

# Fluctuations des populations de *Meloidogyne incognita* dans un sol cultivé en climat tropical humide

Georges de GUIRAN et Gaetano GERMANI

I.N.R.A., Station de Recherches sur les Nématodes, 123 boul. Francis-Meilland, 06602 Antibes, France  
et Laboratoire de Nématologie, ORSTOM, B.P. 1386, Dakar, Sénégal.

## RÉSUMÉ

L'évolution de l'« infestation potentielle » et de l'« infestation actuelle » du sol par *M. incognita* a été suivie dans des parcelles expérimentales, à Adiopodoumé (Côte d'Ivoire).

Dans une première série d'observations, l'influence du couvert végétal (plante hôte, plante non hôte, jachère) a été étudiée. En l'absence de plante hôte, l'infestation du sol s'annule apparemment en six mois. La réinstallation d'une plante hôte fait remonter très rapidement l'infestation en raison d'un important développement végétatif. Cependant, même sur des plantes peu développées en raison d'une infestation initiale élevée, la population finale est importante. Enfin, pour des hauts niveaux de population, l'infestation potentielle est toujours beaucoup plus importante que l'infestation actuelle.

La décroissance de l'infestation après une culture fortement attaquée a été étudiée dans le temps et dans l'espace. Une analyse de variance sur les données transformées montre un effet significatif des facteurs temps, profondeur et éloignement du pied et de leurs interactions. Les populations les plus élevées se rencontrent à une profondeur moyenne (20-30 cm). Ces populations décroissent lorsqu'on s'éloigne de l'axe du pied, sauf dans les zones profondes (50-70 cm). Dans le temps, la décroissance se fait par paliers; elle est moins rapide dans les zones de profondeur moyenne.

L'infestation se maintient pendant plus de sept mois sans plante hôte à 25 cm de profondeur où les conditions optimales favorisent le vieillissement. Une diapause récemment mise en évidence peut expliquer cette survie prolongée.

## SUMMARY

### *Fluctuations of M. incognita populations in a cultivated soil of the wet tropical area*

The fluctuations of "immediate" and "potential" soil infestations by *M. incognita* have been observed in experimental plots at Adiopodoumé (Ivory Coast). Immediate infestation corresponds to the number of active second stage larvae and is measured by elutriation with final separation on cellulose tissue. Potential infestation corresponds to the total number of second stage larvae recovered after suppression of stresses inhibiting hatching (mainly moisture stress) and is measured by aspersion (de Guiran, 1966).

In the first series, we studied the influence of cropping sequences: host plant (tobacco), non host plant (*Panicum maximum* or guinea grass) and clean fallow in different orders (Tab. 1). In the absence of host plants, the infestation is apparently suppressed in six months. Reestablishment of the host plant restores a high population, due to a great vegetative development. However, even on poorly developed plants due to high initial infestation, the final population is fairly high. For large populations, potential infestation is always much higher than immediate infestation.

Population decline after a highly contaminated culture was studied in time and space. An analysis of variance on transformed data showed a significant effect of time, depth and distance from the vertical axis of the root, and of their interactions. The highest populations are found at a medium depth (20-30 cm). These populations decrease with distance from the vertical axis of the root, except for the deepest region observed (50-70 cm). With time, the population slowly decreases in steps and declines slower at medium depths.

The infestation persists during more than seven months without host plant at a 25 cm depth where optimal conditions promotes hatching and depletion of hatched larvae. A diapause, recently demonstrated, can explain this prolonged survival.

Les stades infestants de *Meloidogyne* montrent une persistance remarquable dans le sol en l'absence de plante hôte. La détection et l'isolement de ces stades n'est pas toujours aisée et il n'est pas rare que des plantes hôtes, installées sur un sol où l'analyse ne décèle aucune larve de *Meloidogyne*, soient fortement attaquées. L'inhibition de l'éclosion des œufs par la sécheresse du sol (Linford, 1941) pouvant expliquer l'absence de ces larves et les œufs étant par eux-mêmes difficiles à isoler, l'un des auteurs a cherché à lever cette inhibition avant d'évaluer l'infestation du sol. Une humidification intense et prolongée obtenue dans un asperseur de Seinhorst s'est révélée efficace. Elle a permis d'isoler la totalité des larves pouvant être libérées dans le sol, qui a été considérée comme « infestation potentielle » et s'est révélée très différente de l'« infestation actuelle » estimée par les méthodes de routine (de Guiran, 1966).

En vue d'étudier l'évolution de ces deux types d'infestation dans les conditions naturelles du sud de la Côte d'Ivoire, nous avons réalisé deux séries d'observations. L'une a consisté à suivre l'évolution des populations sur un terrain infesté dans un dispositif faisant varier les types de couvert végétal (plante hôte, plante non hôte, jachère nue). La seconde a eu pour but de mesurer, dans l'espace et dans le temps, la décroissance de l'infestation dans un sol nu après la récolte d'une culture fortement attaquée.

### Matériel et méthodes générales

Les deux séries d'observations ont été conduites sur une parcelle de la ferme expérimentale du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé (Côte d'Ivoire) installée sur sables tertiaires (7 % d'argile, 85 % de sables et 1 % de matière organique). L'infestation de départ a été réalisée en répandant sur le sol une terre où *M. incognita* avait été fortement multiplié. Après un apport de compost urbain, à raison de 50 t/ha et deux labours croisés destinés à homogénéiser le terrain, des plants de tabac cv. Rio Grande indemnes de *Meloidogyne* ont été repiqués.

Bien que n'étant pas ici dans sa zone de culture, en raison d'une trop forte hygrométrie qui favorise de nombreux parasites foliaires, le

tabac a été choisi comme plante hôte du fait de son pouvoir multiplicateur à l'égard des populations de *Meloidogyne*. A la fin de cette première culture de tabac, l'infestation du terrain est apparue homogène et suffisante.

Au cours de l'étude, l'infestation actuelle a été mesurée à l'élutriateur et l'infestation potentielle à l'asperseur, selon les procédures indiquées précédemment (de Guiran, 1966). Les résultats sont exprimés en nombre de larves du deuxième stade ( $L_2$ ) par litre de sol. La teneur en eau du sol a été mesurée par pesée d'un échantillon avant et après passage à l'étuve à 110° pendant douze heures.

### Fluctuations des populations en fonction du couvert végétal

#### PROCEDURE

Sur le terrain ainsi infesté, 30 parcelles élémentaires de 7,2 × 5,4 m séparées par des allées de 0,9 m et butées sur leur pourtour ont été délimitées. Ces 30 parcelles ont été réparties au hasard en trois lots : A, B et C, destinés chacun à recevoir un type de succession culturale différent, défini par le tableau 1. *Panicum maximum* Jacq., graminée fourragère, a été choisi comme plante non hôte, son immunité ayant été vérifiée au préalable en laboratoire. Le tabac a été conservé comme plante hôte. La jachère étant une jachère nue avec paillage. Le tabac a été planté à raison de cinq billons de sept pieds par parcelle, rangées et pieds étant espacés de 0,90 m. *Panicum maximum* a été repiqué par éclat de souche aux mêmes écartements que le tabac. Les conditions climatiques de cette région ont permis une succession ininterrompue des cycles végétatifs, le manque d'eau en début de végétation étant éventuellement pallié par arrosage. Le troisième cycle correspondant à la fin des observations a été volontairement allongé.

Les parcelles ont été échantillonnées toutes les deux semaines en prélevant environ 100 g de terre au pied de chaque plant de tabac, sauf les pieds de bordure, à 10 cm de l'axe et à 25 cm de profondeur. L'ensemble des prises était mélangé pour chaque parcelle. Dans les par-

celles ne portant pas de tabac, l'échantillonnage a été effectué selon le même plan. Après passage sur tamis d'ouverture 2 mm, les 30 échantillons ainsi récoltés ont été traités à l'éluatriateur (infestation actuelle) et à l'asperseur (infestation potentielle). En outre, à chaque époque d'échantillonnage, la teneur en eau du sol a été mesurée.

Tableau 1

Successions culturales  
sur les trois types de parcelles de l'essai  
« fluctuations en fonction du couvert végétal »  
*Successive crops on the three plots series to study  
the soil population fluctuations of M. incognita*

	1 <sup>er</sup> cycle 1.3 au 15.8 (1 <sup>re</sup> année)	2 <sup>eme</sup> cycle 16.8 au 8.1 (1 <sup>re</sup> année)	3 <sup>eme</sup> cycle 9.1 au 10.9 (2 <sup>e</sup> année)
Parcelles A	Tabac	Jachère	Tabac
Parcelles B	<i>Panicum</i>	Tabac	Tabac
Parcelles C	Jachère	Tabac	Jachère

## RÉSULTATS

La figure 1 donne les résultats des comptages de larves de *Meloidogyne* effectués sur les échantillons ainsi traités.

Au cours du premier cycle on constate, sur la parcelle plantée en tabac, une chute de population très marquée quinze jours après la plantation. Cette chute peut correspondre à une migration des larves vers les jeunes racines situées à ce moment au-dessus de la zone de prélèvement (Prot, 1977). Dès le premier mois la population a retrouvé son niveau initial et elle atteint son maximum après quatre mois. Ce maximum correspond à 15.000 larves par litre de sol pour l'infestation actuelle et 25.000 pour l'infestation potentielle (moyenne des six parcelles). Sur plante non hôte et sur jachère, la courbe montre d'abord une décroissance régulière, puis prend une allure en dents de scie pour les faibles valeurs. Cette hétérogénéité est exagérée par l'échelle logarithmique des ordonnées. Elle est cependant caractéristique des *Meloidogyne* et résulte de leur localisation au niveau des racines et du grand pouvoir de multiplication des femelles qui tend à concentrer les larves autour de ces foyers d'infection.

Au cours du deuxième cycle, la plante hôte est installée sur les parcelles où elle était absente pendant le premier cycle (B et C) et où l'infestation était apparemment devenue nulle.

On constate, sur la plante hôte, une croissance très rapide de la population qui, trois mois après le début du second cycle, atteint un taux très élevé sur les parcelles plantées en tabac (infestation actuelle de 45.000 larves et infestation potentielle de 140.000 larves par litre de sol). Ce niveau est de trois à cinq fois plus élevé que lorsque la culture était effectuée d'emblée en premier cycle. Cette différence entre les deux cycles tient à ce que la plante hôte pousse sur un sol, non pas indemne, mais pauvre en larves. De ce fait elle prend un développement très important et sa masse racinaire offre au parasite la maximum de sites de pénétration et de multiplication. Ce phénomène est encore visible au cours du troisième cycle où, sur les parcelles A (tabac succédant à jachère), la population maximum est en moyenne deux fois plus élevée que sur les parcelles B (tabac succédant au tabac). Les plants les plus développés, visibles sur la figure 2, sont ceux qui supportent les plus fortes populations.

L'aspect végétatif d'une culture sensible à un *Meloidogyne* ne doit donc pas laisser préjuger de la population qu'elle héberge. Cependant des plants très peu développés, tels que ceux visibles au premier plan de la figure 2, peuvent aussi héberger de fortes populations.

On remarquera que la différence entre l'infestation potentielle et l'infestation actuelle est particulièrement importante pour les fortes populations bien que l'échelle logarithmique des ordonnées la rende peu visible sur la figure 1 pour les chiffres élevés.

Enfin, on n'observe pas de réduction plus forte de population sous *Panicum maximum* que sous jachère, contrairement à ce qu'ont observé Koen et Grobbelaar (1966) avec *M. javanica* et *Eragrostis curvula* en Afrique du Sud.

## Décroissance de la population en l'absence d'hôte

Un résultat intéressant de l'étude précédente est la reconstitution très rapide d'une forte population à partir d'un sol ayant une infesta-

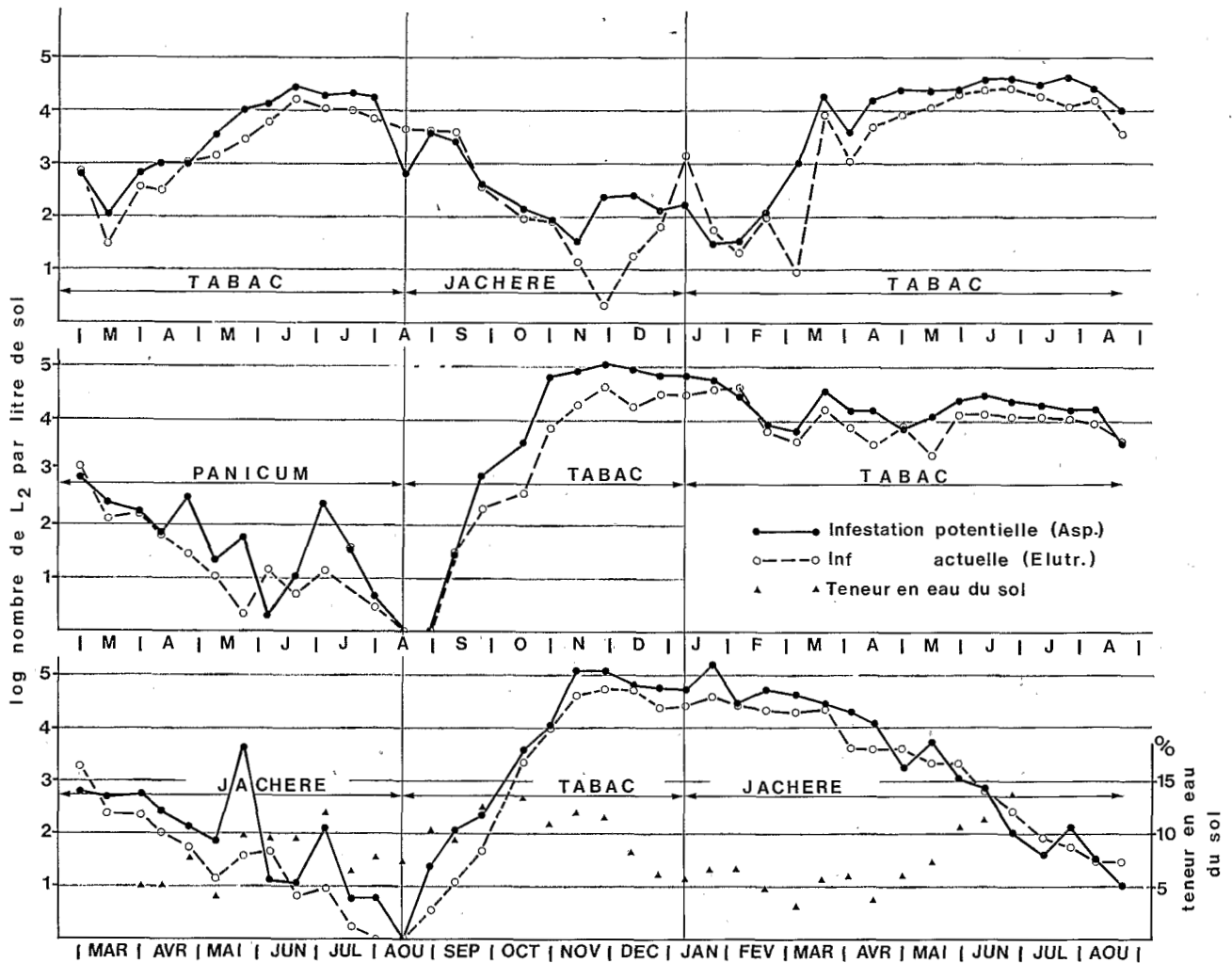


Fig. 1 : Évolution de l'infestation potentielle et de l'infestation actuelle d'un sol par *M. incognita* en fonction du couvert végétal. La teneur en eau du sol est figurée par des triangles.

Evolution of potential and actual infestations of a soil by *M. incognita* with different crop sequences. Triangles indicate soil moisture content.

tion potentielle apparemment nulle. Le parasite avait évidemment survécu mais n'avait pu être décelé. Il a donc paru nécessaire d'analyser plus en détail la décroissance de la population en l'absence d'hôte, non seulement dans le temps, mais également dans l'espace.

PROCEDURE

Selon la procédure indiquée pour l'étude précédente et sur une parcelle contiguë d'un demi-hectare, une population de *M. incognita* a été

multipliée de manière à obtenir une forte infestation sur tabac. La culture arrivée en fin de cycle, les pieds ont été coupés à la base et leur emplacement marqué d'un piquet. Sur quatre emplacements déterminés par tirage au sort exclusif, le même jour, puis par intervalle de deux semaines, une tranchée a été creusée à l'aplomb du piquet jusqu'à 80 cm de profondeur. Pour chaque pied, 21 échantillons ont été prélevés, répartis sur trois axes verticaux éloignés respectivement de 15, 25 et 45 cm de l'axe du piquet et, en profondeur, de 10 en 10 cm



Fig. 2 : Aspect de la végétation sur les parcelles de tabac attaquées par *M. incognita*. Au premier plan : tabac continu. Au second plan : culture de *Panicum maximum* (plante non hôte) intercalée.

Aspect of *M. incognita* infested tobacco plants. Front : continuous tobacco. Rear : non host plant (*Panicum maximum*) intercalated.

jusqu'à 70 cm (Fig. 3). Une échelle métallique, représentée sur la figure 4, permettait de prélever les échantillons en partant du haut sans qu'ils se contaminent réciproquement. Cette échelle, constituée de deux montants verticaux et de plaques horizontales espacées de 10 cm, était enfoncée dans la paroi de la tranchée à coup de masse. Chaque échantillon a été traité à l'élu-triateur et à l'aspersion pour mesure de l'infestation actuelle et de l'infestation potentielle. Le terrain a été maintenu en jachère nue paillée pendant toute la durée des observations.

#### TRAITEMENT DES DONNÉES<sup>1</sup>

Les résultats des comptages se répartissent dans un tableau à quatre entrées : trois éloignements  $e$  ( $i = 1$  à  $i = 3$ ), sept profondeurs  $p$  ( $j = 1$  à  $j = 7$ ); quinze dates  $d$  ( $k = 1$  à  $k = 15$ ) et quatre répétitions  $r$  ( $l = 1$  à  $l = 4$ ), les moda-

(1) Ce traitement a été effectué par H. Joannes, biométricien de l'I.N.R.A., Station de Biométrie de Champenoux, 54280 Seichamps, que nous tenons à remercier vivement ici.

lités de r étant hiérarchisées dans les modalités des dates.

Ce tableau comprend donc 1.260 données qui ont fait l'objet d'une analyse de variance suivant le modèle :

$$x_{ijkl} = \mu_{ijkl} + \varepsilon_{ijkl}$$

$\mu_{ijkl}$  représente la moyenne, fonction des quatre facteurs considérés;  $\varepsilon_{ijkl}$  représente la variance, indépendante de ces facteurs. La moyenne peut être elle-même décomposée comme suit :

$$\mu_{ijkl} = \mu_i^e + \alpha_j^p + \alpha_k^d + \alpha_{ij}^{ep} + \alpha_{jk}^{pd} + \alpha_{ik}^{ed} + \alpha_{ijk}^{epd} + a_{kl}^r$$

ce qui fait intervenir, en les ajoutant à une moyenne absolue  $\mu$ , les effets fixés :

- éloignement :  $\alpha_i^e$
- profondeur :  $\alpha_j^p$
- date :  $\alpha_k^d$

ainsi que toutes leurs interactions.

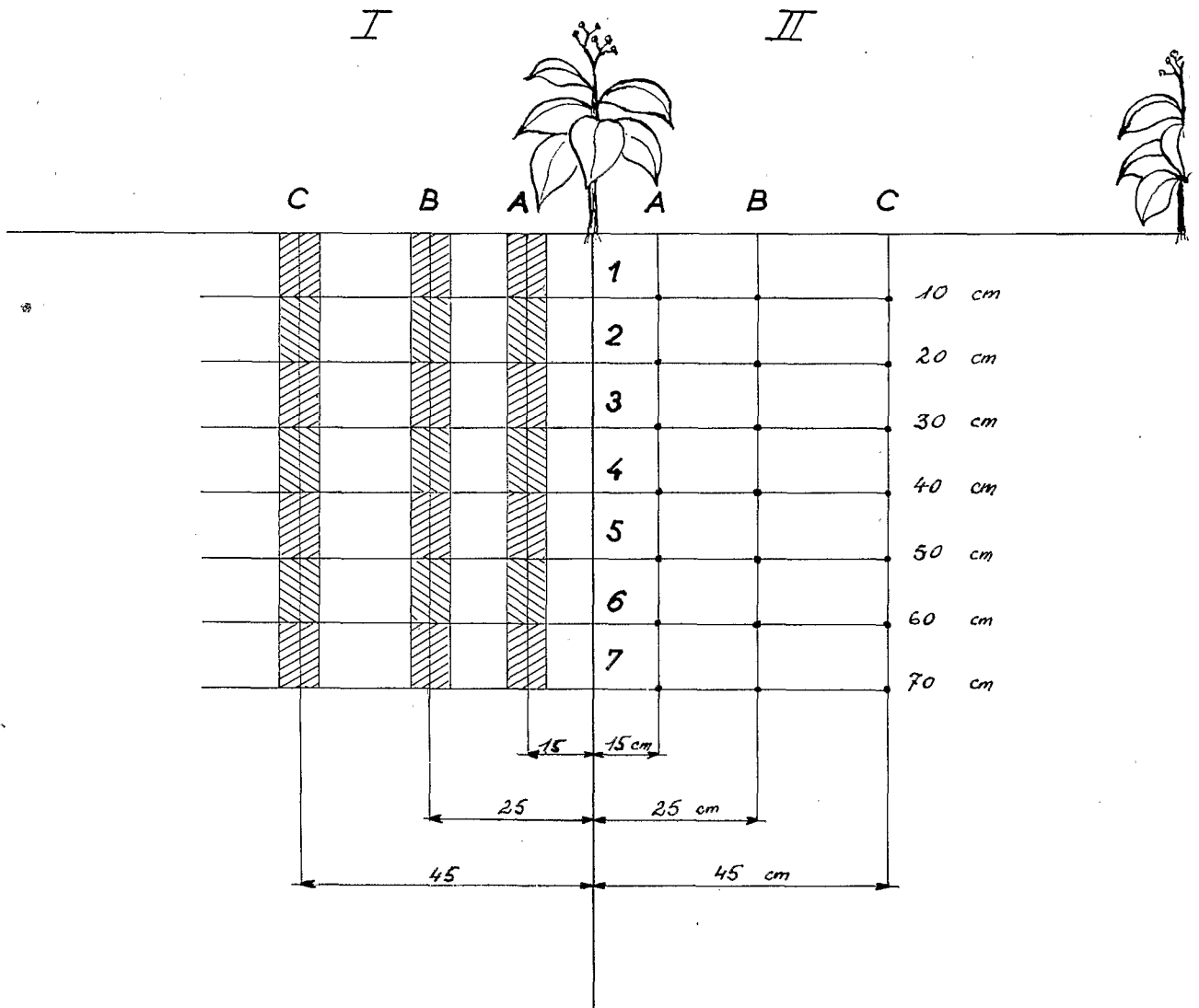


Fig. 3 : Plan des prélèvements effectués dans la rhizosphère des pieds de tabac pour étudier la décroissance de l'infestation du sol par *M. incognita*.

Sampling of tobacco plants rhizosphere to study the decrease of soil infestation by *M. incognita*.

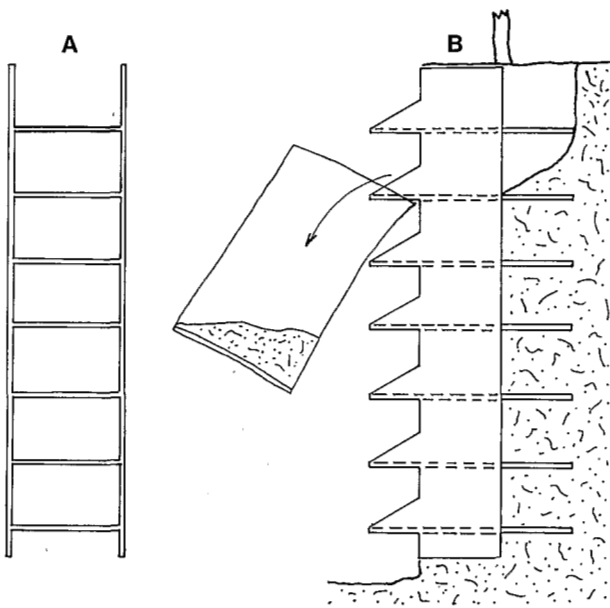


Fig. 4 : Schéma de l'appareil utilisé pour prélever les échantillons de sol à sept profondeurs différentes dans une fosse.

*Design of apparatus used to collect soil samples at seven different depths in a trench.*

L'effet  $\alpha_{kl}^r$  est un effet principal aléatoire qui traduit une variabilité due à la répétition du processus expérimental sur des pieds de tabac différents à une date donnée et entre les dates. Il s'agit donc d'un effet hiérarchisé dans la date. On suppose nulles ses interactions avec les autres effets.

L'estimation de la moyenne ( $\mu_{ijkl}$ ) a été utilisée pour étudier la liaison moyenne-variance. Elle a permis de constater que la variance est une fonction croissante de la moyenne, ce qui est caractéristique des distributions agrégatives. Merny et Déjardin (1970) ont utilisé, pour stabiliser les variances, la transformation  $y = \log(x + x_0)$ . La même transformation a été opérée avec  $x_0 = 1, 10$  et  $20$ . Ces transformations limitent la dépendance entre moyennes et variance mais restent peu satisfaisantes pour les faibles moyennes. On retient, pour les calculs,  $x_0 = 10$ , ce qui permet de rapprocher la valeur transformée de  $x = 0$  des autres valeurs.

RÉSULTATS

Avec une restriction concernant le respect des hypothèses du modèle proposé, l'analyse de

variance sur les données recueillies à l'asperseur (infestation potentielle) donne les résultats consignés au tableau 2.

L'infestation actuelle ne présente qu'une différence de niveau avec l'infestation potentielle et donne, à l'analyse de variance, des résultats entièrement similaires. Seule sera donc considérée ici l'infestation potentielle, le problème étant de déceler le maximum de survie du parasite.

Le tableau 2 montre donc que tous les effets sont significatifs, à l'exception de l'interaction d'ordre 3 des effets fixés ( $\alpha_{ijk}^{epd}$ ). Les figures 5, 6 et 7 montrent respectivement l'influence des trois facteurs : éloignement, prélèvement et date, sur la partie de la moyenne qui dépend des effets fixés ( $\mu_{ijkl} - \alpha_{kl}^r$ ).

Pour chacune de ces figures, les facteurs sont considérés deux à deux, le troisième étant pris dans sa moyenne. On peut ainsi juger de l'effet

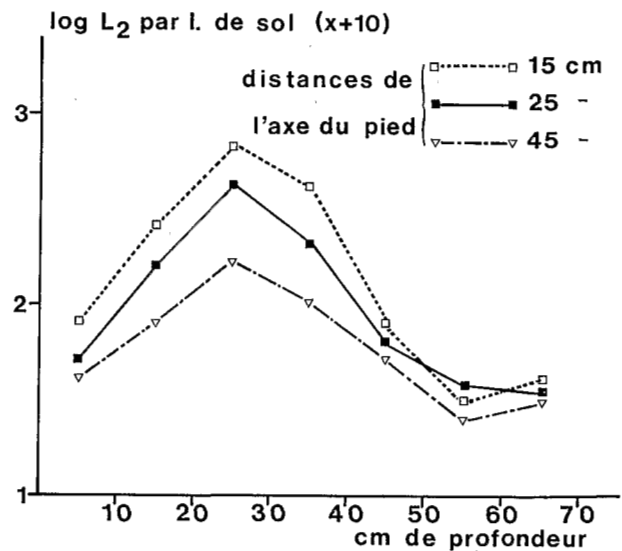


Fig. 5. Valeur de l'infestation potentielle du sol par *M. incognita* après une culture de tabac en fonction de la profondeur et pour trois éloignements de l'axe du pied. Chaque point correspond à la moyenne des quinze dates et des quatre répétitions (valeurs estimées de  $\mu + \alpha_i^o + \alpha_j^p + \alpha_{ij}^{ep}$ ).

*Value of potential infestation of a soil by *M. incognita* after a tobacco crop at seven depths and for three distances from the plant. Each point is the mean of fifteen dates and four replications (estimated values of  $\mu + \alpha_i^o + \alpha_j^p + \alpha_{ij}^{ep}$ ).*

de ces deux facteurs et de leur interaction. Cette interaction (d'ordre 2) entre les effets fixés se traduit par des intersections entre les courbes qui, sans interactions, seraient parallèles, les effets s'ajoutant simplement les uns aux autres.

Ainsi, la figure 5 montre le niveau des populations en fonction de la profondeur pour chaque éloignement, chaque point représentant la moyenne des quinze dates. On peut constater :

1. que la population croît de 0-10 à 20-30 cm de profondeur et décroît ensuite.

2. que cette population décroît de 15 à 45 cm de l'axe du pied, sauf pour la zone comprise entre 50 et 70 cm de profondeur (interaction entre les deux facteurs).

La figure 6 traduit la décroissance dans le temps de la population pour chaque éloignement, la moyenne ayant été faite sur les profondeurs. Les courbes font apparaître des chutes de population lors de la cinquième et lors des onzième

et douzième quinzaines. En dehors de ces dates, l'évolution semble marquer des paliers. Les chutes de population ne semblent pas liées à la pluviométrie. Il faut donc penser qu'elles correspondent à des étapes dans le vieillissement des stades infestants (œufs et larves).

La figure 7 montre la décroissance de la population dans le temps pour les sept profondeurs, tous éloignements confondus. La décroissance de population à la cinquième et aux onzième et douzième quinzaines apparaît encore, mais moins nettement que lorsqu'on fait intervenir l'éloignement. Par contre les courbes font apparaître très nettement que le niveau le plus élevé de l'infestation se situe dans les profondeurs moyennes (de 10 à 40 cm) (fait déjà traduit sur la figure 5) et que ceci reste vrai durant toute la période d'observation. Par contre, pour les zones superficielles (0-10 cm) et profondes (40-70 cm), la population baisse brusquement

Tableau 2

Analyse de variance sur la décroissance de l'infestation potentielle d'un champ de tabac par *M. incognita* après récolte (variable :  $\log(x + 10)$ ).  
*Analysis of variance on the decrease of potential infestation of a tobacco field by M. incognita after harvest (variable :  $\log(x + 10)$ ) with regard to three fixed factors (distance from plant axis, depth, time) and one random (replication).*

	S.C.E.	D.L.	C.M.	F calculé
Effets fixés :				
— éloignement (distance from plant) ( $\alpha_i^e$ )	26,763	2	13,381	35,665*
— profondeur (depth) ( $\alpha_j^p$ )	172,440	6	28,740	76,597*
— date (time) ( $\alpha_k^d$ )	242,964	14	17,335	6,695*
Interactions :				
— éloignement - profondeur ( $\alpha_{ij}^{ep}$ )	11,592	12	0,966	2,575*
— profondeur - date ( $\alpha_{jk}^{pd}$ )	79,929	84	0,951	2,536*
— éloignement - date ( $\alpha_{ik}^{ed}$ )	19,636	28	0,701	1,869*
— éloignement - profondeur - date ( $\alpha_{ijk}^{epd}$ )	48,482	168	0,289	0,771
Répétition (replication) ( $a_{kl}^r$ )	116,527	45	2,589	6,905*
Erreur	337,688	900	0,375	
Totale	1 055,856	1 259	0,839	

\* Significatif ( $\alpha = 0,01$ ).



au cours des cinq premières quinzaines, puis se maintient à un niveau assez bas décroissant très lentement. On peut penser que ce phénomène est dû à des défauts d'humidité en surface et d'aération en profondeur qui éliminent les individus les plus vulnérables, par exemple les larves ayant épuisé leurs réserves, et que le reliquat de la population survit en réagissant à ces conditions défavorables par un phénomène de quiescence.

son évolution dans le temps, compte tenu de la présence ou de l'absence de plante hôte. Le fait marquant qui se dégage est la persistance, malgré l'absence prolongée de plante hôte, d'un inoculum non décelable dans un échantillon global et capable de reconstituer très rapidement une population très importante aux dépens d'une plante hôte réinstallée.

Une étude plus détaillée de la survie du parasite en l'absence d'hôte a permis de montrer que les populations, plus abondantes à moyenne profondeur (20-30 cm), diminuent lorsqu'on s'éloigne de l'axe du pied, sauf dans les zones profondes (50-70 cm). Leur décroissance dans le temps se fait par paliers et se révèle plus lente à moyenne profondeur. L'infestation du sol se maintient très longtemps puisqu'après plus de sept mois on peut retirer plus de 1.000 larves par litre de sol à 25 cm de profondeur. Les conditions climatiques étant optimales à ce niveau et favorisant le vieillissement des larves (Van Gundy, Bird & Wallace, 1967), on est conduit à penser qu'un ou plusieurs phénomènes, telle la diapause récemment décrite (de Guiran, 1979), interviennent pour assurer la persistance de l'infestation.

La survie du parasite dans le sol dépend en fait de nombreux facteurs internes ou externes, ces derniers pouvant être d'ordre biologique (antagonistes) ou abiotiques. Les études sur le terrain donnent des chiffres de population qui sont la résultante de tous ces facteurs. Elles renseignent sur l'évolution de l'infestation mais rarement sur les mécanismes qui la régissent. C'est pourquoi elles ont été prolongées par une série d'études plus analytiques, réalisées au laboratoire et dont les résultats sont publiés par ailleurs.

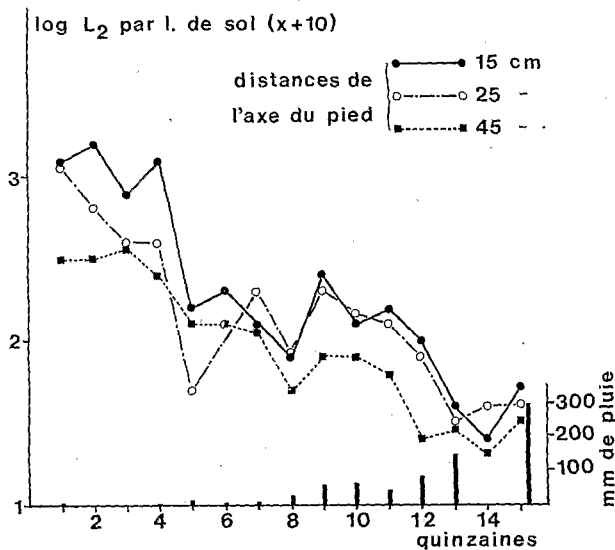


Fig. 6. Décroissance dans le temps de l'infestation potentielle du sol par *M. incognita* après culture de tabac pour trois éloignements de l'axe du pied. Chaque point correspond à la moyenne des sept profondeurs et des quatre répétitions (valeurs estimées de  $\mu + \alpha_i^e + \alpha_k^d + \alpha_{ik}^{ed}$ ). Les traits verticaux indiquent la pluviométrie.

*Decrease of potential infestation of a soil by M. incognita after a tobacco crop for three distances from the plant. Each point is the mean of seven depths and four replications (estimated values of  $\mu + \alpha_i^e + \alpha_k^d + \alpha_{ik}^{ed}$ ). Vertical bars show the rainfall.*

### Conclusion

Dès 1924 Godfrey avait signalé l'extrême variabilité des populations de *Meloidogyne* dans les sols de Floride. Les observations ci-dessus ont confirmé cette variabilité. Un échantillon global, fait de prises élémentaires au pied de plusieurs plantes, permet néanmoins d'avoir une image représentative de la population et de suivre

### RÉFÉRENCES

- GODFREY, G. H. (1924). The depth distribution of the root-knot nematode *Heterodera radicola* in Florida soils. *J. agric. Res.*, 29 : 93-98.  
 GUIRAN, G. de (1966). Infestation actuelle et infestation potentielle du sol par les nématodes phytoparasites du genre *Meloidogyne*. *C.r. heb. Séanc. Acad. Sci., Paris*, 262 : 1754-1756.  
 GUIRAN, G. de (1979). A necessary diapause in root-knot nematodes. Observation on its distribution and inheritance in *Meloidogyne incognita*. *Revue Nématol.*, 2 : 223-231.

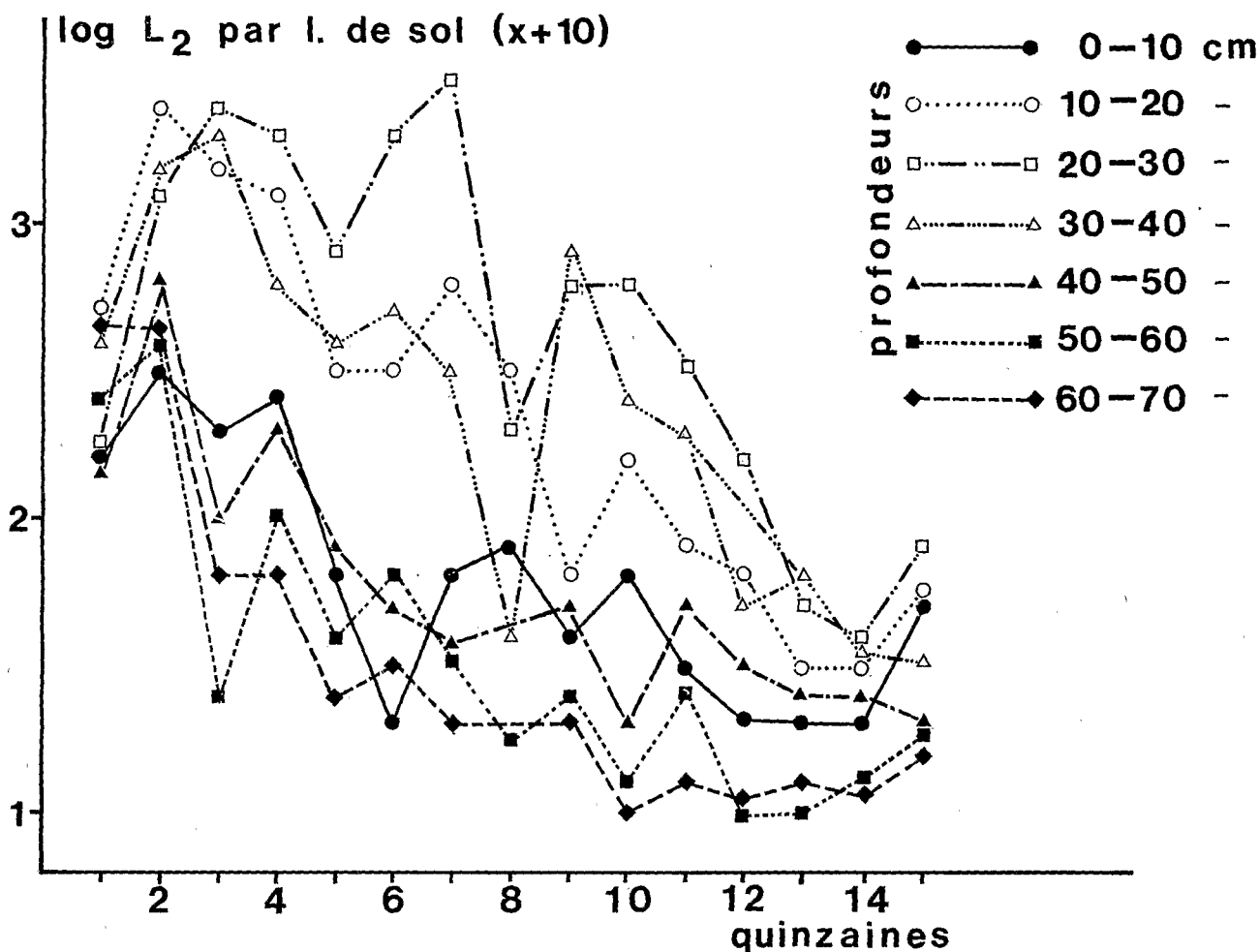


Fig. 7 : Décroissance dans le temps de l'infestation potentielle du sol par *M. incognita* après culture de tabac pour sept profondeurs différentes. Chaque point correspond à la moyenne des trois éloignements et des quatre répétitions (valeurs estimées de  $\mu + \alpha_j^p + \alpha_k^d + \alpha_{jk}^{pd}$ ).

*Decrease of potential infestation of a soil by M. incognita after a tobacco crop for seven different depths. Each point is the mean of three distances from the plant and of four replications (estimated values of  $\alpha + \alpha_j^p + \alpha_k^d + \alpha_{jk}^{pd}$ ).*

KOEN, H. & GROBBELAAR, N. (1966). The detrimental effect of *Eragrostis curvula* on the *Meloidogyne javanica* population of soil. *Nematologica*, 11 (1965) : 573-580.

LINFORD, M. B. (1941). Some soil moisture relationships of the rootknot nematode. *Phytopathology*, 31 : 862.

MERNY, G. & DEJARDIN, J. (1970). Les nématodes phytoparasites des rizières inondées de Côte d'Ivoire.

II. Essai d'estimation de l'importance des populations. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol.*, N° 11 : 45-67.

PROT, J. C. (1977). Amplitude et cinétique des migrations du nématode *Meloidogyne javanica* sous l'influence d'un plant de tomate. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol.*, 11 : 157-166.

VAN GUNDY, S. D., BIRD, A. F. & WALLACE, H. R. (1967). Ageing and starvation in larvae of *Meloidogyne javanica* and *Tylenchulus semipenetrans*. *Phytopathology*, 57 : 559-571.

Accepté pour publication le 4 septembre 1979.