



Les nématodes parasites du Moringa dans la zone périurbaine de Niamey (Niger)



*Rédaction : A. Haougui, A. Basso (Institut National de la Recherche Agronomique du Niger),
I. Mossi Maïga (Université de Tillabéri) - 2017*

Résumé

Moringa (*Moringa oleifera* Lam) est une culture qui prend de plus en plus de l'importance au Niger mais très peu d'intérêt a été porté aux problèmes phytosanitaires. L'objectif de l'étude était d'identifier les nématodes parasites qui lui sont associés.

Pour cela, une enquête faunistique a été entreprise dans 3 sites de l'un des bassins de production du Moringa au Niger. Des échantillons de sol et de racines ont été prélevés dans la rhizosphère à 20 à 30 cm de profondeur. L'analyse nématologique des échantillons a révélé la présence de 11 genres de phytonématodes dont les plus fréquents et abondants étaient *Meloidogyne*, *Helicotylenchus* et *Hoplolaimus*. Dans les racines, *Meloidogyne* constituait à lui seul près de 90% des populations de nématodes phytoparasites.



*Les nématodes sont des vers de très petites tailles, invisibles à l'œil nu. Les cultures maraîchères sont attaquées par un grand nombre de nématodes, mais les nématodes à galles du genre **Meloidogyne** sont probablement les plus graves ennemis des maraîchers sous toutes les latitudes.*

*Les symptômes d'une attaque de *Meloidogyne* sont caractéristiques et aisés à remarquer : le système racinaire est envahi de galles – photo, galles sur tomates à Niamey.*

Introduction

Le Moringa (*Moringa oleifera*) est une plante de la famille des Moringaceae et est originaire du sous-continent indien (Pandey et al., 2011). Au Niger, il est cultivé pour ses feuilles consommées sous forme bouillie ou comme légume frais. Il est produit sous irrigation dans les sites maraichers en pur ou en association avec les cultures maraîchères comme l'oignon, la laitue, le poivron, la tomate ou les courges. Les principales zones de production sont situées dans les régions de Niamey et Maradi. Il contribue à l'amélioration de la qualité nutritionnelle de l'alimentation des nigériens car il est riche en oligoéléments (calcium, fer et vitamines principalement) et en protéines (Price, 2007 ; Kimba et al., 2010). Les superficies qui lui sont consacrées avoisineraient les 100.000 ha (USAID, 2011). Les statistiques sur les productions sont très mal connues car très peu d'attention lui est prêtée par les

services nationaux de l'agriculture. La production est entièrement autoconsommée et, pour couvrir les besoins de la population, plus de 1500 t sont importées du Nigeria (Abass, com. Pers.).

Dans les conditions sahéliennes très peu d'attaques parasitaires ont été signalées. Mais, Abas et al. (2007) font état de dégâts d'insectes phyllophages qui détruisent le feuillage pendant la saison sèche. Le principal insecte ravageur est un lépidoptère (*Noorda blitealis*, Lepidoptera, Crambidae) identifié pour la première fois par Ratnadass et al. (2011). A cette date, aucune information n'est disponible sur les maladies et les nématodes parasites du Moringa. Mais des informations rapportées par Prot (1984) révèlent que la plante peut être un réservoir de nématodes à galles du genre *Meloidogyne* au même titre que le papayer et le baobab. Cet auteur note que le Moringa n'exprime aucun signe d'attaque par ces nématodes.

L'objectif de cette étude était de connaître la nématofaune parasite qui lui est associée dans l'une des deux grandes zones de production au Niger

Matériel et méthodes

- Caractéristiques des sites et échantillonnage

Les trois principaux sites de production de Moringa de la région Ouest du Niger ont été choisis comme zone de l'étude. Il s'agit de : Kingel, Karey-gorou et Sarando (tableau I). Sur tous ces sites, Moringa cohabite avec d'autres arbres fruitiers comme le manguier (*Mangifera indica*), le goyavier (*Psidium guajava*), les agrumes (*Citrus* spp) et les plants des haies vives que sont *Acacia senegal*, *Bauhinia rufescens* ou *Prosopis juliflora*. En plus de cette strate arborée, les parcelles de Moringa portent d'autres cultures maraichères comme la tomate, le poivron et l'aubergine et les cucurbitacées (melon et courgette).

Dix à quinze exploitations ont été visitées en fonction de l'importance des sites. Sur chaque parcelle, des échantillons de sols et de racines ont été pris dans la rhizosphère des plantes à une profondeur de 20 à 30 cm, à l'aide d'un déplantoir. L'échantillonnage a été fait selon la méthode du zig-zag de Barker (1985). Chaque échantillon (2 kg de sol humide + racines) composé de sous-échantillons pris sur 5 pieds, a été mis dans un sachet plastique étiqueté.

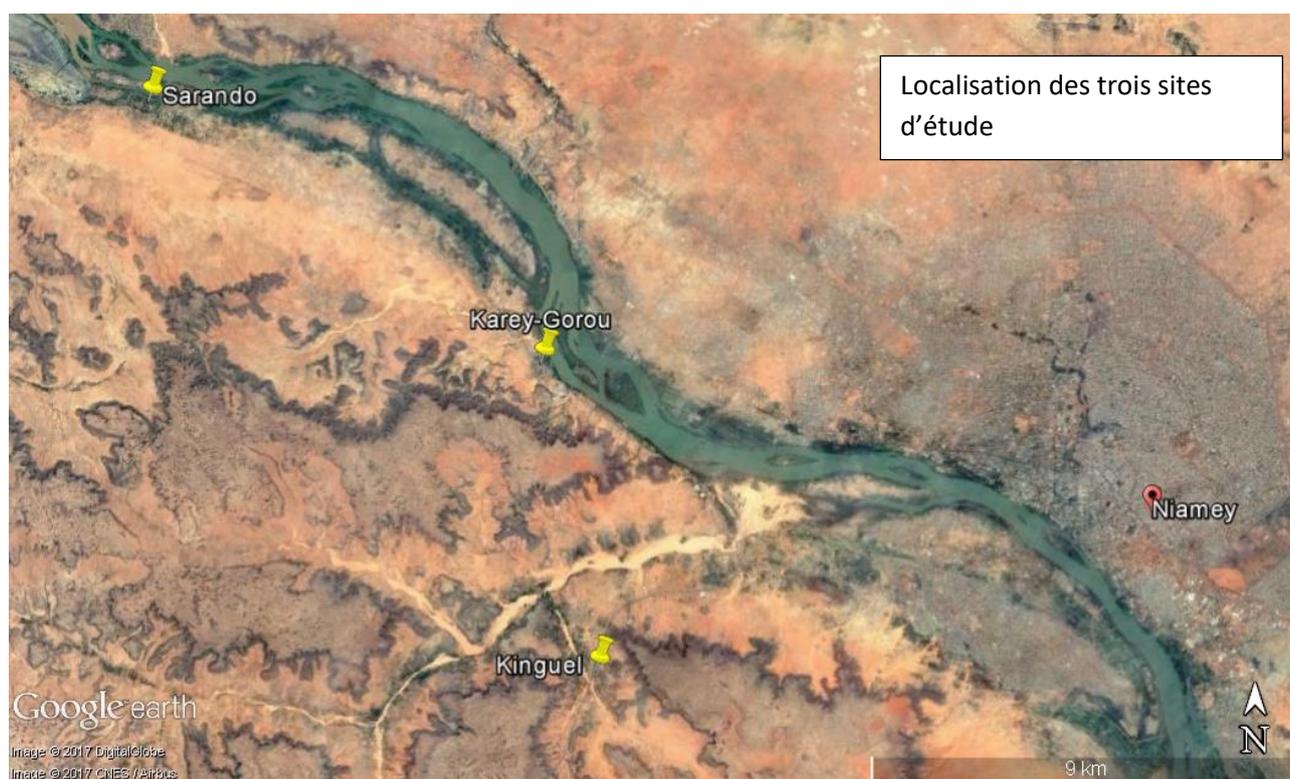


Tableau I : localisation des sites d'étude

Sites	Coordonnées géographiques
Kinguel	13° 28' 45.80''N ; 2° 01' 02,34''E
Karey-gorou	13 ° 32' 15.91''N ; 2° 00' 23.70''E
Sarando	13° 35' 14.43'' N ; 1° 55' 49.32''E

- Extraction des nématodes et analyse des données

Les nématodes ont été extraits du sol et des racines par les méthodes de Seinhorst (1950 et 1962). L'importance de chaque genre ou espèce de nématode a été déterminée en calculant la densité des nématodes par site (nombre moyen d'individus/250 cm³), leur densité relative, leur fréquence d'apparition dans les échantillons et leur valeur de proéminence.

La densité est le nombre moyen d'individus par 250 cm³ de sol ou 5 g de racine ;

La densité relative de chaque genre de nématode a été calculée selon la formule suivante :

$$\text{Densité relative} = \frac{\text{Nombre d'individus d'un genre dans un site}}{\text{Nombre total de nématodes dans le site}} \times 100$$

La Fréquence (F) est le pourcentage d'échantillons qui contiennent le nématode considéré ; elle est calculée par la formule suivante :

$$\text{Fréquence} = \frac{\text{nombre d'échantillons contenant le genre considéré}}{\text{nombre total d'échantillons}}$$

La valeur de proéminence est donnée par la formule de De-Waele et al. (1998) :

$$\text{Valeur de Proéminence} = \text{Densité} \times \frac{\sqrt{\text{Fréquence d'apparition}}}{10}$$

Résultats

- Importance des nématodes parasites dans le sol

L'analyse nématologique des échantillons a montré 11 genres de nématode parasites dans la rhizosphère de *Moringa* dans cette zone. *Meloidogyne* et *Pratylenchus* sont des endoparasites, l'un sédentaire et l'autre migrateur tandis que les autres sont tous des ectoparasites, même si *Scutellonema clathricaudatum* possède une phase endoparasitaire.

Karey-gorou a montré la plus grande diversité biologique avec 10 genres, suivi de Sarando, et de Kinguel infestés respectivement de 9 et 8 genres de nématodes parasites des plantes.

Mais 7 genres sont communs à tous les 3 sites. Il s'agit de : *Meloidogyne*, *Xiphinema*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Hoplolaimus*, *Tylenchorhynchus* et *Criconemella* (Tableau II).

Tableau II : répartition des nématodes parasites dans le sol par site

Nématodes parasites	Kinguel	Karey-gorou	Sarando
<i>Meloidogyne</i> spp	+	+	+
<i>Xiphinema elongatum</i>	+	+	+
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	+	+	+
<i>Pratylenchus brachyurus</i>	+	+	+
<i>Hoplolaimus pararobustus</i>	+	+	+
<i>Tylenchorhynchus indicus</i>	+	+	+
<i>Criconemella curvata</i>	+	+	+
<i>Scutellonema clathricaudatum</i>	+	-	-
<i>Paratrichodorus minor</i>	-	+	-
<i>Aphelenchus</i> sp	-	+	+
<i>Tylenchus</i> sp	-	+	+



Photo d'un nématode au microscope (invisible à l'œil nu).

L'analyse des communautés des nématodes parasites sur les 3 sites montre que *Scutellonema* a été eu la plus haute valeur de proéminence à Kinguel suivi de *Meloidogyne*, *Hoplolaimus* et *Helicotylenchus*. Les valeurs de proéminence (VP) ont été respectivement de 136.99, 117.06, 105,25 et 93,56. Sur les 2 autres sites, *Meloidogyne* est le genre ayant enregistré les VP les plus importantes (204.33 et 388.68). Il est suivi de *Helicotylenchus* (117.79 et 104.48) et de *Hoplolaimus* (115.89 et 72.65). Les autres genres de nématodes n'ont pas été abondants sur les tous les 3 sites (tableau III).

La figure 1 montre les densités relatives des différents genres de nématodes dans le sol. Il en ressort que les 3 genres de nématodes ayant eu les VP les plus élevées, représentent à eux seuls plus de 65% des nématodes à Kinguel. *Meloidogyne* à lui seul compte pour près du quart de la population des nématodes dans ce site. *Hoplolaimus*, *Meloidogyne* et *Helicotylenchus* représentent plus de 90% à Karey-gorou et à Sarando. *Meloidogyne* à lui seul compte pour près de 39 et 56% des communautés de nématodes respectivement. Les genres les plus faiblement représentés sont *Tylenchorhynchus* dans le premier site avec un VP de 0.6 et *Psylenchus* et *Tylenchus* respectivement sur les deuxièmes et troisièmes sites avec des VP de 0.32 et 0.50.

Tableau III : Importance des nématodes dans le sol des trois sites

Sites	Genres de nématodes	Densité de Nématodes (Nbr individus/250 cm ³)	Fréquence	Valeur de proéminence
Kingel	<i>Meloidogyne</i>	117,06	100	117,06
	<i>Xiphinema</i>	7,44	51,6	5,34
	<i>Helicotylenchus</i>	93,56	100	93,56
	<i>Pratylenchus</i>	2,75	72,8	2,35
	<i>Hoplolaimus</i>	105,25	100	105,25
	<i>Tylenchorhynchus</i>	0,75	64,6	0,60
	<i>Criconemella</i>	1,9375	55,12	1,44
	<i>Scutellonema</i>	152,97	80,2	136,99
Karey-gorou	<i>Meloidogyne</i>	204,33	100	204,33
	<i>Xiphinema</i>	9,38	17,43	3,92
	<i>Helicotylenchus</i>	134,75	76,41	117,79
	<i>Pratylenchus</i>	16,38	50,18	11,60
	<i>Hoplolaimus</i>	133,38	75,5	115,89
	<i>Tylenchorhynchus</i>	7,19	56,8	5,42
	<i>Criconemella</i>	2,06	24,97	1,03
	<i>Paratrichodorus</i>	7	61,04	5,47
	<i>Psylenchus</i>	0,56	32,24	0,32
<i>Scutellonema</i>	8,06	100	8,06	
Sarando	<i>Meloidogyne</i>	388,67	100	388,67
	<i>Xiphinema</i>	11,72	15,65	4,64
	<i>Helicotylenchus</i>	133,23	61,5	104,48
	<i>Pratylenchus</i>	20,47	53,7	15,00
	<i>Hoplolaimus</i>	122,58	35,15	72,67
	<i>Tylenchorhynchus</i>	8,98	32,13	5,09
	<i>Criconemella</i>	2,58	52,4	1,87
	<i>Aphelenchus</i>	8,75	21,65	4,07
<i>Tylenchus</i>	0,7	51,7	0,50	

- Importance des nématodes parasites dans les racines

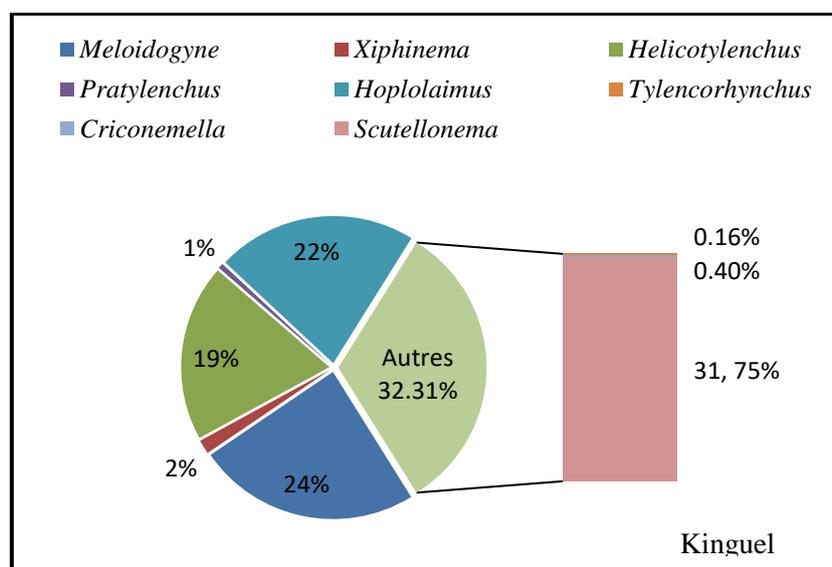
Seuls 3 genres de nématodes parasites ont été retrouvés dans les racines de Moringa. Il s'agit de *Meloidogyne*, *Pratylenchus* et *Scutellonema*. Dans le site de Sarando, seuls *Meloidogyne* et *Pratylenchus* ont été rencontrés.

Le tableau IV montre l'importance de ces nématodes parasites dans les racines du Moringa sur les 3 sites étudiés. Il apparaît que *Meloidogyne* est le nématode parasite le plus important dans les racines. Les VP qui lui sont associées étaient respectivement de 355.00, 908.22 et 511.15 respectivement à Kinguel, Karey-gorou et Sarando. *Pratylenchus* et *Scutellonema* ont été très peu abondants avec des densités relativement faibles variant entre 8 et 61 individus/5 g de racines. La figure 2 donne les densités relatives des différents nématodes parasites trouvés dans les racines. Ainsi, *Meloidogyne* constitue l'essentiel des communautés de nématodes endophytes car compte pour 84 à 96%.

Tableau IV: Importance des nématodes dans les racines du Moringa des trois sites

Sites	Genres de nématodes	Densité de Nématodes (Nbr individus /5 g de racines)	Fréquence	Valeur de Proéminence
Kinguel	<i>Meloidogyne</i>	355	100	355,00
	<i>Pratylenchus</i>	61	55,67	45,51
	<i>Scutellonema</i>	8	23,46	3,87
Karey-gorou	<i>Meloidogyne</i>	908,22	100	908,22
	<i>Pratylenchus</i>	42	53,12	30,61
	<i>Scutellonema</i>	30,25	48,05	20,97
Sarando	<i>Meloidogyne</i>	511,15	100	511,15
	<i>Pratylenchus</i>	21,75	76,54	19,03

Figure 1 : Structure des communautés de nématodes parasites dans la rhizosphère du Moringa



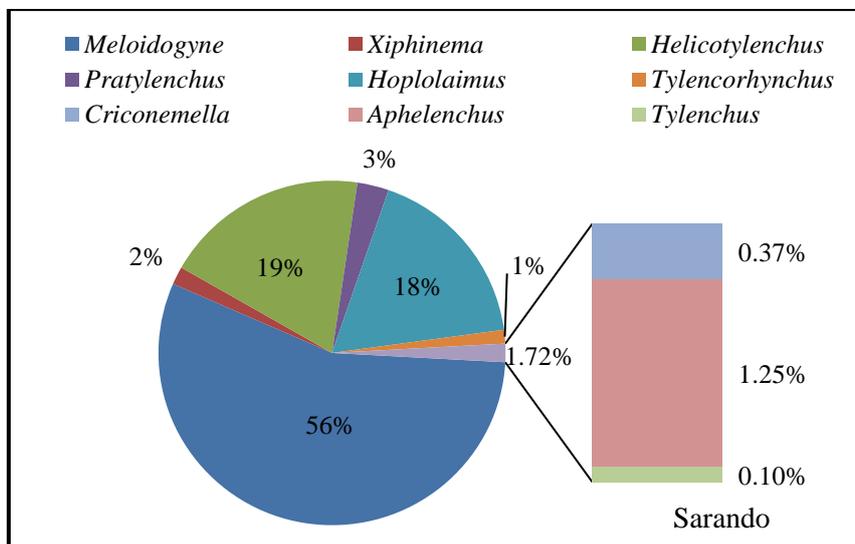
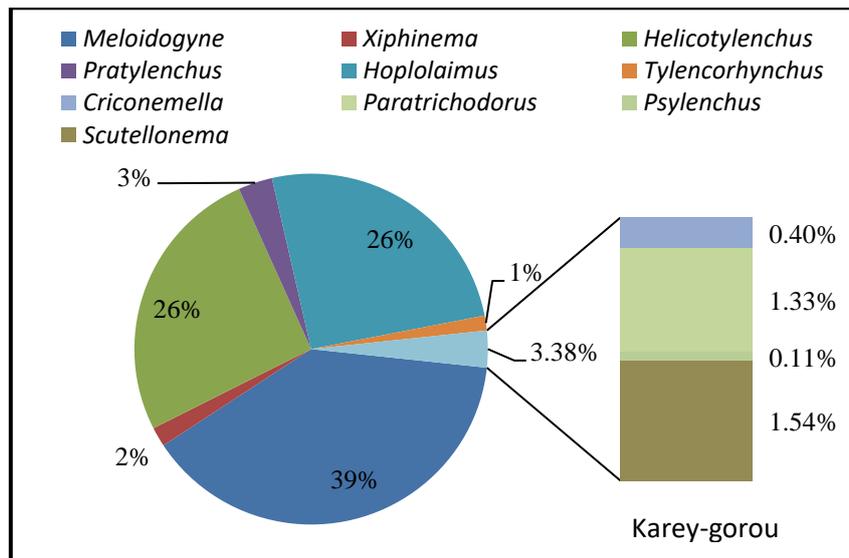
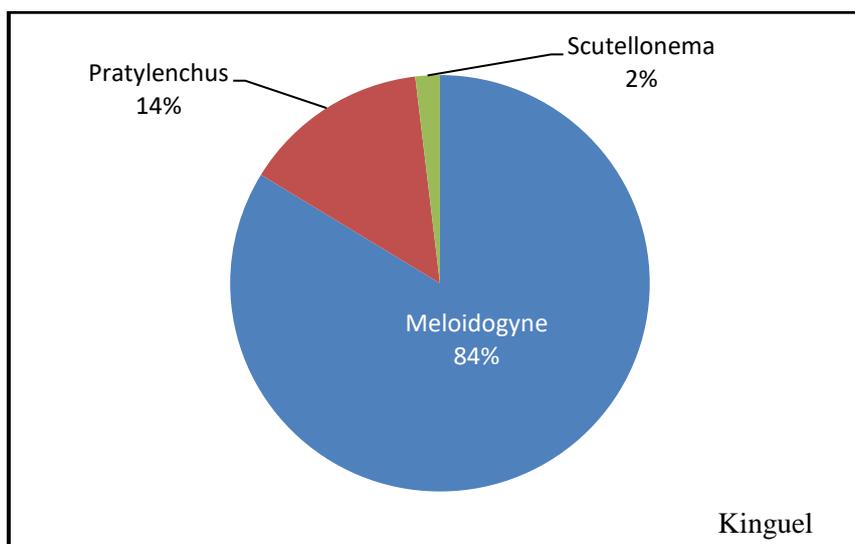
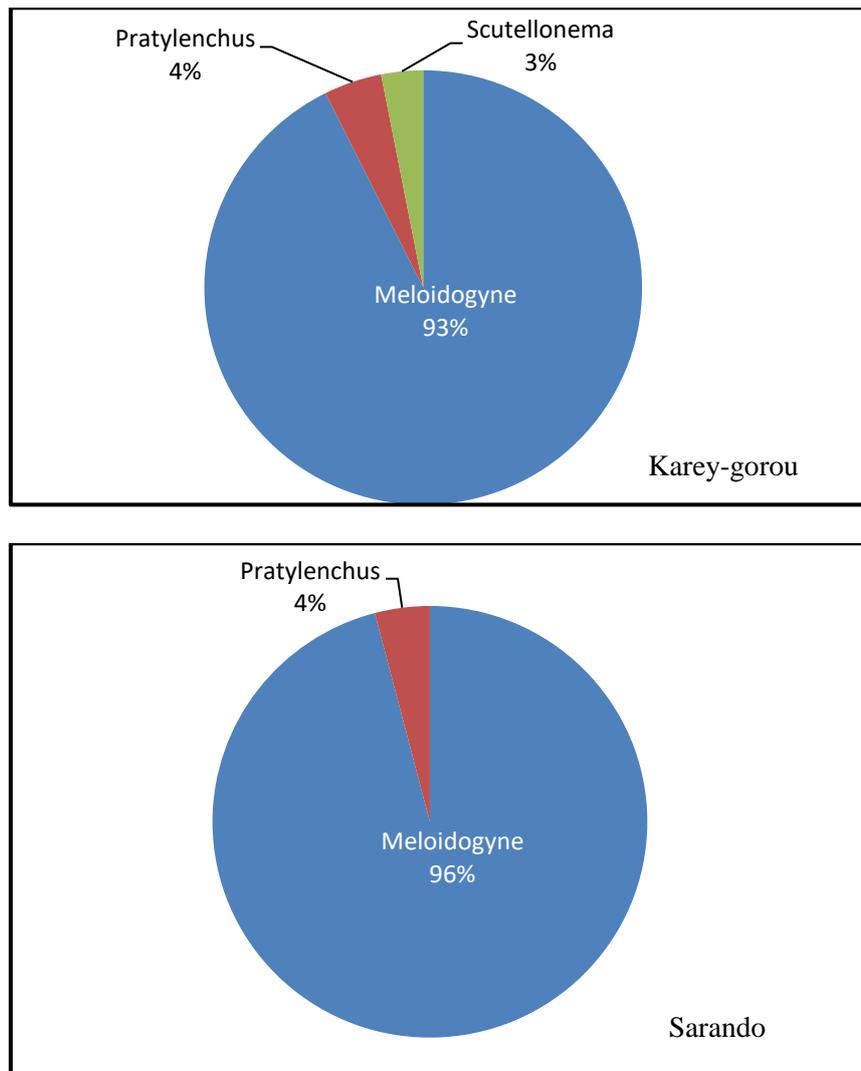


Figure 2 : Structure des communautés de nématodes parasites dans les racines du Moringa





Discussion

Les résultats enregistrés au cours de cette étude montrent que sur tous les 3 sites visités, *Moringa* est attaqué par 11 genres de nématodes parasites.

Dans la même région, 8 et 12 genres de phytonématodes ont été trouvés respectivement sur les solanacées cultivées et sur les espèces des haies vives (*Acacia senegal*, *Prosopis juliflora* et *Bauhinia rufescens*) (Haougui et al., 2013a et 2013b). Tous ces genres ont déjà été rencontrés sur les cultures maraichères (Haougui, 1999).

Dans tous les sites, les nématodes à galles du genre *Meloidogyne* sont présents. Dans les racines, ils constituent l'essentiel des communautés de nématodes parasites. Au Niger, 3 espèces ont été rencontrées. Il s'agit de *M. incognita* (Sikora et al., 1988 ; Silva, 2005), *M. javanica* (Haougui, 1999) et de *M. enterolobii* (Nourh, 2012). Ce sont les nématodes parasites les plus dangereux sur les cultures maraichères sous les tropiques. Haougui et al. (2008) ont rapporté qu'ils peuvent provoquer des pertes de rendement voisines de 60% sur la tomate. Ils ont noté qu'une forte infestation peut aboutir même à l'échec total de la culture. Or, lors de notre prospection sur le terrain, aucun symptôme d'attaque n'était perceptible sur les plants de *Moringa*, malgré les fortes densités de *Meloidoyne* dans les racines.

Cette observation corrobore les résultats rapportés par Prot (1984) qui pensent que **le *Moringa* est une plante réservoirs de *Meloidogyne*.**

Donc au même titre que les espèces des haies vives, cette plante participe à la contamination des cultures maraichères qui sont dans leur voisinage immédiat (Cadet et Senego, 2007).

Cette étude confirme aussi la polyphagie des nématodes à galles qui peuvent s'attaquer à plus de 200 espèces végétales à travers le monde (Nourh, 2012). En plus, ces nématodes ont été rencontrés dans tous les sites maraichers du Niger où ils sont le principal facteur limitant à la production (Haougui et al., 2013c et 2013d).

Ceci est d'autant plus grave qu'ils agissent le plus souvent en synergie avec les agents des maladies vasculaires (Gomez et al., 2011). Haougui et Bizo (2009) ont montré la présence simultanée de *Meloidogyne* spp, de *Ralstonia solanacearum* et de *Fusarium* spp sur le poivron dans la zone d'Aguié et ont attribué la baisse des productions de cette culture dans la région de Maradi (Niger) à l'action de ce complexe parasitaire sur la presque totalité des parcelles.



Les autres genres de nématodes parasites avec de grandes valeurs de prééminence (*Helicotylenchus* et *Hoplolaimus* sur tous les 3 sites et *Scutellonema* à Kinguel), malgré leurs fortes densités, ne sont pas très dangereux sur les cultures maraichères. *Helicotylenchus dihystra* est considéré comme un parasite mineur et parfois comme une espèce indicatrice de jachères mures où la biodiversité est forte (Villeneuve and Cadet, 1998) et où les densités des nématodes libres du sol et des nématodes parasites sont très élevées (Serigne *et al.*, 2003). Pour Cadet (1998), *H. dihystra* a plutôt un effet modérateur sur la pathogénie des communautés auxquelles il appartient. Selon Rodriguez-Kabana (1987), lorsque certaines espèces de nématodes parasites sont en communauté plurispécifique, elles n'ont aucun effet dépressif significatif sur la croissance des plantes, et c'est le cas de *Helicotylenchus* dans tous nos 3 sites. *Hoplolaimus* est surtout un nématode parasite rencontré sur les cultures sèches (mil, sorgho et niébé) du Sahel (Baujard *et al.*, 1995). Sa présence dans nos sites s'expliquerait par utilisation de ces cultures dans les assolements sur les parcelles portant le Moringa. *Scutellonema clathricaudatum*, principale espèce du genre signalée au Niger, ne cause de dégâts importants que sur l'arachide en culture pluviale (Baujard and Martiny, 1995 ; Sharma *et al.*, 1990 ; Sharma *et al.*, 1992). Or, les sites maraichers portent rarement de l'arachide, même à Maradi, un des deux plus grands bassins arachidiers du Niger. Mais si un jour ces terres devaient être affectées à la production d'arachide, une attention particulière devrait être portée à cette espèce de nématode parasite.

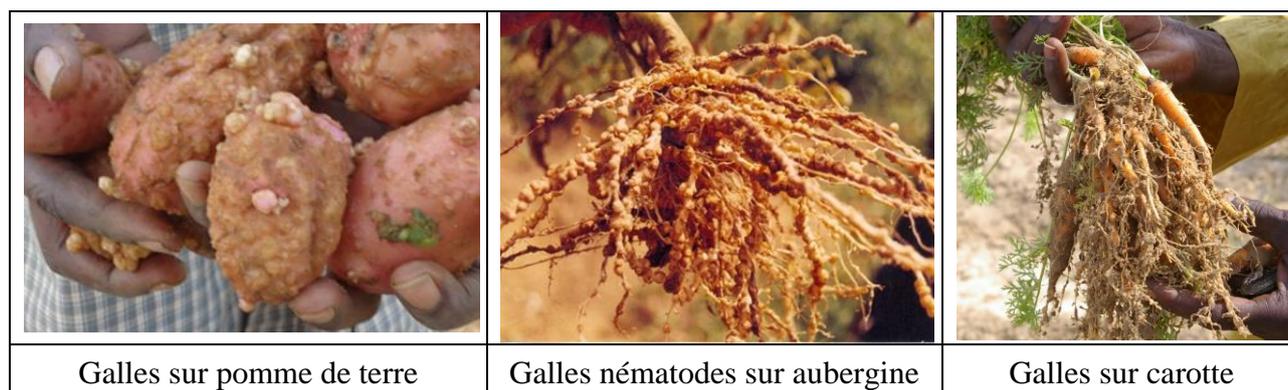
Conclusion

L'étude révèle que la rhizosphère de Moringa abrite une communauté plurispécifique de nématodes phytopathogènes, dont *Meloidogyne* spp qui constitue un facteur limitant à la production des cultures maraichères au Niger. Donc, tout programme de développement de ces dernières doit tenir compte de ce statut nématologique du Moringa. Il conviendrait de ne pas les associer sur les mêmes parcelles.

Remerciements

Les auteurs remercient vivement la direction générale de l'Institut national de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN) pour avoir financé ce travail. Ils n'oublient pas les producteurs de

Moringa de Kinguel, Karey-gorou et Sarando pour toutes les informations précieuses qu'ils ont fournies.



Références

- Abass T.A., Gouzayé A., Woltering L. and Pasternak D. 2007. The role of indigenous leafy vegetables on daily diet and rural and urban economy of Niger. *Acta Horticulturae*, 752 : 35-40.
- Baujard and Martiny B. 1995. Ecology and pathogenicity of the Hoplolaimidae (Nemata) from the sahelian zone of West Africa. 3: *Scutellonema clathricaudatum* Whitehead, 1959. *Fundam. Appl. Nematol.*, 18 (4): 347-353.
- Baujard P. Bour E. and Martiny B. 1995. Incidence des nématodes phytoparasitaires sur la culture du sorgho dans la zone sahéenne du Sénégal, Afrique de l'Ouest. *Afro-Asian J. Nematol.*, 5 : 1-10.
- Barker K.R. 1985. Sampling nematode communities. In: Barker, K.R., K.R.C.C. Carter and J.N. Sasser, (eds.), *An advanced treatise on Meloidogyne*, Vol. 2: Methodology, North Carolina State University Graphics, Raleigh, North Carolina, USA, pp: 3-14.
- Cadet P. 1998. Gestion écologique des nématodes phytoparasites tropicaux. *Cahiers Agric.*, 7:187-194.
- Cadet, P. and Sanogo, D. 2007. Rôle potentiel des haies vives pour la gestion des nématodes sur les bassins versants de la zone soudano- Sahélienne au Sénégal. *Tropicicultura* 3: 153-160.
- De-Waele D., McDonald A.H., Jordaan E.M., Orion D., Van Den Berg E. and Loots G.C. 1998. Plant-parasitic nematodes associated with maize and pearl millet in Namibia. *African Plant Protection*, 4: 113-117.
- Gomes V.M., Moreira R. S., Mussi-Dias V., Silvaldo, F. S. and Dolinski. C. 2011. Guava Decline: A Complex Disease Involving *Meloidogyne mayaguensis* and *Fusarium solani*. *J Phytopathol*, 159:45-50.
- Haougui, A. (1999). Parasitic nematodes of vegetable crops in Niger: importance and control method by using plants. PhD thesis, University of Dschang (Cameroon), 114 p.
- Haougui A, Sarr E, Alzouma I, 2008. Effet des feuilles sèches de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) et du ricin (*Ricinus communis* L.) sur le nématode à galles *Meloidogyne javanica*, parasite de la tomate au Niger. *Sciences et technique, Sciences naturelles et agronomie*, 30 (2): 27-35.
- Haougui, A. and N. Bizo, 2009. Characterization of plant parasitic nematode communities associated with pepper on the Aguié KKM project sites of Maradi, KKM Projet, Maradi.
- Haougui A., Basso A., Abdou H O., Sidikou R.S.D. and Adam T. (2013a). Characterization of plant-parasitic nematode communities associated with tomato, eggplant and pepper in the suburban area of Niamey (Niger). *Intl J. Agric. Crops Sci.*, 5 (13): 2488-2494.
- Haougui A., Sarr E., Balde H., Doumma A. and Adam T. (2013b). Characterization of Plant-Parasitic-Nematode Communities Associated with three Species used in Hedges in Western Niger and their Susceptibility to *Meloidogyne Javanica*, *Asian J. Agric. Rural Devel.*, 3(6) : 378-386
- Haougui A., Kassoum M. N., Basso A., Doumma A., and Adam T. (2013c). Plant parasitic nematode communities associated with pepper crops in Aguié region (Niger Republic). *Botany Research International*, 6 (1) : 01-06.

- Haougui A., Sarr E., Djibey R. (2013d). Biodiversity of plant-parasitic nematodes associated with pepper in the regions of Diffa and Dosso (Niger republic). *Int. J Farm. Al. Sci.*, 2 (15) : 482-487.
- Kimba A., Dan-Marafa B. et Abdou H. 2010. Le moringa, une demande forte, une offre insuffisante. Note d'information/filière Moringa N°1, RECA, Niamey, Niger. 3 p.
- Nourh Y. 2012. Prevalence and characterization of plantparasitic nematodes on eggplant, Pepper, tomato and guava in the western part of Niger. Msc. Thesis, University of Gent, Belgium. 72 p.
- Pandey A., Pradheep K., Gupta R., Nayar E. R. and Bhandari D. C. 2011. Drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.): a multipurpose potential species in India. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58 (3) : 453-460.
- Price L.M. 2007. Le Moringa. ECHO (Ed.), North Fort Myer, USA. 22 p.
- Prot J.C. 1984. Les nématodes phytoparasites des cultures maraîchères. USAID (Ed.), Dakar, Senegal.
- USAID. 2011. Reducing the risk of acute malnutrition and household food insecurity in Niger through Moringa cultivation. Rapport technique de février 2011. 2 p.
- Ratnadass A., Zakari M.O., Salha H. Minet J. et Seyfoulaye A.2011. *Noorda blitealis* Walker, un ravageur majeur du Moringa au Niger (Lepidoptera, Crambidae). *Bull. Soc. Entomol. France*, 116 (4): 401-404
- Rodriguez-Kabana R., Robertson D.G., King P.S.1987. Comparison of methyl bromide and other nematicides for control of nematodes in peanut. *Ann Appl Nematol.* ; 1 : 56-8.
- Seinhorst, J.W., 1950. The significance of soil conditions on the action of the stem nematode (*Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev). *Tijdschrift Plantenziekten*, 56: 291-349.
- Seinhorst, J.W., 1962. Modification of the elutriation method for extracting nematodes from soil. *Nematologica*, 8: 117-128.
- Sharma, S.B.,Subrahmanyam P. and Sarr E. 1990. Plant parasitic nematodes associated with groundnut in Niger. *Tropic. Pest Manag*, 36:71-72.
- Sharma S.B. , Waliyar F., Subrahmanyam P. and Ndunguru B.J. 1992. Role of *Scutellonema clathricaudatum* in etiology of groundnut growth variability in Niger. *Plant and Soil*, 143:133-139.
- Sikora RA, Reckhaus P, Adamou E. 1988. Presence, distribution and importance of plant parasitic nematodes in irrigated agricultural crops in Niger. *Med. Fac Landbouww. Rijksuniv. Gent*: 53/2b: 821-834.
- Silva G.D. 2005. Contribution à l'étude de *Meloidogyne* et de la nématofaune associée en Maraîchéculture au Niger. Memoire d'IPV, Centre Régional AGRHYMET. 40 p.
- Serigne T.K., Callistus K.P.O. and Albrecht A. 2003. Crop damage by nematodes in improved-fallow fields in western Kenya. *Agroforestry Syst.* 57: 51-57.
- Villenave C. and Cadet P. 1998. Interaction of *Helicotylenchus dihystra*, *Pratylenchus pseudopratensis* and *Tylenchorhynchus gladiolatus* on two plants from the soudano-sahelian zone of zest Africa. *Nematologica* 28: 31-39.