

VARIATIONS TEMPORELLES ET STRUCTURE TROPHIQUE DES COMMUNAUTES DE NEMATODES ASSOCIEES A LA CULTURE DE CHOU (*BRASSICA OLERACEA*) EN ALGERIE

(*)D. Nebih Hadj-Sadok, H. Belkahla et (*)Z. El Aimouche

(*) Université Saad Dahlab, Département d'Agronomie, route de Soumaa, B.P. 270, Blida, Algérie

Résumé. Les variations temporelles des communautés des nématodes du sol ont été étudiées sur les cultures de chou (*Brassica oleracea*) dans la Mitidja en Algérie. Les échantillons de sol ont été collectés mensuellement du mois de novembre 2008 au mois de mai 2009, sur deux variétés de chou vert (Enkuisen, Compne hague) et une variété de chou rouge. Douze taxons ont été identifiés, parmi les genres dominants sur les trois variétés de chou, nous avons noté *Aphelenchus* et *Ditylenchus* (fungivores) et *Tylenchorhynchus* et *Pratylenchus* dans le groupe des phytophages. Des différences significatives ont été observées entre le temps ($P < 0.01$), pour l'abondance absolue des nématodes et des groupes trophiques à l'exception du groupe phytophage.

Mots clés: Communautés de nématodes, *Brassica oleracea*, groupes trophiques.

Summary. Temporal variations and trophic structure of the nematode communities associated with cabbage (*Brassica oleracea*) in Algeria. Temporal variations in the soil nematode communities were investigated in a cabbage (*Brassica oleracea*) field in Mitidja, Algeria. Soil samples were collected monthly between November 2008 to May 2009, on two varieties of green head cabbage (Enkuisen, Compne hague) and a variety of red head cabbage. Twelve genera were observed. *Aphelenchus* and *Ditylenchus* (fungivorous); *Tylenchorhynchus* and *Pratylenchus* (plant parasitic) were the dominant taxa. Significant differences were found between seasons ($P < 0.01$) in the absolute abundance of nematodes and the trophic groups, except plant parasitic group.

Key words: *Brassica oleracea*, nematode communities, trophic groups.

En Algérie, les cultures de brassicacées (chou vert et chou fleur) sont réparties dans les régions centrales humides et subhumides du pays. Une superficie de 3.178 ha est destinée à ces spéculations (Anonyme, 2005).

Quelque soit l'agro écosystème, les nématodes se présentent en communautés plus ou moins diversifiées selon le degré d'anthropisation du milieu. L'évolution spécifique et fonctionnelle des populations des nématodes et leur pullulation sont une conséquence de l'intensification de l'agriculture (Cadet et Floret, 1999). Le cycle de vie diffère entre les espèces (Norton et Niblack, 1991), l'abondance et la structure des populations de nématode changent en fonction des saisons (Verschoor *et al.*, 2001), de la végétation, des propriétés du sol, de la température, de l'humidité du sol, et la dynamique d'éléments nutritifs (Goralczyk, 1998; Boag *et al.*, 1998). La température et l'humidité du sol sont fréquemment mentionnées en tant que facteurs principaux affectant les fluctuations des populations (Norton et Niblack, 1991). Cependant, pour les nématodes phytophages, la plante hôte est un des facteurs importants réglant leur activité (Yeates, 1982 et Norton, 1989).

Les connaissances sur les nématodes associés aux cultures des brassicacées en Algérie sont infimes, de nombreux travaux se sont intéressés aux nématodes para-

sites, notamment l'approche populationnelle (une espèce parasite) cas des *Meloidogyne* sur les solanacées et les cucurbitacées (Mokabli, 1988; Nebih Hadj-Sadok, 2000); des *Heterodera* sur les céréales (Mokabli *et al.*, 2001, 2002) et des *Ditylenchus* sur les légumineuses (Selami et Bousnina, 1996; Selami, 1999). Présentement, les recherches s'orientent vers l'appréhension des communautés de nématodes phytoparasites associées aux cultures maraîchères (Nebih Hadj-Sadok *et al.*, 2007, 2008).

Le but de la présente étude est *i*) examiner la structure des communautés des nématodes associée à la culture de chou; *ii*) décrire la répartition et la dynamique saisonnière des groupes trophiques sur les variétés testées.

MATERIELS ET METHODES

Description du site d'étude. L'étude a été menée dans la station expérimentale du département d'agronomie de l'université Saad Dahlab Blida, située au piémont de l'Atlas Blidéen (36°30'N ; 02°52'E) (zone sub littorale). La région bénéficie d'un climat méditerranéen à tendance sub-continentale. Les précipitations, majoritairement hivernales et printanières, sont caractérisées par une grande irrégularité interannuelle et inter-mensuelle. Le mois le plus froid est janvier (température moyenne minimale 7,8 °C, température moyenne maximale 15,4 °C). Les mois les plus chauds sont juillet et août avec des températures moyennes minimales de 21 °C et 22,2

* Corresponding author: nebihdhaouia@yahoo.fr

Tableau I. Caractéristiques physique du sol de la station d'étude.

Caractéristiques du sol	Taux en %
Argile	15,54
limon fin	21,91
limon grossier	18,38
sables fin	15,56
sables grossier	28,92
Ca Co ₃	01,99

°C et moyennes maximales de 30,8 °C et 30,3 °C. Les caractéristiques physiques du sol du site d'étude sont portées sur le Tableau I.

Echantillonnage du sol et identification des nématodes. L'étude a été réalisée sur trois variétés de chou (*Brassica oleracea* L.); une variété de chou rouge et deux variétés de chou vert, *Enkuisen* et *Compne hagueen*. Un total de 84 échantillons de sol a été prélevé à une profondeur de 5-20 cm autour de la rhizosphère des trois variétés de chou. Les échantillons ont été collectés du mois de novembre 2008 au mois de mai 2009. Le dispositif de travail comprend douze blocs répartis en quatre pour chaque variété de chou. Chaque bloc à une surface de 3.75 m² et comprend 30 plants de l'une ou l'autre variété de chou. Les prélèvements de sol ont été effectués au niveau de chaque bloc le long d'un transect à une densité de 5 prélèvements rassemblés en un seul échantillon dans un sac en plastique référencié puis transportés au laboratoire. Les nématodes sont extraits de 250 cm³ de sol en utilisant la méthode des seaux de Dalmasso (1966), suivi par la technique modifiée des filtres de Baermann (Hooper, 1986). Tous les nématodes dans chaque échantillon ont été comptés et identifiés au niveau de genre selon les clés de Mai et Lyon (1975) et Brzeski (1998).

Les populations de nématodes sont exprimées au dm³ de sol. La classification des groupes trophiques a été établie selon Yeates *et al.* (1993).

Toutes les données ont été soumises à l'analyse statistique de la variance one way (ANOVA). Les différences $P < 0.05$ sont considérées statistiquement significative.

RESULTATS

Les communautés de nématodes. Le nombre total des nématodes est rangé entre 5 et 6053/dm³ de sol, il varie en fonction du temps (Tableau II). Il atteint son maximum le mois de décembre sur chou rouge (193 ± 23.15) et chou vert *Compne hagueen* (139 ± 16.65); sur la variété *Enkuisen* le maximum est enregistré le mois de janvier (127 ± 15.23). Les effectifs moyens diminuent sensiblement les mois de février, mars et avril sur les trois variétés de *B. oleracea* (Fig. 1). Une différence significative a été observée entre le temps (test one way ANOVA; $P = 0.0015$, $n = 84$), toutefois, aucune différence n'a été discernée entre les variétés étudiées ($P > 0.05$) (Tableau III).

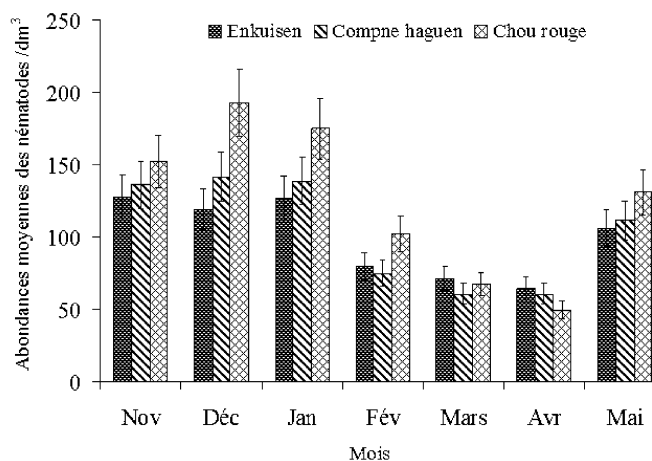


Fig. 1. Variation saisonnière des nématodes rencontrés sur variétés de chou. Barres d'erreur indiquent les écarts type de quatre répétitions.

Les taxons de nématodes identifiés. Dans nos échantillons nous avons identifiés dix taxons classés dans le groupe des phytophages (NP) et des fungivores (NF). Les nématodes prédateurs omnivores (PO) sont représentés par un Mononchidae et un Dorylaimidae. Les autres nématodes incluent en grande partie les nématodes bactériovores (Tableau II).

Dans le groupe des fungivores, *Aphelenchus* et *Ditylenchus* présentent des abondances relatives moyennes les plus élevées sur les trois variétés de chou. Elles sont respectivement de (42.2 et 53.2%), (46.8 et 48.3%) et (47.1 et 48.1 %) sur *Enkuisen*, *Compne hagueen* et *chou rouge*. Pour le groupe des phytophages, le genre *Tylenchorhynchus* est le plus représenté sur les trois variétés, quoique sur *chou rouge* son abondance relative est supérieure (55.1%). Le nématode prédateur *Mononchidae* est présent sur les trois variétés de chou étudiées (Tableau II).

Structure des populations des nématodes rencontrés. Les autres nématodes (bactériovores), s'avèrent dominant sur les trois variétés de chou comparé aux autres groupes. En général, ils atteignent ces valeurs maximales à la saison d'hiver notamment le mois de décembre sur les différentes variétés de *Brassica oleracea* (Fig. 2). Des différences significatives ont été observées entre les temps (test one way ANOVA; $P < 0.001$) (Tableau III).

Les populations de fungivores diminuent sensiblement au printemps notamment le mois d'avril (Fig. 2). Les effectifs les plus élevés sont signalés en hiver (décembre); des différences significatives sont enregistrées entre les saisons ($P < 0.01$) (Tableau III).

La communauté des nématodes phytophages a montré une tendance semblable avec ceux des fungivores au cours du temps. Toutefois, les valeurs moyennes maximales sont obtenues sur la variété de *chou rouge* particulièrement en janvier (Fig. 2). Des différences significatives ont été discernées entre les variétés ($P < 0.01$) mais

Tableau II. Abondances des taxons identifiés sur les variétés de chou.

Groupe trophique	Variété					
	<i>Enkuisen</i>		<i>Compne hagueu</i>		<i>Chou rouge</i>	
	Abondance absolue moyenne	Abondance relative /group (%)	Abondance absolue moyenne	Abondance relative /group (%)	Abondance absolue moyenne	Abondance relative /group (%)
AN	5445		5334		6053	
NF	1134		1209		1352	
<i>Apbelenchus</i>	479	42,21	565	46,76	637	47,13
<i>Apbelenchoïdes</i>	25	2,20	60	4,96	35	2,59
<i>Ditylenchus</i>	610	53,81	584	48,28	650	48,07
NP	2195		1959		2916	
<i>Tylenchus</i>	342	15,59	518	26,46	479	16,43
<i>Tylenchorbynchus</i>	1085	49,44	876	44,73	1607	55,12
<i>Pratylenchus</i>	587	26,77	450	22,99	678	23,27
<i>Paratylenchus</i>	70	3,19	49	2,50	26	0,89
<i>Coslenchus</i>	105	4,78	65	3,32	115	3,94
<i>Heterodera</i>	5	0,23	0	0	10	0,34
<i>Psilenchus</i>	20	0,91	0	0	30	1,03
NP-O	145		180		125	
<i>Mononchidae</i>	135	93,10	180	100	125	100
<i>Dorylaimidae</i>	10	6,89	0	0	0	0
Total	8919		8682		10446	

AN: Autres Nématodes; NF: Nématodes Fungivores; NP: Nématodes Phytophages; NP-O: Nématodes Prédateurs-Omnivores.

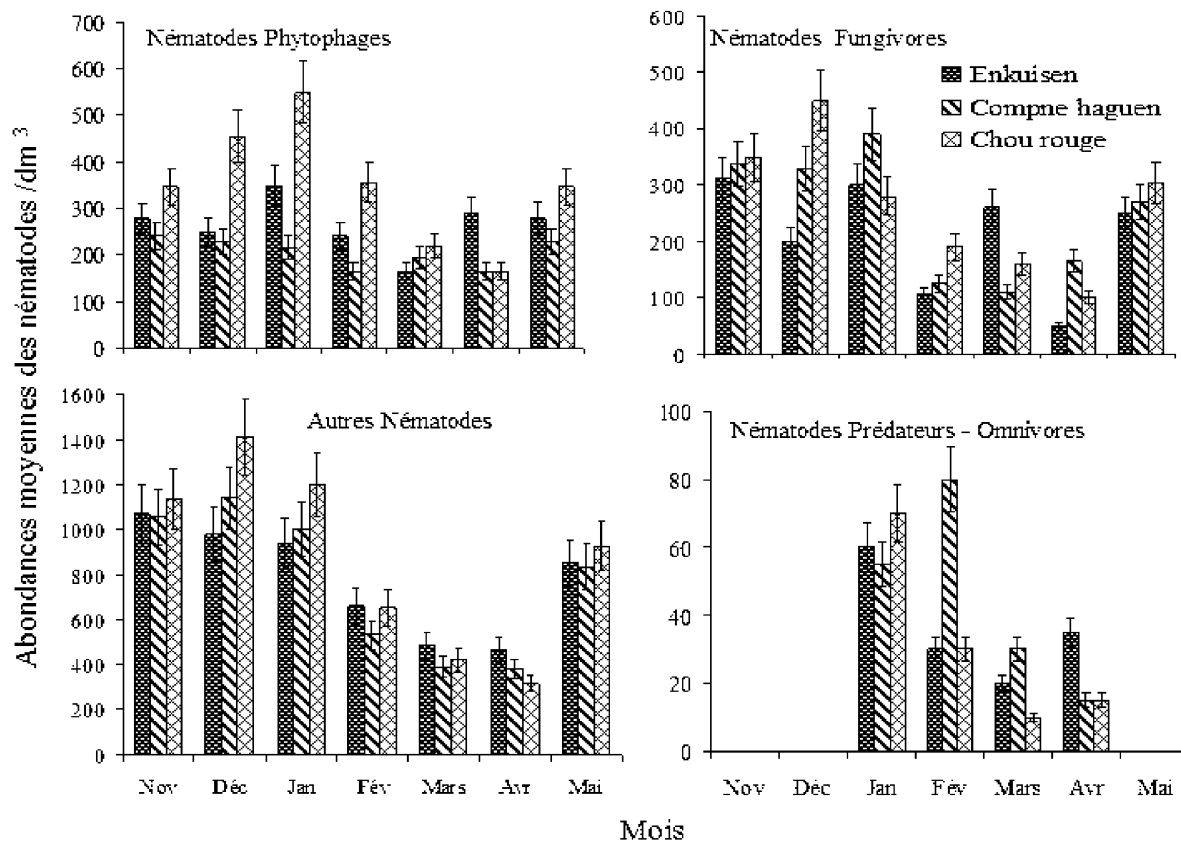
**Fig. 2.** Variation saisonnière des groupes trophiques.

Tableau III. Analyse de la variance one way (ANOVA) des nématodes rencontrés.

Indices écologiques	Saisons		Variétés	
	F-test	P valeur	F-test	P valeur
1. Abondance totale des nématodes	16,88	0,0015	0,76	NS
2. Structure des groupes				
AN	47,28	7,30×10 ⁻⁵	0,14	NS
NF	9,37	0,0077	0,393	NS
NP	1,66	NS	5,76	0,021
NP-O	11,09	0,0179	0,125	NS

AN: Autres Nématodes; NF: Nématodes Fungivores; NP: Nématodes Phytophages; NP-O: Nématodes Prédateurs Omnivores.

aucune différence n'a été remarquée entre le temps ($P > 0.05$) (Tableau III).

Les nématodes du groupe omnivores-prédateurs sont signalés dans les prélèvements de janvier avec des effectifs moyens très faibles comparé aux autres groupes. La valeur maximum des omnivores-prédateurs a été notée sur la variété de chou vert 'Compne hagen' le mois de février (Fig. 2). Une différence significative a été enregistrée entre le temps ($P < 0.01$) mais pas entre les variétés ($P > 0.05$) (Tableau III).

DISCUSSION

Les nématodes sont ubiquistes et fonctionnellement divers (Sánchez-Moreno *et al.*, 2006), leurs communautés se composent de diverses espèces qui, selon leur alimentation, peuvent être classées en huit groupes (Yeates *et al.*, 1993). Dans ce travail, les communautés de nématodes rencontrés sur les variétés de chou (*Brassica oleracea*) sont classées en autres nématodes principalement des bactériovores; des nématodes fungivores; des nématodes phytophages et des nématodes prédateurs omnivores.

En général, des différences significatives sont observées entre les saisons pour l'abondance absolue des nématodes et les groupes rencontrés. Egalement, entre les variétés de chou pour le groupe des nématodes phytophages. Les fluctuations des densités des populations de nématodes seraient liées aux conditions thermiques du milieu en effet, Norton et Niblack (1991) affirment que la température du sol et l'humidité sont considérées comme les facteurs les plus importants affectant la dynamique saisonnière des populations des nématodes. Elles peuvent agir directement en modifiant l'activité métabolique des nématodes (Atkinson, 1980; Duncan et Klekowski, 1975) ou indirectement en affectant la qualité de leur source de nourriture (Yeates, 1982).

Les nématodes bactériovores restent le groupe le plus abondant, notamment en novembre, décembre et janvier leur prolifération serait du aux résidus organiques,

du précédent cultural qui se sont accumulés pendant l'hiver. Cependant, les omnivores-prédateurs sont faiblement représentés sur les trois variétés du chou pendant la période d'étude. Wardle *et al.* (1995), affirment que les bactériovores sont toujours abondants dans les sols cultivés que les prédateurs et les omnivores. Par ailleurs, plusieurs travaux de recherches montrent que les nématodes sont des bio-indicateurs utiles dans les écosystèmes du sol (Bongers et Ferris, 1999; Ekschmitt *et al.*, 2001). Les nématodes prédateurs et omnivores sont les plus sensibles aux perturbations de l'environnement (Bongers et Bongers, 1998; Georgieva *et al.*, 2002), alors que les nématodes bactériophages et fungivores tolèrent différents stress appliqués en agriculture traditionnelle (Fu *et al.*, 2000).

Dans cette étude, sept taxons de nématodes phytophages sont rencontrés sur les variétés de chou, les plus abondants sont *Tylenchorhynchus* et *Pratylenchus*, avec des abondances relatives respectives de 49.4 et 26.8%. Siddiqui et Mashkoor Alam (1989) rapportent que le nématode *Tylenchorhynchus brassicae* Siddiqui cause des dommages importants chez les crucifères. Cependant, les espèces du genre *Heterodera* sont faiblement présentes (0.2%). Mennan et Handoo (2006) en Turquie ont dénombré dix genres de phytophage de l'ordre des *Tylenchida* sur *Brassica oleracea*, les plus fréquents sont *Pratylenchus thornei* Sher et Allen, *Helicotylenchus* sp., *Heterodera cruciferae* et *H. mediterranea* Vovlas, Inserra et Stone.

L'examen de l'incidence des variétés de chou utilisées sur la répartition des nématodes phytophages a montré des différences significatives entre les variétés cultivées, en effet des abondances absolues moyennes sont faibles sur les deux variétés de chou vert notamment, sur Compne hagen, par contre les plus élevées sont enregistrées sur chou rouge. Mennan et Handoo (2006) affirme qu'un effectif élevé de nématode à kyste *Heterodera mediterranea* est rencontré sur chou rouge, alors que sur chou frisé les nématodes phytophages ont été observés en très faible nombre avec l'absence d'*H. mediterranea*. Zasada *et al.* (2003) signalent que diverses espèces

de brassicaceae (chou, brocoli, etc.) contenant des métabolites secondaires (glucosinolates) dont les dérivés sont des isothiocyanates qui constituent un groupe important de molécules bioactive et ayant une activité nématocide

Nos résultats suggèrent que les abondances moyennes des nématodes et des groupes trophiques rencontrés sur les variétés de chou varient dans le temps. Les variétés de chou semblent avoir un effet considérable sur la prolifération des nématodes n'ayant pas un ampleur sur la culture. Une étude sur la comparaison de la densité des nématodes phytophages dans les sols favorables est nécessaire en tenant compte de l'importance de la matière organique. L'identification des espèces et l'étude de leur répartition en fonction de la rhizosphère permettent de les tester vis-à-vis de leur comportement à l'égard de ces plantes. Enfin, l'étude de la compétition entre ces communautés suivant les conditions des cultures constituent un outil dans la lutte intégrée.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leurs remerciements envers Dr. Mokabli A. et Dr. Djazouli Z.E pour la révision critique du manuscrit.

LITERATURE CITEE

- Anonyme, 2005. *Statistique agricole superficie et production*. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, série "B", Alger, 11 pp.
- Atkinson H.J., 1980. Respiration in nematodes. Pp. 101-142. In: *Nematodes as Biological Models*, Vol. 2 (Zuckerman B.M., ed.). Academic Press, New York, USA.
- Boag B., Hebden P.M., Neilson R. et Rodger S.J., 1998. Observations of different management regimes of set-aside land on nematode community structure. *Applied Soil Ecology*, 9: 339-343.
- Bongers T. et Bongers M., 1998. Functional diversity of nematodes. *Applied Soil Ecology*, 10: 239-251.
- Bongers T. et Ferris H., 1999. Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. Review Paper. *TREE*, 14: 224-228.
- Brzeski M.W., 1998. Nematodes of Tylenchida in Poland and temperate Europe. Ed. Museum I Instytut Zoologii Polska Akademia Nauk Warszawa, Poland, 389 pp.
- Cadet P. et Floret C., 1999. Effect of plant parasitic nematodes on the sustainability of a natural fallow cultural system in the Sudano-Sahelian area in Senegal. *European Journal of Soil Biology*, 35: 91-97.
- Dalmasso A., 1966. Méthodes simples d'extraction des nématodes du sol. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*, 3: 473-478.
- Duncan A. et Klekowski R.Z., 1975. Parameters of an energy budget. Pp. 97-147. In: *Methods for Ecological Bioenergetics* (Grodzinski W., Klekowski R.Z. et Duncan A., eds). Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
- Ekschmitt K., Bakonyi G., Bongers M., Bongers T., Boström S., Dogan H., Harrison A., Nagy P., O'Donnell A.G., Papatheodorou E.M., Sohlenius B., Stamou G.P. et Wolters V., 2001. Nematode community structure as indicator of soil functioning in European grassland soils. *European Journal of Soil Biology*, 37: 263-268.
- Fu S.L., Coleman D.C., Hendrix P.F. et Crossley Jr. D.A., 2000. Responses of trophic groups of soil nematodes to residue application under conventional tillage and no-till regimes. *Soil Biology and Biochemistry*, 32: 1731-1741.
- Georgieva S.S., McGrath S.P., Hooper D.J. et Chambers B.S., 2002. Nematode communities under stress: the long-term effects of heavy metals in soil treated with sewage sludge. *Applied Soil Ecology*, 20: 27-42.
- Goralczyk K., 1998. Nematode in a coastal dune succession: indicators of soil properties? *Applied Soil Ecology*, 9: 465-469.
- Hooper D.J., 1986. Extraction of free-living stages from soil. Pp. 5-30. In: *Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes* (Southey, J.F., ed.). Ministry of Agriculture, Fisheries and Food No. 402, Her Majesty's Stationery Office, London, UK.
- Mai W.F. et Lyon H.H., 1975. *Pictorial key to genera of plant parasitic nematodes*. Cornell University Press, Ithaca, USA, 219 pp.
- Mennan S. et Handoo Z.A., 2006. Plant-parasitic nematodes associated with cabbages (*Brassica* spp.) in Samsun (Middle Black Sea Region), Turkey. *Nematropica*, 36: 99-104.
- Mokabli A., 1988. Principaux facteurs qui déterminent l'importance et l'agressivité des *Meloidogyne* sous abris serres en Algérie. Thèse de Magister en Agronomie, Institut National d'Agronomie d'El Harrach, Alger, Algérie, 69 pp.
- Mokabli A., Valette S., Gauthier J.P. et Rivoal R., 2001. Influence of temperature on the hatch of *Heterodera avenae* Woll. populations from Algeria. *Nematology*, 3: 171-178.
- Mokabli A., Valette S., Gauthier J.P. et Rivoal R., 2002. Variation in virulence of cereal cyst nematode populations from North Africa and Asia. *Nematology*, 4: 521-525.
- Nebih Hadj-Sadok D., 2000. Etude de la bio écologie des *Meloidogyne* spp. dans quelques régions du littoral Algérien. Thèse de Magister en Biologie animale, Université des Sciences et Technologie Houari Boumediene, Alger, Algérie, 176 pp.
- Nebih Hadj-Sadok D., Fargette M., Bezaz H., Hadri H. et Belkahla H., 2007. Les nématodes parasites des cultures maraîchères dans quelques zones du nord de l'Algérie. Journée Nationales sur la Zoologie Agricole et Forestière, INA, El Harrach, Alger, Algérie.
- Nebih Hadj-Sadok D., Hedibel A., Belkahla H., Fargette M. et Mateille T., 2008. Diversité et structure des communautés de nématodes phytophages associés aux cultures maraîchères dans la wilaya de Jijel. 2^{ème} Conférence International de Biodiversité des Invertébrés en Milieux Agricoles et Forestiers INA, Alger, Algérie.
- Norton D.C., 1989. Abiotic soil factors and plant-parasitic nematode communities. *Journal of Nematology*, 21: 299-307.
- Norton D.C. et Niblack T.L., 1991. Biology and ecology of nematodes. Pp. 47-72. In: *Manual of Agricultural Nematology* (Nickle W.R., ed.). Marcel Dekker, Inc., New York, USA.

- Sánchez-Moreno S., Minoshima H., Ferris H. et Jackson L. E., 2006. Linking soil properties and nematode community composition: effects of soil management on soil food webs. *Nematology*, 8: 703-715.
- Sellami S., 1999. Effet de la date de semis et des lignées de féveroles résistantes sur la nuisibilité de *Ditylenchus dipsaci*. Proceeding du 2ième Symposium sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires. Nabeul, Tunisie, pp. 117-122.
- Sellami S. et Bousnina Z., 1996. Distribution de *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev 1936 dans l'Est Algerien. Réhabilitation of Faba bean. Edition Actes, Rabat, Maroc, 202 pp.
- Siddiqui M.A. et Mashkoor Alam M., 1989. Seed treatment with azadirachtin for the control of the stunt nematode attacking cabbage and cauliflower. *Annals of Applied Biology*, 114: 4-5.
- Yeates G.W., 1982. Variation of pasture nematode populations over thirty-six months in a summer dry silt loam. *Pedobiologia*, 24: 329-346.
- Yeates G.W., Bongers T., Goede R.G.M. de, Freckman D.W. et Georgieva S.S., 1993. Feeding habits in soil nematodes families and genera-an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology*, 25: 315-331.
- Verschoor B.C., Goede R.G.M. de, Hoop J.W. de. et De Vries F.W., 2001. Seasonal dynamics and vertical distribution of plant-feeding nematode communities in grasslands. *Pedobiologia*, 45: 213-233.
- Wardle D.A., Yeates G.W., Watson R.N. et Nicholson K.S., 1995. The detritus foodweb and the diversity of soil fauna as indicators of disturbance regimes in agroecosystems. *Plant and Soil*, 170: 35-43.
- Zasada I.A., Ferris H., Elmore C.L., Roncoroni J.A., MacDonald J.D., Bolkan L.R. et Yakabe L.E., 2003. Field application of brassicaceous amendments for control of soilborne pests and pathogens. Online. Plant Health Progress doi:10.1094/PHP-2003-1120-01-RS.

Accepté pour publication le 5 avril 2011.