

## Diversité des nématodes parasites et durabilité du système culture-jachère au Sénégal

Patrice Cadet\*, Jean-François Bois\*\*, Emmanuelle Pate\*\*\*,  
N'Deye N'Diaye-Faye\*\*\*, Christian Floret\*

La restauration des potentialités agronomiques du sol sous l'effet de la jachère naturelle est un phénomène bien connu et largement utilisé. Cet effet de la jachère résulte d'un accroissement des apports de matière organique qui sont à la base de l'activité biologique des sols. Il s'accompagne d'une augmentation de la biodiversité floristique et faunistique. C'est le cas, par exemple, pour la végétation (Koita & Bodian, 2000), les termites (Fall *et al.*, 2000) ou les mycorhizes (Duponnois *et al.*, 2000). À l'inverse, cette pratique semble paradoxalement faire disparaître les organismes parasites, comme les nématodes phytophages (Netscher, 1985), alors que la diversité de leurs hôtes s'accroît. L'objectif de cette étude est d'étudier, sous un angle écologique, l'influence de la jachère naturelle sur le développement des nématodes phytoparasites et les conséquences sur la croissance du mil.

### Influence de la jachère naturelle sur l'évolution des peuplements de nématodes

Contrairement à ce qui est généralement admis, le nombre d'espèces de nématodes phytoparasites a tendance à s'accroître parallèlement au temps de jachère (Tableau I). Ce phénomène est amplifié si, au lieu de se baser sur un dénombrement en termes de présence/absence, on utilise les abondances relatives des espèces dans le peuplement (Tableau II). Il ne s'agit pas d'un phénomène régulier : si certaines espèces apparaissent, d'autres disparaissent ou deviennent trop rares pour être détectées par notre méthode d'échantillonnage. C'est le cas de *Scutellonema cavenessi* dans la zone de Thyssé Kaymor.

Parallèlement à cet accroissement de la diversité, le nombre de nématodes phytoparasites, toutes espèces confondues, a aussi tendance à augmenter avec le temps de jachère (Figure 1). La mise en défens amplifie encore ce phénomène. Si la diminution d'importance des deux espèces qui se rencontrent systématiquement et majoritairement (90 p. cent au moins) dans les champs de cultures vivrières de la région apparaît comme une situation plutôt satisfaisante dans une perspective de remise en culture (Figure 1), la question se pose par rapport à l'amplification du potentiel d'infestation que représente l'augmentation quantitative et qualitative du peuplement sous l'effet de la jachère naturelle.

L'augmentation du nombre d'espèces n'apparaît pas comme un élément positif puisqu'il augmente *a priori* le nombre de plantes susceptibles d'être attaquées par les nématodes. Par ailleurs, l'accroissement de la taille du peuplement de nématodes parasites correspond théoriquement à une augmentation de la pression parasitaire.

\* Institut de recherche pour le développement (I.R.D., ex-Orstom), B.P. 1386, Dakar (Sénégal).

\*\* Institut de recherche pour le développement (I.R.D., ex-Orstom)-Cirad, Montpellier (France).

\*\*\* Université Cheikh-Anta-Diop, département biologie animale, Dakar (Sénégal).

**Tableau I.** Récapitulatif de l'abondance des taxa nématologiques entre les champs, les jachères et la forêt de sonkorong

Transects	Champs		1-3 ans		8-10		18-20 ans		Forêt	
	A	B	C	i	3	5	6	7	8	11
<i>Tylenchorhynchus gladiolans</i>	+	+	+	+	-	+	--	-	+	--
<i>Scutellonema cavenessi</i>	+++	+	+	+	+	+	-	-	-	+
<i>Criconemella curvata</i>	+++	--	0	-	+	+	--	-	-	-
<i>Rotylenchulus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0
<i>Hemicycliophora belemnis</i>	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0
<i>Tylenchorhynchus sulcatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+
<i>Longidorus</i> sp.	0	0	0	0	+	+	0	0	0	+
<i>Triversus annulatus</i>	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0
<i>Aphelenchus</i>	+	+++	+	-	-	+	-	+	+	+
<i>Tylenchorhynchus mashhoodi</i>	++	+	-	--	+	+	-	+	+	+
<i>Tylenchorhynchus avaricus</i>	0	+	0	0	0	0	+	0	+	+
<i>Tylenchorhynchus ventralis</i>	0	+	0	0	0	+	+	0	+	+
<i>Aphasmatylenchus variabilis</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+
<i>Xiphinema</i> spp.	--	--	--	--	-	-	-	-	+	-
<i>Gracilacus parvula</i>	--	--	-	--	-	--	-	+	+	--
<i>Ditylenchus</i>	+	+++	+	-	-	-	+	+	+	+
<i>Trichotylenchus falciformis</i>	--	+	--	--	--	-	+	--	+	-
<i>Filenchus</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>Pratylenchus pseudopratensis</i>	--	-	--	--	-	+++	+	+	+++	+
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	-	-	--	--	-	+	+++	+	+++	+++
Nb d'espèces absentes (sur 20)	7	5	8	7	6	5	2	.7	5	3
Nb d'espèces présentes	13	15	12	13	14	15	18	13	15	17

Les effectifs sont résumés en classes d'abondance relative, par taxa, codées de -- (taxa nématologique très peu abondant) à +++ (taxa nématologique très abondant) et 0 lorsque le taxa est absent.

Recapitulation of nematode taxa abundance between fields, fallows and forest of Sonkorong. Number of nematodes are summarized in relativ abundance class, per taxa, coded from -- : less abundant taxa to +++ very abundant taxa and 0, when the taxa is absent.

### Effet pathogène des peuplements de nématodes de la jachère naturelle

L'étude de la pathogénie potentielle des peuplements de nématodes a été menée en phytotron, avec du sol collecté à Thyssé Kaymor, dans une jachère de dix-huit ans en défens, et du sol d'une parcelle cultivée depuis plusieurs années. Une partie de ce sol a été stérilisée à l'autoclave à vapeur et plusieurs cycles culturaux y ont été effectués préalablement à la réalisation de l'expérience pour éliminer les effets secondaires de la stérilisation. La croissance des plants de mil est toujours nettement inférieure sur le sol cultivé que dans le sol issu de la jachère, qui est plus riche (Masse, 1998). La surface foliaire et la biomasse du mil sont deux fois plus importantes environ sur le sol de jachère (Tableau III), et la teneur en chlorophylle y est plus élevée en début de culture (Cadet & Bois, 1997).

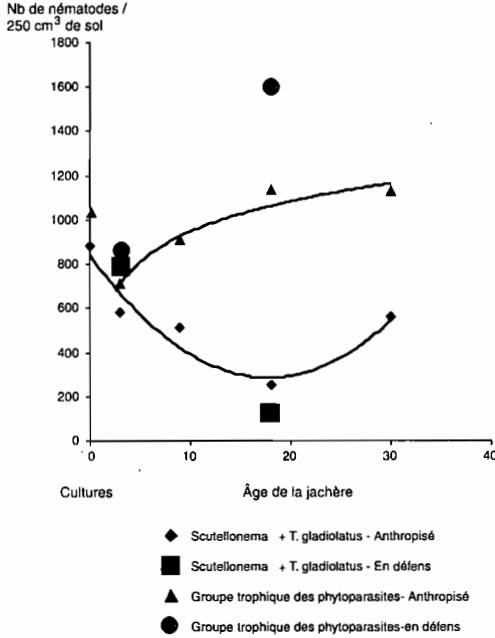
**Tableau II.** Fréquence relative en pourcentage (FR) des taxa nématologiques de nématodes phytoparasites dans les jachères naturelles et protégées, dans les champs cultivés de la zone de Sonkorong. *Relative frequencies in % (FR) of nematode taxa in natural and fenced fallows, in the cultivated fields of the region of Sonkorong.*

Groupes trophiques et taxa	F. R. (%) anthropisé	F. R. (%) protégé	F. R. (%) cultivé
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	22,9	47,9	2,4
<i>Scutellonema cavenessi</i>	21,9	21,6	45,9
<i>Tylenchorhynchus gladiolatus</i>	18,8	15,9	40,4
<i>Gracilacus parvula</i>	11,4	8,1	0,2
<i>Trichotylenchus falciformis</i>	11,3	2,9	2,5
<i>Pratylenchus pseudopratensis</i>	7,8	2,7	2,7
<i>Tylenchorhynchus mashoodi</i>	4,2	0,4	5,7
<i>Xiphinema spp.</i>	0,6	0,2	0,01
<i>Criconemella curvata</i>	0,5	0,09	0
<i>Triversus annulatus</i>	0,3	0,08	0
<i>Aphasmatylenchus variabilis</i>	0,2	0,03	0,2
<i>Longidorus spp.</i>	0,1	0,01	0
<i>Tylenchorhynchus ventralis</i>	0,01	0,01	0
<i>Tylenchorhynchus sulcatus</i>	0,007	0,003	0
<i>Rotylenchulus spp.</i>	0,003	0,002	0
<i>Hemicycliophora belemmis</i>	0,003	0,002	0
<i>Tylenchorhynchus avaricus</i>	0,0003	0,001	0

Sur le sol cultivé, qui peut être considéré comme très appauvri par une longue période de culture, la présence des nématodes a entraîné une diminution de dix pour cent de la surface foliaire et de vingt-six pour cent de la biomasse accumulée par rapport à une culture sur sol cultivé stérilisé (Tableau III). Cet effet dépressif des nématodes sur la croissance des plantes est tout à fait classique, dans la mesure où ces parasites endommagent le système racinaire qui est le siège de l'assimilation des éléments nutritifs et de l'eau (Luc *et al.*, 1990).

À l'inverse, sur sol de jachère infesté de nématodes, la surface foliaire et la biomasse aérienne augmentent d'environ quarante pour cent, par rapport au sol de jachère stérilisé. Ce résultat s'explique dans la mesure où la biomasse racinaire est plus élevée dans le sol infesté que dans le sol stérilisé. Ce phénomène n'a pas été observé dans le sol cultivé.

Cette stimulation paradoxale de croissance en présence des nématodes pourrait provenir de la différence de composition spécifique entre les peuplements de nématodes. Le peuplement de nématodes dans le sol de jachère cultivé en mil est plus diversifié que le peuplement dans le sol issu des champs cultivés. L'une des espèces majeures, omniprésente dans les champs de mil : *Scutellonema cavenessi*, n'est pratiquement pas présente dans le sol de la jachère (Germani, *et al.*, 1985; Cadet & Floret, 1995; Tableau IV). Une plante dont le système racinaire est attaquée par des parasites réagit par une émission supplémentaire de racines (Wallace, 1963). Dans les situations précédemment exposées, les racines émises dans le sol cultivé sont détruites par le peuplement de nématodes car sa composition le rend pathogène. Dans le cas du sol de jachère, les attaques de nématodes provoquent la réaction de stimulation du développement racinaire, mais ces racines ne sont pas détruites car la diversité spécifique du peuplement nématologique atténuerait son effet pathogène. Dans ce



**Figure 1.** Évolution des densités d'infestation pour le groupe trophique des nématodes phytoparasites et des deux espèces présentes dans les champs cultivés : *Scutellonema cavenessi* et *T. gladiolatus*, en fonction de l'âge et de l'état de la jachère.

*Evolution of infestation densities for plant parasitic nematodes trophic group and the two species occurring in the field : Scutellonema cavenessi and T. gladiolatus, according to age and condition of the fallow land.*

**Tableau III.** Étude en phytotron de l'effet de la jachère et des nématodes sur le développement du mil. *Phytotron studies of fallow and nematode effect on the millet vegetative growth.*

	Sol cultivé		Effet de la présence des nématodes (%)	Sol de jachère		Effet de la présence des nématodes (%)
	Stérile	Infesté		Stérile	Infesté	
Surface foliaire (cm <sup>2</sup> )	147,5	132,8	- 10	163,9	232,7	42
Biomasse aérienne (g)	0,393	0,341	- 13	0,53	0,713	35
Biomasse racinaire (g)	1,035	0,715	- 31	0,991	1,417	43
Effet de la jachère par rapport au sol cultivé	Stérile	Infesté				
Surface foliaire (cm <sup>2</sup> )	11 %	75 %				
Biomasse aérienne (g)	35 %	109 %				
Biomasse racinaire (g)	- 4 %	98 %				

cas, la croissance de la plante est stimulée dans la mesure où elle dispose d'un système racinaire plus développé et d'un sol plus riche. Ce résultat est confirmé par ceux obtenus par Villenave *et al.* (1997) dans des conditions semblables.

Dans le cas présent, l'accroissement de la diversité spécifique et le changement dans la composition spécifique du peuplement de nématodes sont synonymes de baisse de l'effet pathogène, indépendamment du nombre de parasites présents.

**Tableau IV.** Abondance (nématodes (N) par  $\text{dm}^3$  de sol) des différentes espèces de nématodes observées dans les sols cultivés et de jachère à l'issue de l'expérience sur la croissance du mil en phytotron. *Abundance (nematodes (N) per  $\text{dm}^3$  of soil) of the different species observed in the cultivated and fallow soil at the end of the experiment on the millet growth in phytotron.*

Espèces observées	Sol cultivé (N. $\text{dm}^{-3}$ )	Sol de jachère (N. $\text{dm}^{-3}$ )
<i>S. cavenessi</i>	107	2
<i>H. dihystra</i>		0
<i>T. gladiolatus</i>	444	577
<i>T. mashhoodi</i>		9
<i>P. pseudopratensis</i>		119
<i>T. falciformis</i>		27
<i>D. myceliophagus</i>	8	20

### Relation entre nématodes phytoparasites et durabilité

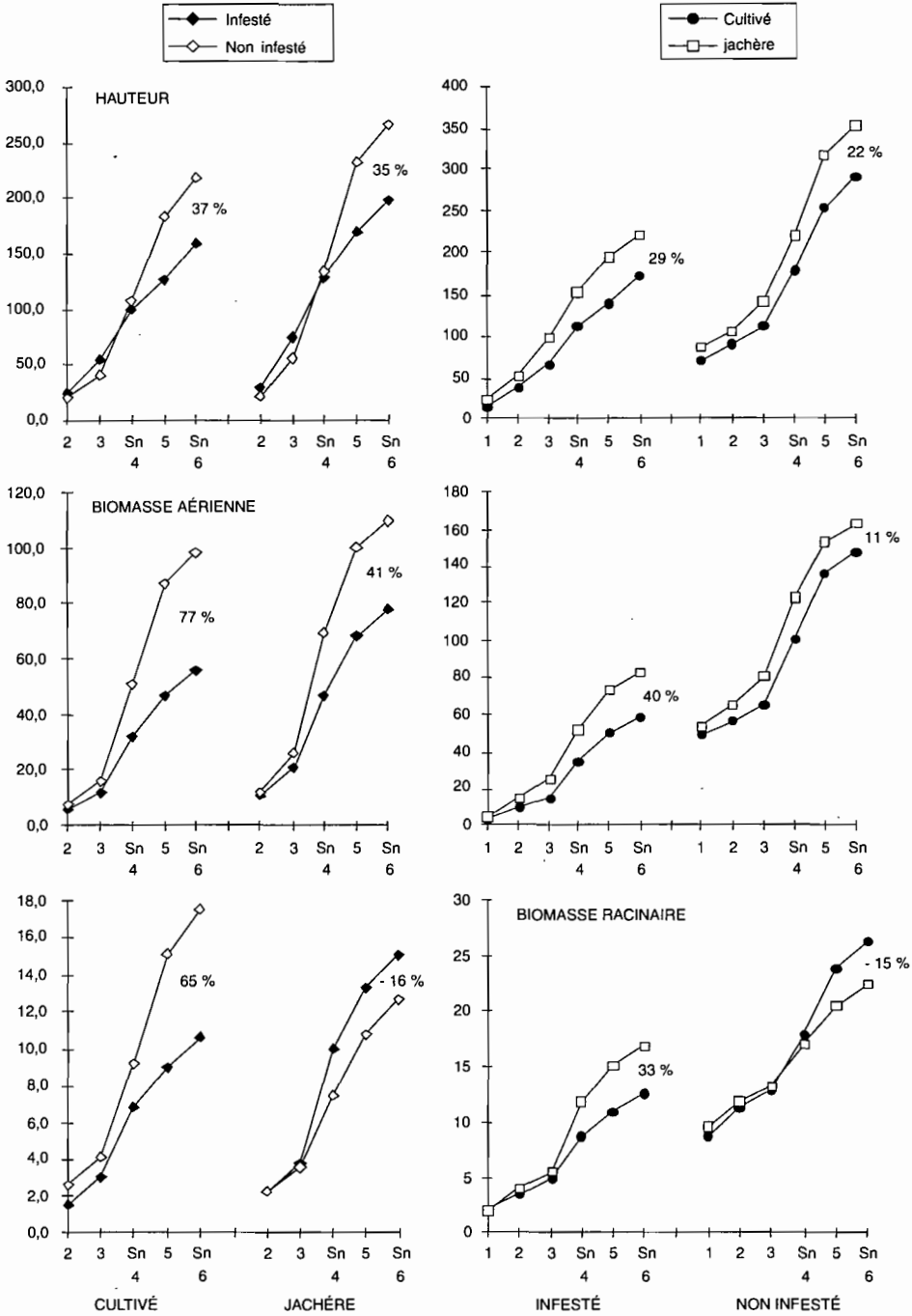
L'intérêt de la jachère naturelle ne se mesure pas sur le bénéfice obtenu à l'occasion de la première récolte après défriche, mais sur le nombre de cycles culturaux pendant lesquels ce bénéfice est obtenu, autrement dit en terme de durabilité. Cette évaluation est d'autant plus difficile qu'elle impose des observations *in situ* pendant de nombreuses années. Il est donc nécessaire de « modéliser » le processus. Dans le cas présent, il s'agit de savoir comment évolue l'impact des nématodes de la jachère sur le mil au fil des cycles culturaux. Cette étude a été réalisée en serre, sur un sol de jachère et sur un sol cultivé depuis de nombreuses années, en présence des peuplements naturels de nématodes. Le développement du mil dans ces sols infestés a été comparé à celui qui est observé dans les mêmes sols stérilisés. Les observations ont été faites pendant six cycles culturaux successifs de deux mois, répartis sur deux années. Les deux parcelles dans lesquelles les sols ont été prélevés sont situées à proximité l'une de l'autre dans la région de Thyssé Kaymor.

Les valeurs cumulées pour l'ensemble des cycles (le premier a été exclu pour éliminer l'effet de la stérilisation) des caractéristiques végétales du mil : hauteur, biomasses racinaires et aériennes, ont été utilisées pour comparer les développements des plantes dans les différentes situations (Figure 2).

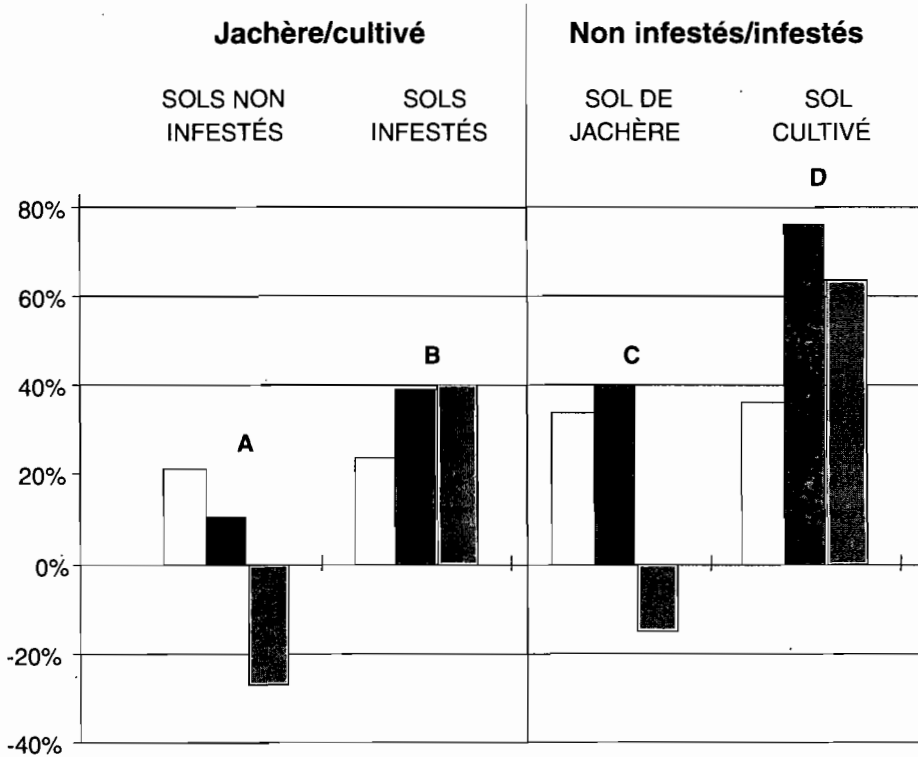
Dans les sols infestés, le développement végétatif du mil dans le sol de jachère naturelle est toujours supérieur à celui qui est observé dans le sol issu de la parcelle cultivée. Dans les sols stérilisés, la situation est équivalente, sauf pour la biomasse racinaire qui est plus élevée dans le sol cultivé que dans le sol de jachère.

Sur sol cultivé, les paramètres végétaux sont plus élevés dans les sols stérilisés que dans les sols infestés. C'est l'effet pathogène des nématodes qui se manifeste. Sur sol de jachère, la même situation apparaît, mais, sur l'ensemble des cycles, l'écart est beaucoup plus faible. La biomasse racinaire est plus importante dans le sol infesté que dans le sol non infesté, comme cela a été évoqué précédemment, mais, dans ces conditions expérimentales, l'effet moyen sur la biomasse n'apparaît plus sur les six cycles, parce que le bénéfice obtenu à certains cycles a été effacé par les pertes apparues à d'autres cycles du fait que le peuplement de nématodes évolue au cours de l'expérience.

L'analyse des résultats sur plusieurs cycles culturaux montre qu'en présence ou en absence de nématodes, la pratique de la jachère permet toujours d'améliorer la croissance du mil. Sur un sol stérilisé (situation théorique, puisqu'elle n'existe pas dans la nature) la pratique de la jachère naturelle sur un sol appauvri par la culture conduit à une réponse du mil



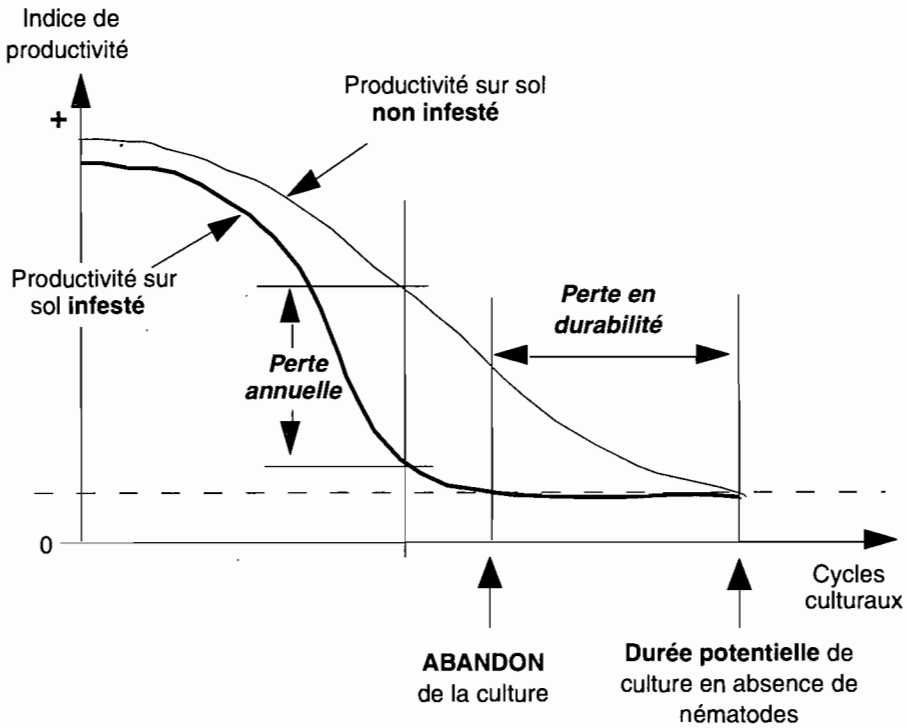
**Figure 2.** Valeurs cumulées des caractéristiques végétaives du mil pour les six cycles culturaux de deux mois dans le sol de jachère et le sol cultivé, infestés ou stérilisés.  
*Evolution of the millet vegetative characteristics for the six crop cycles of two months in the fallow and cultivated soil, infested or not by nematodes.*



**Figure 3.** Incidence en pourcentage de l'effet de la jachère par rapport au sol cultivé sur les différentes caractéristiques végétaives du mil dans des sols infestés ou non infestés, pour l'ensemble des cycles culturaux. A : Effet de la jachère par rapport au sol cultivé en absence de nématodes, sur les caractéristiques végétaives du mil. B : Effet de la jachère par rapport au sol cultivé en présence de nématodes, sur les caractéristiques végétaives du mil. C : Réponse du mil à l'élimination des nématodes dans un sol de jachère. D : Réponse du mil à l'élimination des nématodes dans un sol cultivé.

*Effet of fallow on the millet vegetative characteristics (%) in relation to cultivated soil, in infested or non infested situation, for all crop cycles. A : Effect of fallow in relation to cultivated soil in absence of nematodes, on the response of the millet. B : Effect of fallow in relation to cultivated soil in presence of nematodes, on the response of the millet. C : Response of millet to nematode eradication in a fallow soil. D : Response of millet to nematode eradication in a cultivated soil.*

dont le profil est sensiblement équivalent à celui obtenu en comparant le développement du mil sur un sol de jachère infesté et le même sol stérilisé (situation tout aussi théorique); autrement dit en éliminant les nématodes de la jachère (Figure 3-a et c). La pratique d'une jachère sur un sol appauvri infesté, c'est-à-dire la situation habituelle sur le terrain, entraîne une réponse du mil, équivalente à celle que l'on obtiendrait en éliminant les nématodes du sol cultivé (Figure 3-b et d) et ce, bien que les nématodes soient toujours présents après la jachère. Pour le paysan, pratique de la jachère ou traitement nématocide, conduisent à un résultat agronomique équivalent. Appauvrissement du sol et parasitisme par les nématodes sont deux phénomènes aux conséquences équivalentes pour la plante cultivée : réduction de la biomasse du mil et, subséquemment, du rendement. L'ambiguïté vient de ce qu'ils évoluent dans le même sens : la pression parasitaire augmente avec le temps de culture et la « fertilité » diminue simultanément. Cette situation a grandement contribué à minimiser



**Figure 4.** Modélisation de l'impact des nématodes sur la productivité du mil en fonction des cycles culturaux.

*Modelling of the nematode impact on the productivity of millet according to crop cycle succession.*

l'impact des nématodes. D'un point de vue pratique, la présence des nématodes conduira le paysan à abandonner son champ avant que les potentialités physico-chimiques ne soient épuisées (Figure 4).

## Conclusion

La jachère naturelle apparaît comme un moyen efficace pour restaurer la fertilité globale des sols, et donc le rendement du mil (un résultat largement validé sur le terrain). Les nématodes phytoparasites constituent effectivement un facteur limitant potentiel des rendements des cultures pluviales dans les zones soudano-sahéliennes, mais qui se manifeste essentiellement sur la durabilité du système de culture, très peu sur la production annuelle.

Les résultats obtenus tendraient à prouver qu'il n'est pas nécessaire d'éliminer physiquement les nématodes pour les combattre et que leur présence peut même contribuer au développement de la plante. Il suffit de gérer la composition spécifique du peuplement nématologique, un concept d'autant plus intéressant qu'il n'y a pas création de vide écologique, avec toutes les conséquences négatives résultant d'une telle situation. Dans ce cadre, la jachère naturelle est une pratique intéressante, car elle provoque précisément un accroissement de la biodiversité nématologique, qui tendrait donc à rendre le peuplement moins pathogène sur le mil dans cet environnement tellurique.



## Références

- Cadet P., Floret Ch. (1995). « An initial study of fallow periods on the nematode community in the soudanese - sahelian zone of Senegal », *Acta Œcologica*, n° 16 : pp. 77-88.
- Cadet P., Bois J.-F. (1997). « Pathogenic effect of two communities of plant parasitic nematodes on vegetative growth on millet in Senegal », *Abstr., African Plant Protection*, n° 3 : p. 120.
- Duponnois R., Ba A.M., Plenchette C., Thioulouse J., Cadet P. (2000). « Approche quantitative et qualitative de l'effet de la jachère sur des populations de champignons mycorrhiziens à arbuscules au Sénégal », in Floret & Pontanier (éd., 2000) : vol. I, pp. 367-375.
- Fall S., Sarr M., Rouland C., Agboba C., Brauman A. (2000). « Influence de la jachère et de la saison sur la densité et la biodiversité des termites : cas des jachères de Sare Yorobana (Haute Casamance, Sénégal) », in Floret & Pontanier (éd., 2000) : vol. I, pp. 294-302.
- Floret Ch., Pontanier R. (éd.). (2000). *La jachère en Afrique tropicale*, 2 vol., vol. I, *Actes du séminaire international*, Dakar (Sénégal), 13-16 avr. 1999, 1023 p. ; vol. II, *De la jachère naturelle à la jachère améliorée : Le point des connaissances*, Paris, John Libbey.
- Germani G., Baujard P., Luc M. (1985). *La lutte contre les nématodes dans le bassin arachidier sénégalais*, Paris, Orstom, 16 p.
- Koita B., Bodian A. (2000). « Évolution de la diversité végétale avec le temps de jachère en zone soudano-sahélienne », in Floret & Pontanier (éd., 2000) : vol. I, pp. 459-466.
- Luc M., Sikora R.A., Bridge J. (1990). *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*, Wallingford (UK), Cab International Institute of Parasitology, 629 p.
- Masse D., Cadet P., Chotte J.-L., Diatta M., Floret Ch., N'diaye-Faye N., Pate E., Pontanier R., Thioulouse J., Villenave C. (1998). « L'exploitation des jachères naturelles compromet la restauration de la fertilité du milieu semi-aride au Sénégal », *Agriculture et Développement*, n° 18 : pp. 31-38.
- Netscher C. (1985). « A crop rotation to control root-knot nematodes in the tropics », *Int. Nematology Network Newsletter*, n° 2 : pp. 14-15.
- Villenave C., Cadet P., Pate E., N'diaye N. (1997). « Microcosm experiment on development of different parasitic nematode fauna in two soils from the soudanese-sahelien zone of West Africa », *Biology and Fertility of Soil*, n° 24 : pp. 288-293.
- Wallace H.R. (1963). *The biology of Plant Parasitic Nematodes*, Londres, Edward Arnold, 280 p.

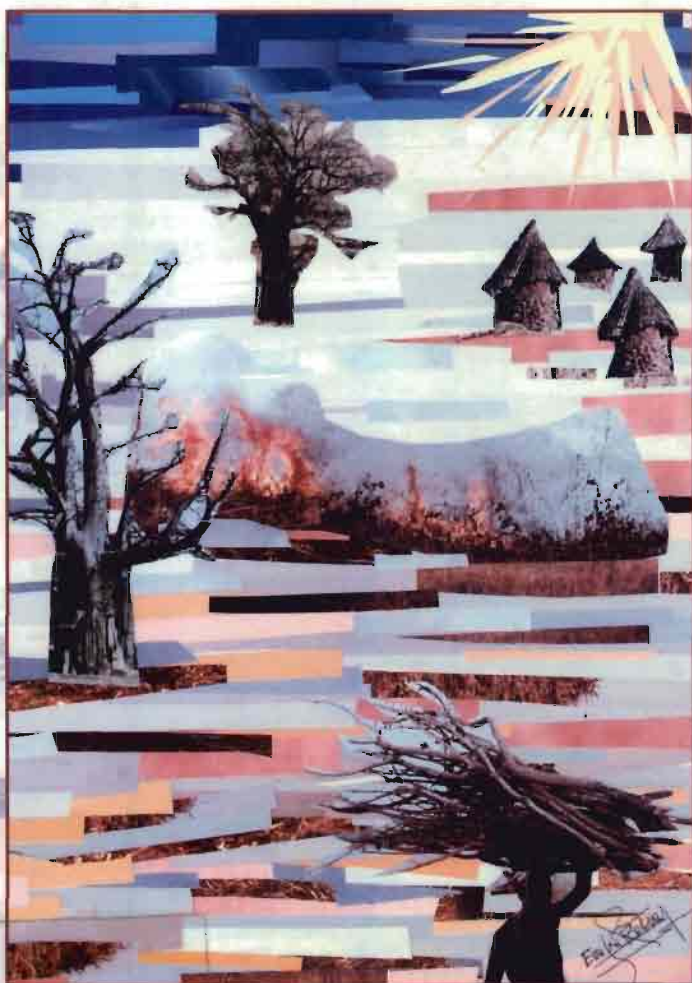
# La jachère en Afrique tropicale

*Rôles, Aménagement, Alternatives*

*Ch. Floret et R. Pontanier*

Volume 1

Actes du Séminaire international, Dakar, 13-16 avril 1999



**La jachère en Afrique tropicale.  
Rôles, aménagement, alternatives**

*Fallows in tropical Africa.  
Roles, Management, Alternatives*

Volume I

Actes du Séminaire international

Dakar, 13-16 avril 1999

*Proceedings of the International Seminary*

*Dakar, Avril 13-16, 1999*

Édité par

Ch. Floret et R. Pontanier



ISBN : 2-7099-1442-5

ISBN : 2-7420-0301-0

**Éditions John Libbey Eurotext**

127, avenue de la République, 92120 Montrouge, France

Tél : (1) 46.73.06.60

e-mail: [contact@john-libbey.eurotext.fr](mailto:contact@john-libbey.eurotext.fr)

[http : www.john-Libbey.eurotext.fr](http://www.john-Libbey.eurotext.fr)

**John Libbey and Company Ltd**

163-169 Brompton Road,

Knightsbridge,

London SW3 1PY England

Tel : 44(0) 23 80 65 02 08

**John Libbey CIC**

CIC Edizioni Internazionali

Corso Trieste 42

00198 Roma, Italia

Tel. : 39 06 841 26 73

© John Libbey Eurotext, 2000, Paris