Nematologica*, 26 : 497-500.
- HARRANGER, J. (1971). Les nématodes des cultures maraîchères. In : *Les Nématodes des Cultures*. Paris, Éd. ACTA/FNGPC : 351-375.
- LOWNSBERY, B. F. & PETERS, B. G. (1955). The relation of the tobacco cyst-nematode to tobacco growth. *Phytopathology*, 45 : 163-167.
- OOSTENBRINK, M. (1966). Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Meded. Landb. Hogesch. Wageningen*, 66-4, 46 p.
- SEINHORST, J. W. (1965). The relation between nematode density and damage to plants. *Nematologica*, 11 : 137-154.

Accepté pour publication le 27 juillet 1988.