

Heterodera carotae Jones, 1950. 1. Gamme d'hôtes, vitesse de développement, cycle

Didier MUGNIÉRY et Michel BOSSIS

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

RÉSUMÉ

En France, *Heterodera carotae* est un parasite commun sur carotte de plein champ, particulièrement dans l'ouest de la France. Son élevage sur carotte cultivée sur eau gélosée est facile et d'un rendement très satisfaisant. Cette méthode a permis de montrer qu'en plus de *Daucus carota* L., il peut effectuer l'intégralité de son cycle sur *Torilis (Caucalis) leptophylla* L. Sur toutes les autres ombellifères testées, très peu sont envahies et aucune ne permet son développement. Dans les conditions de l'ouest de la France, il est susceptible d'avoir deux générations annuelles et d'en commencer une troisième. Sa vitesse de développement en fonction de la température est rapide. Le calcul de la constante thermique et du zéro de développement permet de suivre son cycle en conditions naturelles pendant la première génération.

SUMMARY

Heterodera carotae Jones, 1950. 1. Host range, speed of development, cycle

In France, *Heterodera carotae* is a common pest on carrots, especially in the western part of France. A method of rearing the nematode on carrot cultured on water agar was described. Using this efficient method, it was possible to test the host range in some wild and cultivated umbellifers. Although juveniles nematodes penetrated several species, only *Daucus carota* L. and *Torilis (Caucalis) leptophylla* L. supported complete development of the parasite. The relationships between temperature and duration of development of the endoradicular and post endoradicular stages were studied. It was possible to calculate the development threshold and the thermic constant for both developmental stages and thereby predict the speed of development of the first generation in field conditions. Two generations completed their life cycle in the west of France. The beginning of a third generation was observed which may be completed successfully if carrots are harvested late.

Heterodera carotae Jones, nématode à kyste de la carotte, a été décrit en 1950. Découvert sur carotte par Triffit (1931) en Grande-Bretagne, ce nématode a été progressivement décelé dans de nombreux pays, européens pour la plupart : Pays-Bas (Oostenbrink, 1955), Allemagne (Sturhan, 1960; Stelter, 1969), Italie (Ambrogioni, 1969), Pologne (Brzeski, 1970), URSS (Kirjanova & Krall, 1971), Suisse (Vallotton, 1980). Hors Europe, il a été signalé en Inde (Swarup *et al.*, 1964) et très récemment aux États-Unis (Golden, comm. pers.).

En France, la découverte de ce nématode date de 1955 (Oudinet *et al.*, 1962). Trouvé d'abord dans l'ouest de la France, il a été décelé par la suite dans de nombreuses autres zones (Fig. 1). La majorité des foyers actuellement connus se situent dans l'ouest, en particulier dans le département de la Manche, région où sont produites près de 40 % des carottes de plein champ. Une enquête réalisée dans la Manche sur 120 parcelles prises au hasard et réparties dans divers secteurs de production montre que les deux tiers des surfaces cultivées en carotte sont infestés à des degrés divers, un tiers l'étant fortement (Bossis, 1988).

Les travaux publiés sur *H. carotae* sont extrêmement réduits : morphologie et cycle (Ambrogioni, 1971;

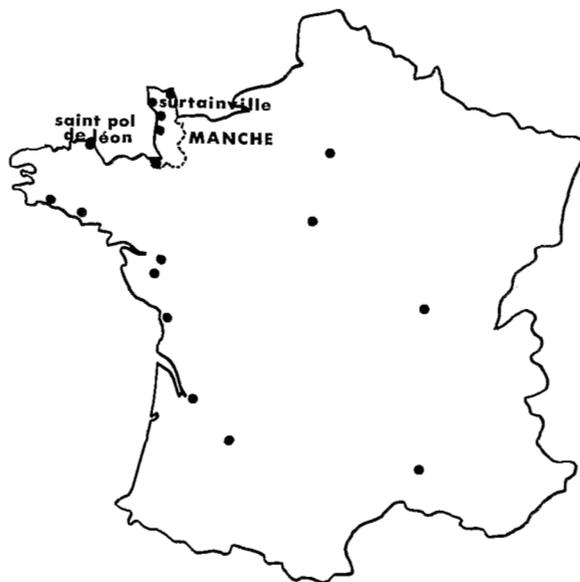


Fig. 1. Répartition des foyers connus d'*H. carotae*.
Distribution of *H. carotae* in France.

Stelter, 1969), modifications histologiques chez l'hôte (Ambrogioni & Melis Porcinai, 1972), gamme d'hôtes (Jones, 1950 b; Winslow, 1954; Vallotton, 1980), facteurs d'éclosion des larves (Winslow, 1955; Greco, 1981; Aubert, 1987), déterminisme du sexe (Mugniéry & Bossis, 1985).

Les références les plus nombreuses concernent l'importance économique de ce nématode (Ambrogioni & Marinari Palmisano, 1976; Greco & Brandonisio, 1980) et les méthodes de lutte applicables en conditions naturelles (Oudinet *et al.*, 1962; Greco & Lamberti, 1977).

Les travaux présentés ici visent à apporter un certain nombre de compléments dans ces divers domaines.

Matériel et méthodes

EN BOÎTE DE PETRI

Développement postembryonnaire

Publiée par Mugniéry et Person (1976), une méthode d'élevage a été mise au point pour quelques Heteroderidae dont *H. carotae*. Depuis, cette méthode a subi quelques améliorations et simplifications.

De l'eau gélifiée à 1,5 % est coulée en boîte de Petri. Après refroidissement, l'eau de condensation est éliminée du couvercle par secouage. 24 heures plus tard, une graine, désinfectée par trempage dans de l'eau, additionnée d'un mouillant quelconque, à 51° pendant 12,5 min, est déposée sur la gélose. Dès l'émission de la racine, les boîtes, alors disposées horizontalement sont placées en position verticale pour éviter que la racine ne pénètre dans la gélose. Quand la racine atteint 1 à 2 cm, on dépose à son apex un nombre donné de J 2 à l'aide d'un cil monté. Les boîtes sont, soit conservées au laboratoire sous lumière diffuse, soit placées en chambres climatisées 24 à 48 heures après inoculation. Sur carotte, à température ambiante (18-20°), la pénétration commence presque immédiatement. Une nécrose est très visible sur la racine dans l'heure qui suit la pénétration. Elle permet de localiser très exactement le juvénile dans la racine. Sur 43 J 2 inoculés individuellement, 39 sont retrouvés dans la racine lors de la dissection 48 heures plus tard. L'utilisation de cette méthode permet d'obtenir un très bon développement jusqu'au stade adulte des nématodes ayant pénétré (Mugniéry & Bossis, 1985).

Pour étudier la gamme d'hôte et la vitesse de développement sur carotte, 10 J 2 sont déposés par racine pour un total de 100 J 2 par espèce végétale et par température 10°, 17,4°, 20,2°, 24,4°. En fin d'expérience, les racines sont disséquées si nécessaire.

Développement embryonnaire

On procède à un élevage en masse d'*H. carotae* en pots de végétation. Après l'apparition des femelles, on les

extrait à l'éluatrieur de Kort. Elles sont isolées et écrasées délicatement. Les œufs à une ou deux cellules sont triés, désinfectés à la streptomycine à 1 % et déposés sur de la gélose à 1 % additionnée de streptomycine à 0,025 % et de NaCl à raison de 8 g/l et coulée en boîte de Petri. Les œufs déposés en groupe sont recouverts d'une lamelle pour faciliter l'observation. Les boîtes sont placées en enceintes obscures climatisées à 15,65°, 20,2°, 24,4° et 27°. Comme pour *G. rostochiensis* et *G. pallida* (Langeslag, Mugniéry & Fayet, 1982), on note le passage de la gastrula à l'embryon mobile.

ESSAIS EN POTS DE VÉGÉTATION

Des graines prégermées sont repiquées en pot de 1 litre contenant un mélange terre-sable infesté par 100 kystes d'*H. carotae* enfermés dans un tulle de nylon de 150 µm de maille. Il est réalisé quatre répétitions par espèce végétale testée. Trois mois plus tard, le système racinaire secondaire est extrait, broyé et centrifugé selon la méthode de Coolen et d'Herde (1972). Le substrat est analysé, après séchage, à l'éluatrieur de Fenwick.

SUIVI DE L'ÉVOLUTION DES POPULATIONS EN CONDITIONS NATURELLES

Après semis de carottes en terrain contaminé, on procède aux prélèvements hebdomadaires des racines de quatre carottes. Elles sont analysées comme décrit précédemment. Les différents stades d'*H. carotae* sont identifiés et comptabilisés.

Ces prélèvements ont lieu dans trois parcelles, deux à Saint-Pol-de-Léon (Finistère), la troisième à Surtainville (Manche). Pour cette dernière, les semis sont effectués à trois dates et la température du sol est mesurée par une thermosonde enregistreuse placée à 15 cm de profondeur.

Résultats

GAMME D'HÔTES

Dans la mesure où il n'y a pas eu discordance, nous ne représenterons que les résultats (Tabl. 1) portant sur des espèces non testées par Winslow (1954) et Jones (1950 b).

En plus de *Daucus carota* L., seul *Torilis (Caucalis) leptophylla* L. permet le développement complet d'*H. carotae*.

De plus, les essais en boîtes de Petri ont permis de noter l'attractivité exercée par la racine, la pénétration et le développement. L'attractivité, très subjective à mesurer, correspond au comportement des larves sur les racines : maintien, éloignement et tentative de pénétration par protraction du stylet. La pénétration est jugée positive quand au moins une larve est vue entrant dans

la racine. Dans la majorité des cas, ces larves ressortent et il n'est pas possible de les retrouver à la dissection. On remarquera que certaines ombellifères sont attractives et pénétrées par la larve sans que le développement ulté-

rieur soit possible. Quand il l'est, il est extrêmement faible et ne conduit qu'à la formation de mâles (*T. nodosa* Gaertn.).

Tableau 1
Gamme d'hôte d'*H. carotae*
Host range of *H. carotae*

Nom latin	Nom français	Essais en pot	Essais en boîte de Petri				
			attractivité	pénétration	♂ 2	♂	♀
<i>Aethusa cynapium</i> L.							0
<i>Ammi majus</i> L.	Ammi élevé	0					0
<i>Ammi Visnaga</i> Lam.	Ammi Visnage	0					
<i>Anethum foeniculum</i> L.	Fenouil de Florence		++	—	0	0	0
<i>Anthriscus silvestris</i> Hoff.		0					
<i>Anthriscus vulgaris</i> Pers.	Persil sauvage	0	++	+	0	0	0
<i>Apium graveolens</i> L.	Céleri		+	—	0	0	0
<i>Apium vulgare</i> L.							0
<i>Bifora testiculata</i> Link & Hoff.							0
<i>Bifora radians</i> Bab.							
<i>Bupleurum protactum</i>							
<i>Caucalis daucoides</i> L.							0
<i>Caucalis grandifolia</i> L.							0
<i>Cerfeilum sativum</i> Bess.	Cerfeuil commun		++	—	0	0	0
<i>Coriandrum sativum</i> L.	Coriandre		—	—	0	0	0
<i>Daucus carota</i> L.	Carotte	+	++	+		+	+
<i>Heracleum Spondylium</i> L.	Berce Spondyle	0					0
<i>Pastinaca sativa</i> L.	Panais		++	+	+	0	0
<i>Petroselinum sativum</i> Hoff.	Persil		++	+	0	0	0
<i>Petroselinum segetum</i> L.			++	+	0	0	0
<i>Smyrniium olusatrum</i> L.							0
<i>Tordylium apulum</i> L.							0
<i>Tordylium maximum</i> L.			—	—	0	0	0
<i>Torilis Anthriscus</i> Gmel.							0
<i>Torilis infestans</i> Hoff.							0
<i>Torilis leptophylla</i> L.		+	++	+		+	+
<i>Torilis nodosa</i> Gaertn.			+	+	+	+	0
<i>Turgenia latifolia</i> Hoff.							0

VITESSE DE DÉVELOPPEMENT ET CYCLE

Chez les poïkilothermes, la relation température/durée de développement suit classiquement un modèle de type hyperbolique, sauf aux températures extrêmes, élevées et basses. Pour les stades endoradiculaires, les résultats observés sont analysés en étudiant la relation température/inverse de la durée de développement. Les droites de régression de la figure 2 correspondent aux stades J 2-J 3, J 2-J 4 mâle, J 2-mâle. En éliminant les données correspondant à la température la plus élevée, on peut admettre un seuil de développement moyen de 5° (Tabl. 2).

Pour le développement embryonnaire, compte tenu d'essais préliminaires et de la précision observée pour ce type de mesure, seules quatre températures dont une très élevée ont été appliquées. La température extrême de 27° entraîne une mortalité voisine de 50 % et conduit à une durée de développement plus longue que celle observée à 24,4°. Elle est donc éliminée de l'analyse. Les résultats (Fig. 3) représentés par des courbes de fréquences cumulées sont analysés en considérant les individus les plus rapides et la moyenne de la population. Les seuils de développement sont très proches, seule la constante thermique diffère (Tabl. 2).

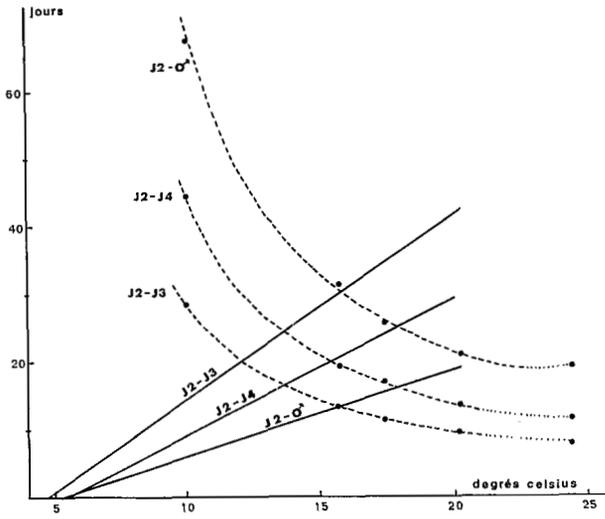


Fig. 2. Relation température/durée de développement des stades endoradicaux les plus rapides d'*H. carotae*.
Relation temperature/length of development of the fastest endoradicular stages of *H. carotae*.

Tableau 2
Caractéristiques de la relation température/vitesse de développement chez *H. carotae*
Characteristic of the relation temperature, length of development of *H. carotae*

	♂ 2-♂ 3	♂ 2-♂ 0'	♂ 20'	Zygote Embryon mobile	
				les plus rapides	50 %
Seuil de développement en °	4,9	5,5	5,5	9,2	9,0
Constante thermique en °J	145	199	312	105	118

Comme pour *G. rostochiensis* et *G. pallida* (Langeslag, Mugniéry & Fayet, 1982), les observations réalisées montrent que le passage au stade embryon mobile se situe à peu près à la moitié du développement embryonnaire. Nous admettrons que la durée totale du développement embryonnaire est un peu supérieure au double de celle observée (Fig. 3). Dans ces conditions, *H. carotae* demande un minimum de 35 jours pour boucler son cycle.

Les observations réalisées en conditions naturelles ont permis de suivre l'intégralité des cycles de développement successifs.

— En ce qui concerne l'essai réalisé dans la Manche, où le suivi des températures a été réalisé depuis le semis jusqu'au mois d'octobre, l'apparition des divers stades de développement correspond assez bien aux prévisions basées sur l'accumulation des températures (Tabl. 3). Le retard observé sur la sortie des mâles s'explique par les fortes températures ayant régné fin juillet.

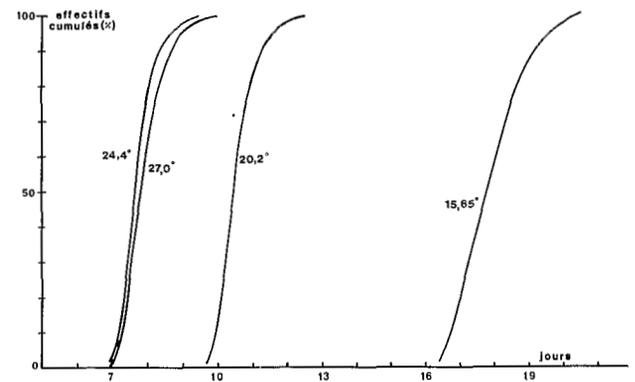


Fig. 3. Relation température/durée de développement des œufs d'*H. carotae* depuis le stade zygote jusqu'au stade embryon mobile.

Relation temperature/length of development of the eggs of *H. carotae* from the stage zygote to the stage mobile embryo.

Tableau 3

Comparaison des dates d'apparition des stades d'*H. carotae* observés et estimés par l'utilisation de la constante thermique
Dates of appearance of successive stages of *H. carotae*, observed in the field compared to the expected dates estimated from the temperature constant

Semis	Pénétration théorique	♂ 3		♂ 4 mâles		mâles	
		Observé	Théorique	Observé	Théorique	Observé	Théorique
5/06	17/06	25/06-2/07	27/06	25/06-2/07	30/06	23-30/07	9/07
15/06	26/06	2-9/07	5/07	16-23/07	8/07	16-23/07	16/07
25/06	5/07	16-23/07	13/07	23-30/07	17/07	16-23/07	25/07

— Le nombre de générations est plus délicat à déterminer, compte tenu des chevauchements existants. Les relevés de température montrent que les individus les plus rapides peuvent commencer leur 3^e génération. L'examen des structures de populations de essais de Surtainville (Figs 4 a, 4 b, 4 c) et de l'essai de Saint-Pol-de-Léon (Fig. 5 a), semés tous en juin, montre que les populations s'établissent dans les racines courant août. Compte tenu du temps de germination de la carotte, ce délai semble raisonnable. Les adultes sont observés pendant la dernière décade de juillet et la ponte commence aussitôt. S'ils éclosent de suite, les juvéniles de 2^e génération peuvent s'établir dans les racines courant août et les plus rapides peuvent donner naissance à une 3^e génération début septembre pour le semis le plus précoce et pendant la 2^e décade de septembre pour le plus tardif. Pour l'essai de Saint-Pol-de-Léon, semé en mai (Fig. 5 b), les prélèvements n'ont pu être effectués qu'à partir du 6 août. A cette date, le stade femelle est celui le mieux représenté. On peut donc supposer que la population est parvenue en fin de 1^{re} génération. Si les juvéniles formés éclosent immédiatement, la seconde génération peut s'installer pendant le mois d'août et les juvéniles de 3^e génération peuvent se retrouver avec les plus tardives de la génération précédente au début septembre et leur sortie massive provoque le pic observé au cours de la 3^e décade de septembre.

Une autre interprétation, basée sur les résultats de Greco (1981), peut être envisagée : l'éclosion des juvéniles formés dans les masses d'œufs ne peut avoir lieu en août par suite des températures élevées. Cette éclosion est différée jusqu'à ce que les températures du sol soient devenues favorables, soit ici en septembre. Ceci expliquerait ce pic général des J2 dans les racines pendant ce mois. Dans cette hypothèse, ce qui est observé comme une 3^e génération ne serait en fait que la seconde.

Discussion

GAMME D'HÔTES ET SPÉCIFICITÉ PARASITAIRE

Jones (1950 b) et Winslow (1954) montrent que sur quinze genres et 105 espèces cultivées et adventices d'ombellifères, seuls *Daucus carota* L. et *D. pulcherrimus* Koch, ex DC permettent le développement d'*H. carotae*. Plus récemment, Vallotton (1980) note *Torilis (Caucalis) arvensis* Huds. Link comme plante multiplicatrice de ce nématode.

La spécificité parasitaire d'*H. carotae* est confirmée. Le développement complet de ce nématode n'est possible que sur deux genres, *Daucus*, et *Torilis (Caucalis)*. Chez ces deux derniers, deux espèces assurent une bonne formation des adultes, *T. arvensis* Huds. Link (Vallotton, 1980) et *C. leptophylla* L. Cette spécificité semble être liée à l'absence d'attraction pour de nombreuses espèces végétales, mais également à l'impossi-

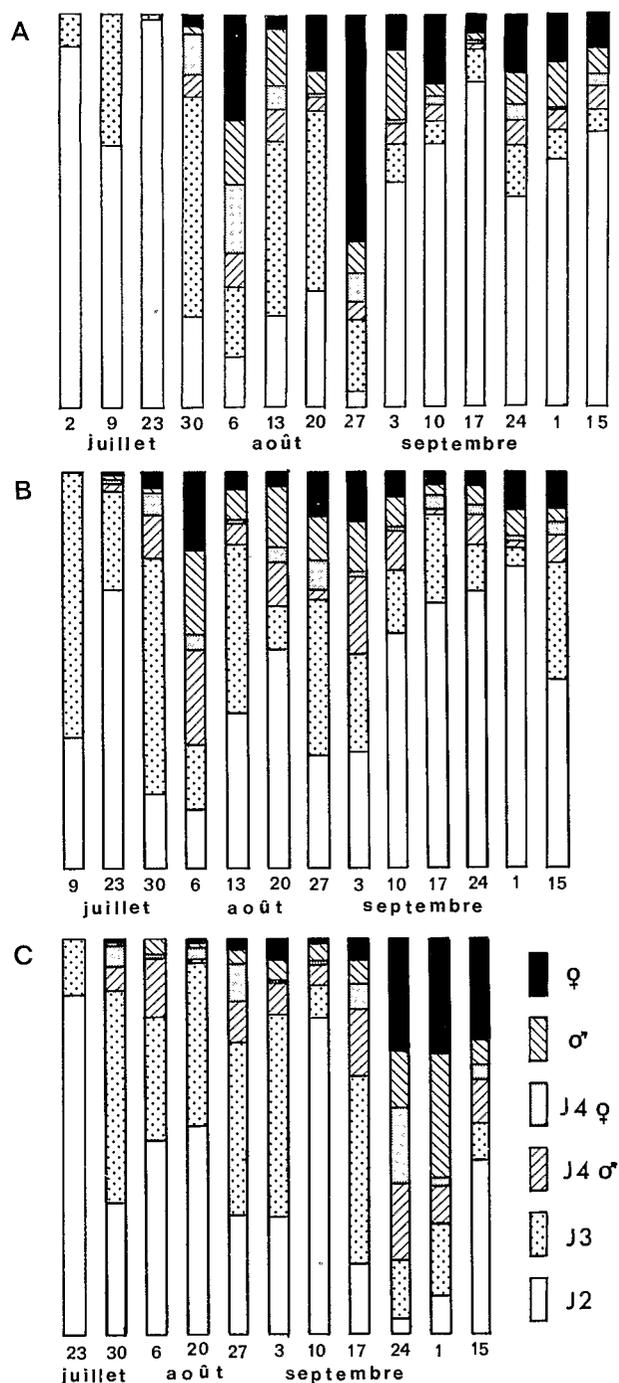


Fig. 4. Structures des populations endoradiculaires d'*H. carotae* (Surtainville).

Structure of the endoradicular stages of *H. carotae* (Surtainville).

A : semis le 5 juin. B : semis le 15 juin. C : semis le 25 juin.

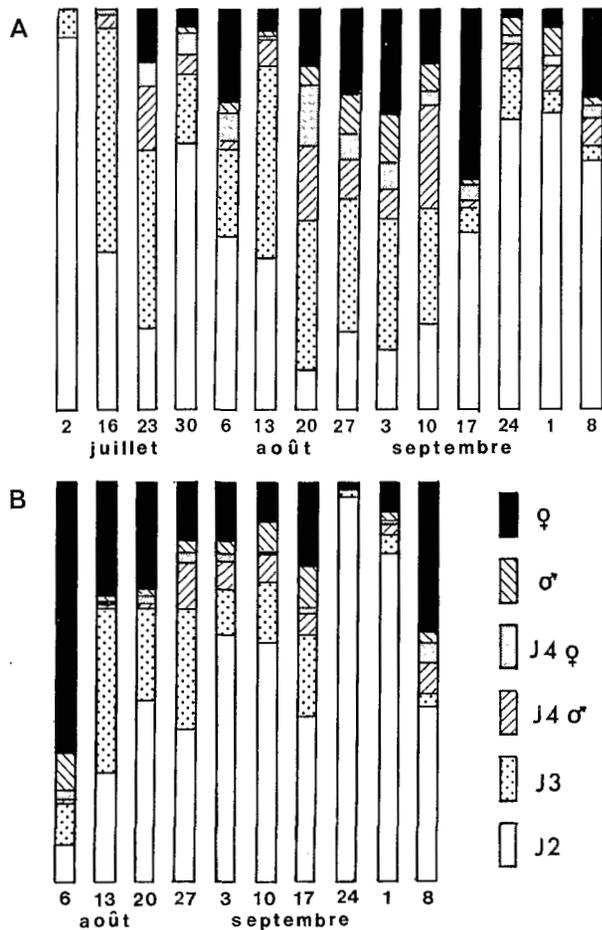


Fig. 5. Structure des populations endoradiculaires d'*H. carotae* (Saint-Pol-de-Léon).

Structure of the endoradicular stages of *H. carotae* (Saint-Pol-de-Léon).

A : semis le 20 juin. B : semis le 10 mai.

bilité de développement du parasite pour certaines autres. C'est le cas pour certaines ombellifères.

Cette spécificité parasitaire très stricte ne permet en aucune manière de comprendre la répartition actuelle d'*H. carotae*, compte tenu du fait que cette espèce a très peu de chance d'être véhiculée par les graines de carottes. Or, on trouve ce nématode dans toutes les zones françaises où la carotte est abondamment cultivée.

VITESSE DE DÉVELOPPEMENT ET CYCLE

H. carotae a un cycle de développement très rapide. Cependant il n'est pas certain qu'une génération estivale puisse avoir lieu; le nombre de générations annuelles peut être estimé à deux ou trois. Cette première hypothèse cadrerait assez bien avec les observations de Stelter (1979). Seule l'étude approfondie des facteurs d'éclosion pourra permettre de trancher.

La prévision du cycle d'*H. carotae* pourrait permettre, dans la mesure où l'application en serait possible sur culture en place, de réaliser des traitements nématicides destinés à empêcher ou limiter la pénétration des juvéniles de 2^e génération. L'utilisation de nématicides centripètes appliqués sur le feuillage constituerait un moyen de lutte efficace qui, jumelé à un traitement de contact avant semis, permettrait d'enrayer la multiplication d'*H. carotae* sur carotte.

Conclusion

La gamme d'hôtes d'*H. carotae* a été élargie et une espèce de *Torilis (Caucalis)* peut être considérée comme hôte de ce nématode. Ceci ne permet cependant pas d'expliquer la répartition d'*H. carotae* dans l'ouest de la France où cette espèce végétale n'est pas trouvée.

Par suite de la vitesse de développement et du caractère polyvoltin d'*H. carotae*, le potentiel de multiplication de cette espèce est redoutable, surtout si le type de culture envisagée conduit à laisser très longtemps la carotte sur la même sole. Le devenir des œufs pondus à l'extérieur de la femelle n'est pas encore précisé et l'on ignore dans quelle mesure ils participent à la formation partielle ou totale d'une génération estivale. On ignore également quelle est leur résistance en l'absence de plante hôte. Ce point de biologie devra être élucidé pour comprendre le cycle de ce nématode.

RÉFÉRENCES

AMBROGIONI, L. (1969). Due casi di infestazioni miste da nematodi dei gen. *Heterodera* & *Meloidogyne*. *Redia*, 100 : 159-168.

AMBROGIONI, L. (1971). Osservazioni morfologiche e biologiche su *Heterodera carotae* Jones, 1950. *Redia*, 102 : 241-258.

AMBROGIONI, L. & MELIS PORCINAL, G. (1972). Studio ultrastrutturistico delle cellule giganti prodotte da *Heterodera carotae* Jones, 1950 (*Nematoda, Heteroderidae*) in radici di carota. *Redia*, 103 : 437-448.

AMBROGIONI, L. & MARINARI PALMISANO, A. (1976). Effetto di avvicendamenti culturali su *Heterodera carotae* (*Nematoda : Heteroderidae*). *Redia*, 109 : 355-367.

AUBERT, V. (1987). Hatching of the carrot cyst nematode. In : Lamberti, F & Taylor, C.E. (Eds). *Cyst Nematodes*. New York, Plenum Press : 347-348.

BRZESKI, M. W. (1970). Występowanie nicieni z rodzaju *Heterodera* na polach warywnych w Polsce. *Mater. IV Ogólnopolsk. Zjazdu. Warzyw. Skiezniow.*, 35.

BOSSIS, M. (1988). Lutte contre *Heterodera carotae* Jones, 1950 : Efficacité des moyens utilisables et perspectives. In : Cavalloro, R. & Pelerents, C. (Eds). *Progress in Pest Management in Field Vegetables*. Rotterdam, Balkema Publ. (sous presse).

COOLEN, W. A. & D'HERDE, C. J. (1972). *A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue*. State

- Nematology and Entomology Research Station, Merelbecke, Belgique, 77 p.
- GRECO, N. & LAMBERTI, F. (1976). La lotta chimica contro *Heterodera carotae* in Puglia. *Nematol. medit.*, 4 : 133-137.
- GRECO, N. & LAMBERTI, F. (1977). Suscettibilità di varietà di carota agli attacchi di *Heterodera carotae*. *Nematol. medit.*, 5 : 103-107.
- GRECO, N. & BRANDONISIO, A. (1980). Relationship between *Heterodera carotae* and carrot yield. *Nematologica*, 26 : 497-500.
- GRECO, N. (1981). Hatching of *Heterodera carotae* and *H. avenae*. *Nematologica*, 27 : 366-371.
- JONES, F. G. W. (1950 a). A new species of root eelworm attacking carrots. *Nature*, 4185 : 81.
- JONES, F. G. W. (1950 b). Observations on the beet eelworm and other cyst-forming species of *Heterodera*. *Ann. appl. Biol.*, 37 : 407-440.
- KIRJANOVA, E. S. & KRALL, E. L. (1971). In : [Nématodes phytoparasites et méthodes de lutte. II]. Leningrad : Izdatel'stvo " Nauka " : 100-101.
- LANGESLAG, M., MUGNIÉRY, D. & FAYET, G. (1982). Développement embryonnaire de *Globodera rostochiensis* et *G. pallida* en fonction de la température, en conditions contrôlées et naturelles. *Revue Nématol.*, 5 : 103-109.
- MUGNIÉRY, D. & BOSSIS, M. (1985). Influence de l'hôte, de la compétition et de l'état physiologique des juvéniles sur la pénétration, le développement et le sexe d'*Heterodera carotae* Jones. *Nematologica*, 31 : 331-343.
- MUGNIÉRY, D. & PERSON, F. (1976). Méthode d'élevage de quelques nématodes à kystes du genre *Heterodera*. *Sci. Agron., Rennes*, 217-220.
- OOSTENBRINK, M. (1955). *Heterodera carotae* Jones, 1950 op peen, *Daucus carotae* L. *Plziektk Dienst, Wageningen Jaarboek 1954/1955* : 238-242.
- LOUDINET, R. (1968). Le nématode de la carotte. *Phytoma*, 198 : 133-137.
- LOUDINET, R., CHERBLANC, G. SCHNEIDER, J. & DELOUSTAL, J. (1962). Quatre années d'essais de traitements contre le nématode de la carotte. *Phytoma*, 135 : 11-15.
- STELTER, H. (1969). Zur Biologie des Möhrennematoden, *Heterodera carotae* Jones, 1950. *Biol. Zbl.*, 88 : 365-371.
- STURHAN, D. (1960). Der Möhrennematode, *Heterodera carotae*, in Deutschland. *Z. PflanzenKrankh.*, 67 : 543-544.
- SWARUP, G., SETHI, C. L. & GILL, J. S. (1964). Some records of plant parasitic nematodes in India. *Curr. Sci.*, 33 : 593.
- TRIFFIT, M. J. (1931). On the occurrence of *Heterodera radicolica* associated with *Heterodera schachtii* as a field parasite in Britain. *J. Helminth.*, 9 : 205-208.
- VALLOTTON, R. (1980). Le nématode à kyste *Heterodera carotae*, un nouveau ravageur de la carotte en suisse romande. *Le Maraicher*, 11/12 : 250-251.
- WINSLOW, R. D. (1954). Provisional lists of host plants of some root eelworms (*Heterodera* spp.). *Ann. appl. Biol.*, 41 : 591-601.
- WINSLOW, R. D. (1955). The hatching responses of some root eelworms of the genus *Heterodera*. *Ann. appl. Biol.*, 43 : 19-36.

Accepté pour publication le 29 juillet 1987.