

Communautés de nématodes phytoparasites dans la réserve de biosphère de l'arganeraie marocaine, Réponse à l'anthropisation

Mateille T.¹, El Mousadik A.², Martiny B.¹, Ferji Z.³, Tavoillot J.¹

¹Institut de Recherche pour le Développement, UMR CBGP, Campus de Baillarguet, CS30016, 34988 Montpellier sur-Lez Cedex, France. Emails: thierry.mateille@ird.fr, bernard.martiny@ird.fr, johannes.tavoillot@ird.fr

²Université Ibn Zohr, Faculté des Sciences d'Agadir, Laboratoire Biotechnologie et Valorisation des Ressources Naturelles, BP 8106, 80000 Agadir, Maroc. Email: a.elmousadik@uiz.ac.ma

³Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Campus d'Agadir, Département de Protection des Plantes, BP 18/S, 80000 Agadir, Maroc. Email: ferji@iavcha.ac.ma

RESUME

Les nématodes phytoparasites sont des vers microscopiques vivant dans le sol. Ils représentent un fléau pour les productions maraîchères et fruitières dans les vallées du Souss et du Massa. Considérant que ces cultures ont été introduites après déforestation de l'arganeraie, trois questions se posent : (i) ces nématodes sont-ils présents dans l'arganeraie naturelle ? (ii) quels facteurs structurent leurs communautés ? (iii) comment leurs communautés répondent-elles à l'usage agricole des sols ? Pour y répondre, une prospection a été réalisée en 2011 dans l'arganeraie naturelle et cultivée. La nématofaune parasite est très riche, avec 70 espèces appartenant à 34 genres et 12 familles. Les nématodes des genres *Meloidogyne* et *Pratylenchus*, inféodés aux cultures légumières et fruitières, sont effectivement présents dans l'arganeraie naturelle. La richesse taxonomique ne dépend pas des régions éco-climatiques prospectées. Mais la diversité des communautés diminue du Nord au Sud. En arganeraie naturelle, les communautés sont structurées selon (i) la typologie phylogéographique de l'arganier et (ii) un gradient longitudinal climatique et pédologique en faveur du genre *Pratylenchus*. L'introduction d'une culture induit une évolution de la structure en faveur du genre *Meloidogyne*.

Mots-clés : *Argania spinosa*, diversité, nématodes phytoparasites.

ABSTRACT

Plant-parasitic nematodes are microscopic worms living in the soil. They cause damages on vegetable and fruit crops in the Souss and Massa valleys. Whereas these crops were introduced after eradication of the argan forest, three questions arise: (i) Are these nematodes present in the natural argan forest? (ii) What factors structure their communities? (iii) How their communities respond to crop land use?

To answer this, a survey was conducted in 2011 in natural and cultivated argan forests.

The parasitic nematofauna is very rich, with 70 species belonging to 34 genera and 12 families. *Meloidogyne* and *Pratylenchus* nematodes, subservient to vegetable and fruit crops, are actually present in the natural argan forest. Taxonomic richness does not depend on eco-climatic regions surveyed. But the diversity of communities decreases from north to south. In natural argan forest, nematode communities are structured according (i) to the phylogeographic typology of the argan forest and (ii) to climate and soil longitudinal gradient promoting *Pratylenchus* spp. Introduction of crops induces community changes to the benefit of *Meloidogyne* spp.

Keywords: *Argania spinosa*, diversity, plant-parasitic nematodes.

INTRODUCTION

L'arganeraie (*Argania spinosa* (L.) Skeels) est perturbée par le pâturage (El Aïch et al., 2007) et l'agriculture. Les situations les plus dégradées se rencontrent dans la partie orientale de la vallée du Souss (production d'agrumes) et la partie occidentale des vallées du Souss et du Massa (production légumière) où les arganiers ont disparu.

Parce que l'agroforesterie se développe dans l'arganeraie, des recherches sont menées pour étudier la contribution des bioagresseurs à sa dégradation (Alaoui et al., 2010). Parmi eux, les nématodes phytoparasites, vers microscopiques, se nourrissent sur ou dans les racines des plantes. Ubiquistes, ces parasites telluriques participent à la diminution de la production végétale, les pertes de rendement étant estimées entre 6 et 20 % selon la culture (Ferraz et Brown, 2002).

Aucune référence n'étant disponible sur l'occurrence de ces parasites dans l'arganeraie et l'impact de la mise en culture de certaines zones sur leur diversité, une prospection a été menée pour évaluer la diversité des phytonématodes associés à l'arganeraie naturelle et cultivée.

MATERIELS ET METHODES

Echantillonnage

Une prospection a été réalisée en mars 2011 dans divers sites de l'arganeraie (Fig.1) : (i) 1 site dans la région du Chiadma au nord de la biosphère ; (ii) 4 sites dans la région du Haha au sud d'Essaouira ; (iii) 4 sites sur le piémont sud du Haut-Atlas ; (iv) 6 sites dans les vallées du Souss et du Massa ; (v) 9 sites dans l'Anti-Atlas ; (vi) 3 sites en région saharienne (Draa).

Sous chaque arbre, plusieurs sous-échantillons de sol ont été prélevés dans la rhizosphère supérieure (20-30 cm de profondeur) et réunis en un seul échantillon de référence par arbre. Chaque échantillon de référence a été reproduit sous trois arbres espacés tous les 50 mètres le long de transects.

Extraction des nématodes et quantification

Les nématodes ont été extraits de 250 cm³ de sol frais de l'échantillon de référence par la technique normalisée (ISO 23611-4) d'élutration (Oostenbrink, 1960). Les nématodes phytoparasites (NPP) ont été identifiés au niveau du genre (Mai et Mullin, 1996) et énumérés sous un microscope stéréoscopique (grossissement x40 ; Merny et Luc, 1969). Les effectifs ont été exprimés en nombre d'individus par dm³ de

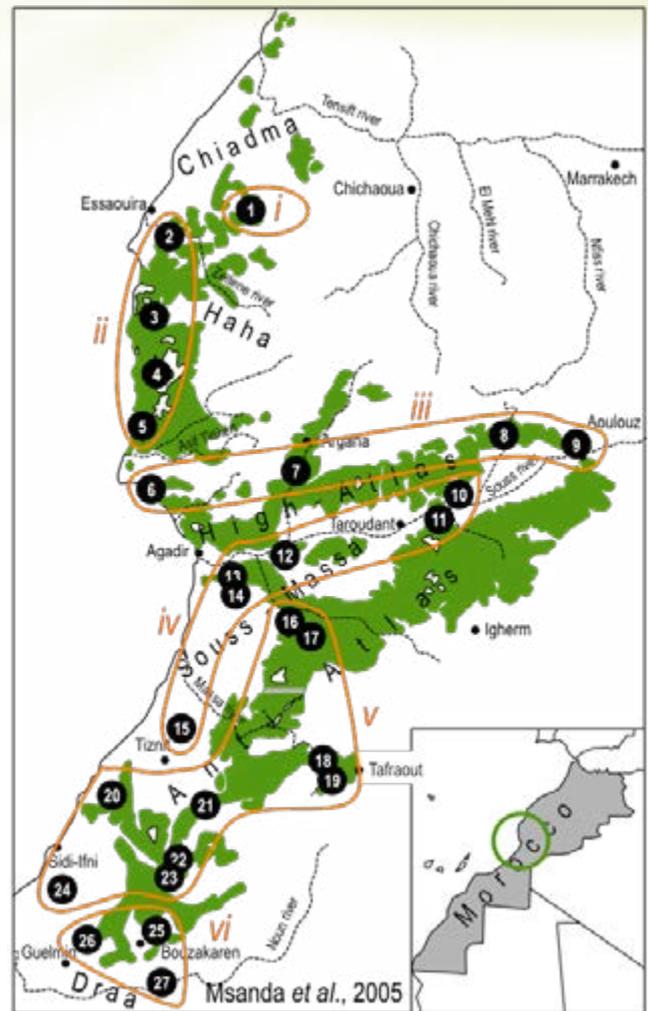


Figure 1 : Distribution de l'échantillonnage.

sol frais. Pour l'identification spécifique, les NPP ont été conservés dans la glycérine (De Grisse, 1969) et montés pour l'observation microscopique (Cobb, 1917).

Indices écologiques de diversité

Plusieurs indices écologiques (Magurran, 2007) ont été calculés pour évaluer la diversité des communautés de NPP : nombre total ; dominance ; richesse (S) ; indice de diversité Shannon ($H' = -\sum p_i \ln p_i$ où p_i est la proportion d'individus dans le taxon i) ; équitabilité ($E = H' / \ln S$) qui évalue l'homogénéité taxonomique des communautés.

Analyses des données

Les données de diversité ont été analysées par ANOVA ($p < 0,05$). Des analyses en composantes principales (ACP) ont été réalisées pour explorer les patrons statistiques des communautés en relation avec les écosystèmes étudiés (Thioulouse et al., 1997).

RESULTATS ET DISCUSSION

Diversité taxonomique des communautés

La nématofaune parasite détectée dans l'arganeraie est riche, avec 70 espèces appartenant à 34 genres et 12 familles. Aucune espèce n'a été détectée partout, à l'exception des espèces généralistes *Telotylenchus* sp. et *Filenchus filiformis* appartenant aux familles ubiquistes des *Telotylenchidae* et des *Tylenchidae* respectivement. Deux groupes de familles se distinguent par leur richesse : les familles très diversifiées (comprenant 7 à 10 genres) comme les *Telotylenchidae* et les *Tylenchidae* ; d'autres peu diversifiées (avec 1 à 3 genres) comme les

Longidoridae, *Heteroderidae*, *Hoplolaimidae*, *Meloidogynidae*, *Paratylenchidae* et *Pratylenchidae*. Au sein de ces familles, certains genres sont diversifiés avec plusieurs espèces telles que *Ditylenchus*, *Pratylenchus* et *Nothotylenchus* (3 espèces), *Xiphinema* (4 espèces), *Paratylenchus* (5 espèces), et *Pratylenchoides* (6 espèces). En revanche, 16 genres

sont représentés par une seule espèce.

L'abondance moyenne en PPN totaux (N) et la richesse spécifique (S) sont si hétérogènes (Fig. 2A & 2B) qu'elles ne diffèrent pas d'une région à l'autre. En revanche, la diversité et l'équitabilité (Fig. 2C & 2D) des communautés diminuent significativement depuis les régions septentrionales (Chiadma) vers les régions méridionales (Draa).

Patrons des communautés de nématodes phytoparasites

Après retrait des taxons rares du jeu de données, l'analyse ACP révèle que les deux premiers facteurs de l'ACP expliquent 31% de la variabilité des données (Fig. 3A). Les variables les plus structurantes sont «*Longidorus*», «*Hoplolaimus*», «*Meloidogyne*» et «*Scutylenchus*» (selon F1) et les variables «*Telotylenchus*», «*Tylenchorhynchus*» et «*Merlinius*» (selon F2).

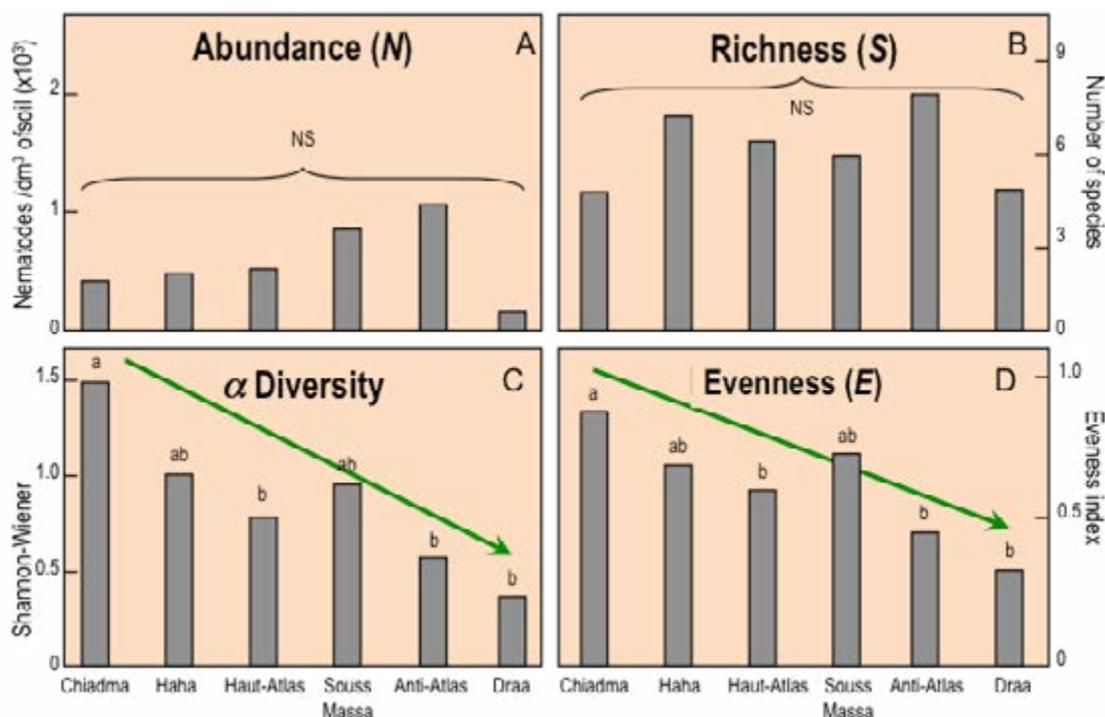


Figure 2 : Distribution de la diversité des communautés de nématodes phytoparasites dans l'arganeraie.

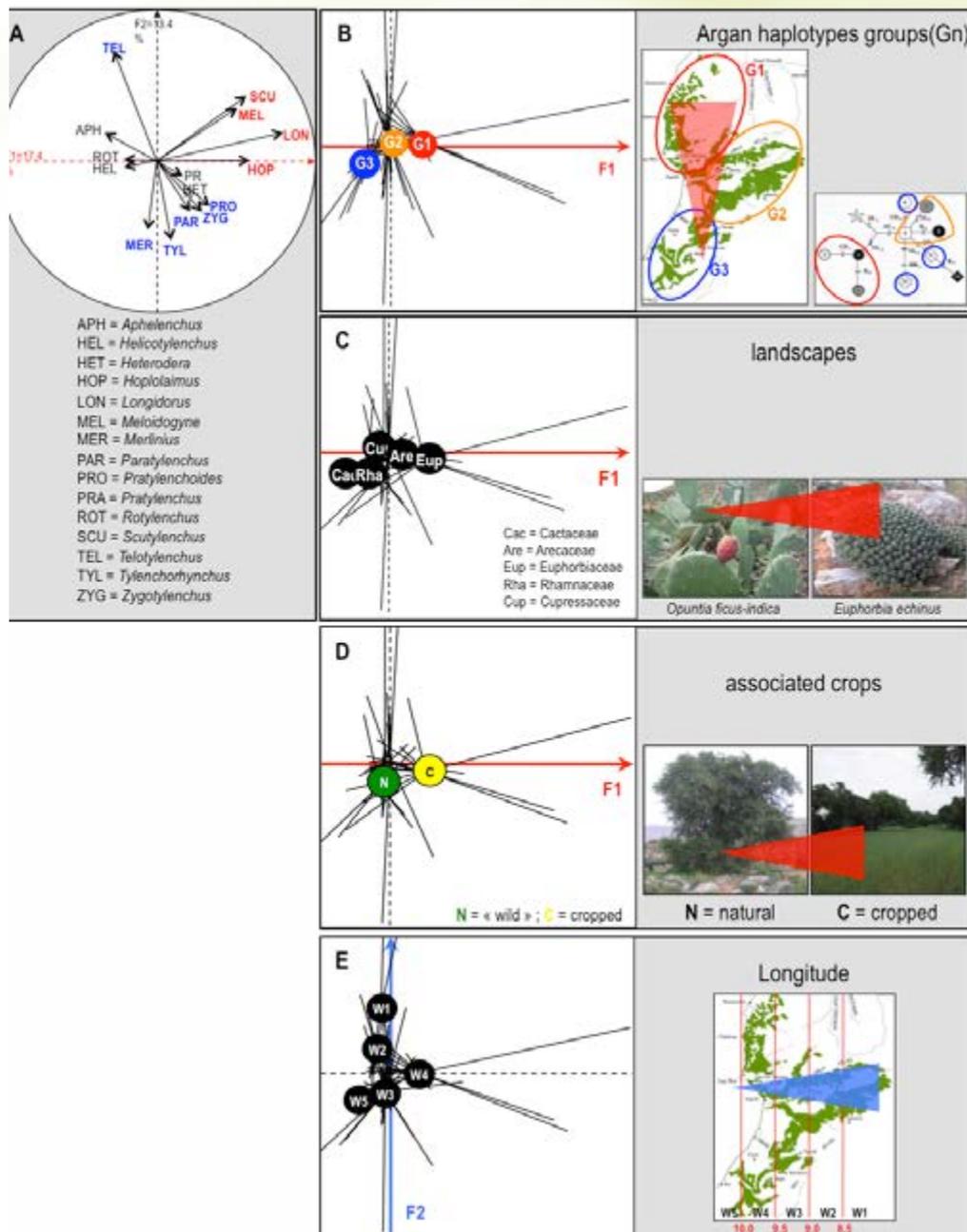


Figure 3 : Patrons statistiques des communautés de nématodes phytoparasites détectés dans l'arganeraie. Cercle de corrélation ACP des variables « nématodes » (A); Plans factoriels des échantillons classés selon (B) les groupes d'haplotypes d'arganier, (C) les types de végétation associée et (D) l'usage de l'arganeraie (sauvage / cultivée).

Le plan factoriel des échantillons indique trois structurations significatives :

- selon les groupes d'haplotypes des arganiers (Fig. 3B) (El Mousadik et Petit, 1996).
- selon les types de végétation associés à l'arganeraie (Fig. 3C).
- selon que l'arganeraie est naturelle ou cultivée (Fig. 3D).

- selon un gradient longitudinal (Fig. 3E) correspondant à un gradient de texture des sols (sableux à l'ouest et argileux à l'est) et à la typologie culturale du bassin du Sous (horticulture légumière à l'ouest et horticulture fruitière à l'est).

Donc les variables environnementales influencent significativement les patrons des communautés de nématodes phytoparasites :

- en milieu naturel : la diversité génétique d'*A. spinosa* et la diversité de la végétation associée contribuent à structurer les communautés via des processus de trade-off.

- l'association de cultures (agro-foresterie) conduit au développement d'espèces spécialisées, en particulier *Meloidogyne* spp. *Hoplolaimus* spp. et d'autres de la famille des Telotylenchidae.

- la déforestation et le remplacement par des cultures à haute valeur ajoutée (horticulture maraîchère et fruitière) renforcent le développement des espèces les plus dommageables (*Meloidogynidae* et *Pratylenchidae*).

CONCLUSIONS

Il s'agit du premier inventaire des nématodes phytoparasites réalisé dans l'arganeraie. Cette étude a porté sur l'analyse comparative de la diversité des communautés de nématodes phytoparasites :

- dans les différents écosystèmes naturels de l'arganeraie (inframéditerranéen, thermoméditerranéen et saharien).

- dans plusieurs systèmes de culture associées (céréales, légumineuses, maraîchage).

- dans des zones déforestées qui ont fait place à la monoculture maraîchère ou fruitière.

Les espèces de nématodes phytoparasites dommageables aux cultures (e.g. les nématodes à galles *Meloidogyne* spp. et à lésions *Pratylenchus* spp.) sont présentes dans l'arganeraie naturelle et les changements d'usage des terres induit de nouvelles structures des communautés de nématodes phytoparasites dotées d'une pathogénicité élevée.

Cela amène à réfléchir sur les conditions :

- du développement de l'agro-foresterie (choix des associations, des systèmes de production, des variétés) qui risque d'induire le développement accru de nématoses qui affecteront les cultures.

- de l'intensification de l'arganeraie (monoculture en vergers) qui risque d'induire le développement de nématoses qui affecteront la reprise des arbres et leur production.

- la protection, par des méthodes biologiques (e.g. mycorhizes), des plants d'arganier au cours des phases de régénération végétative.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Alaoui A, Imoulan A, El Alaoui-Talibi Z, El Meziane A, 2010. Genetic structure of Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) populations from Moroccan endemic forest of *Argania spinosa*. International Journal of Biology 12: 291-298.

Cobb NA, 1917. Notes on nemas. Contributions to a Science of Nematology 5: 117-128.

De Grisse AT, 1969. Redescription ou modifications de quelques techniques utilisées dans l'étude des nématodes phytoparasites. Meded. Fakulteit Landbouw. Gent 34: 351-369.

El Aïch A, Bourbouze A, Morand-Fehr P, 2007. Le système d'élevage caprin dans l'arganeraie. In: Atlas de l'arganier et de l'arganeraie, Kenny L (Ed.), IAV Rabat pp. 179-190.

El Mousadik A, Petit RJ, 1996. Chloroplast DNA phylogeography of the argan tree of Morocco. Mol. Ecol. 5: 547-555.

Ferraz LCCB, Brown DJF, 2002. An introduction to nematodes. Plant nematology. Pensoft Publishers Sofia 221pp.

ISO 23611-4, 2007. Soil quality - Sampling of soil invertebrates - Part 4: Sampling, extraction and identification of soil-inhabiting nematodes. ISO 20pp.

Magurran AE, 2007. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, Malden 256 pp.

Mai WF, Mullin PG, 1996. Plant-parasitic nematodes. A pictorial key to genera. Cornell Univ. Press 277p.

Merny G, Luc M, 1969. Les techniques d'évaluation des populations dans le sol. In: Lamotte M, Bourlière F (Eds.), Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux dans les milieux terrestres. Masson, Paris pp. 257-292.

Msanda F, El Aboudi A, Peltier JP, 2005. Biodiversité et biogéographie de l'arganeraie marocaine. Cahiers Agricultures 14: 357-364.

Oostenbrink M, 1960. Estimating nematode populations by some selected methods. In: Nematology. Sasser JN, Jenkins WR (Eds.), Univ. North Carolina Press pp 85-102.

Thioulouse J, Chessel D, Dolédec S, Olivier JM, 1997. ADE_4: a multivariate analysis and graphical display software. Statistics and Computing 7: 75-83.