

Répartition spatiale des infestations racinaires de *Radopholus similis* (COBB) en relation avec la croissance et le développement du bananier Poyo en Côte d'Ivoire.

J.-L. SARAH*

REPARTITION SPATIALE DES INFESTATIONS RACINAIRES DE *RADOPHOLUS SIMILIS* (COBB) EN RELATION AVEC LA CROISSANCE ET LE DEVELOPPEMENT DU BANANIER 'POYO' EN COTE D'IVOIRE.

J.L. SARAH (IRFA).

Fruits, Jul.-aug. 1986, vol. 41, n° 7-8, p. 427-435.

RESUME - L'évolution temporelle des niveaux d'infestation de *Radopholus similis* montre un maximum peu après l'émergence florale puis une diminution jusqu'à la récolte. Des différences existent dans l'amplitude et la cinétique du phénomène selon les secteurs du système racinaire. La moitié de la souche principale reliée à la souche mère émet plus de racines mais ces racines sont moins infestées. Les racines des rejets successeurs sont colonisées plus tardivement mais les niveaux d'infestation augmentent plus rapidement et présentent des maximums plus élevés. Ceci peut s'expliquer par une élévation de l'inoculum entre la plantation et la différenciation de ces rejets mais aussi par une plus grande attractivité de leurs racines. La répartition spatiale des infestations autour d'un bananier est très hétérogène. La surdispersion observée traduit une répartition de type très fortement aggrégatif. Elle s'explique en partie par l'infestation préférentielle des rejets mais également par les aléas de la répartition de l'inoculum.

INTRODUCTION

Une bonne connaissance de la répartition spatiale des infestations de nématodes endoparasites est nécessaire pour améliorer l'efficacité de la lutte. En premier lieu elle constitue une approche complémentaire dans la connaissance de la biologie des espèces parasites et, par conséquent, apporte une aide à la compréhension des relations plante-parasite. En second lieu elle doit aboutir à une amélioration des techniques d'échantillonnage pour l'évaluation du niveau d'infestation d'une plantation, et la fiabilité d'une telle évaluation est un facteur essentiel de la surveillance phytosanitaire.

Ces études peuvent être conduites à trois échelles :

- échelle de la racine : il s'agit de l'étude de la répartition des foyers d'infestation le long des racines. Ce niveau d'étude contribue à la connaissance des mécanismes d'infestation et du développement des foyers à partir d'un point de pénétration (cas des endoparasites migrants).
- échelle du système racinaire : il s'agit d'étudier la répartition des infestations entre divers secteurs du système racinaire d'un plant. Ce niveau ne prend tout son intérêt que pour les plantes à partie souterraine hétérogène (cas du bananier) ou situées dans un milieu hétérogène (cas de l'ananas planté sur billon). Ces études permettent de mettre en évidence des gradients d'infestation ou des pôles d'at-

* - IRFA/CIRAD - 01 B.P. 1740 - ABIDJAN 01 République de Côte d'Ivoire.

traction quand ils existent. A partir de là on peut définir une stratégie d'échantillonnage pour obtenir une bonne évaluation de l'infestation d'un plant en le perturbant le moins possible (prélèvement non ou faiblement destructif).

- échelle du champ : les études menées sur la répartition à grande échelle, d'un plant à l'autre ou entre différentes zones d'un champ, permettent notamment d'appréhender la dynamique d'infestation d'une parcelle (phénomènes de contagion d'un plant à l'autre par exemple) en relation avec le sol et la densité de plantation. Du point de vue de l'estimation de l'état sanitaire de la parcelle, elles aboutissent à la détermination du nombre optimal de plants à échantillonner pour obtenir une valeur moyenne de l'infestation représentative de la réalité.

Le présent document est consacré à des études menées sur la répartition et l'évolution dans le temps des infestations de *Radopholus similis* (COBB) entre divers secteurs du système racinaire de bananiers au cours du premier cycle (jusqu'à la production du premier fruit). Ceci correspond donc à la deuxième des échelles d'étude possibles. Du fait de son mode de multiplication végétative le bananier constitue un bon exemple de plante à partie souterraine hétérogène. La présence d'un «plant mère» en voie de décomposition et de rejets successeurs répartis irrégulièrement autour du plant principal (figure 1), entraîne une grande hétérogénéité de la répartition spatiale et de la dynamique racinaire, avec des répercussions inévitables sur les endoparasites racinaires.

TECHNIQUES ET METHODES

Cette étude a été menée en parallèle à une expérimentation sur l'élaboration de la matière sèche au cours de la croissance et du développement du bananier, conduite par

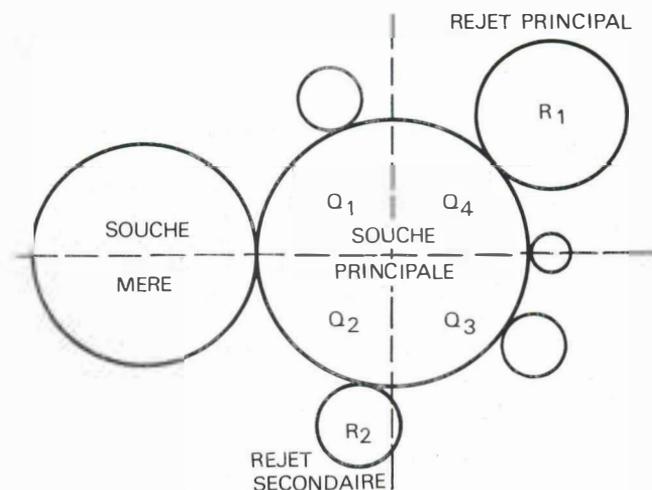


Figure 1 • Plan d'une touffe de bananiers montrant les secteurs échantillonnés.

A. LASSOUDIÈRE. Celui-ci a fortement contribué à sa réalisation en assurant notamment la supervision de l'échantillonnage sur le terrain et le dénombrement des racines.

La plantation a été effectuée en août, c'est-à-dire au milieu de la petite saison sèche, fraîche et nuageuse caractéristique du climat du sud de la Côte d'Ivoire. Le matériel végétal était constitué de souches à rejets attenants.

Le système racinaire d'un certain nombre de bananiers a été prélevé tous les quinze jours environ. Du fait du travail nécessaire pour assurer un échantillonnage aussi complet que possible, seulement cinq bananiers ont pu être échantillonnés lors de chacun des deux premiers prélèvements (145 et 160 jours après la plantation). La croissance des bananiers a imposé de réduire ce nombre à quatre pour les dates suivantes (174 à 272 jours). Au total les prélèvements ont été effectués à neuf dates différentes jusqu'à la récolte du régime du plant producteur.

La souche principale (souche du plant producteur) a été divisée en quartiers en s'orientant sur l'axe plant mère-plant principal (figure 1). Les quartiers sont numérotés dans le sens direct, les deux premiers (Q1 et Q2) constituant la moitié proximale (en relation avec le plant mère) et les deux suivants (Q3 et Q4) constituant la moitié distale (opposée au plant mère). Les racines rattachées à ces quartiers sont échantillonnées et analysées séparément. Il en est de même pour les racines du rejet principal (R1) défini comme le rejet de plus grande taille au moment du prélèvement, et pour celles du rejet secondaire (R2) qui est le rejet venant en second par la taille.

Ces racines sont dénombrées, pesées et leur niveau d'infestation par *Radopholus similis* est évalué. Les dénombrements de nématodes se font sur une partie aliquote de 50 grammes, les extractions étant effectuées par la méthode de centrifugation-flottation (COOLEN et D'HERDE, 1972), adaptée au bananier par A. VILARDEBO (1974). Les résultats sont exprimés en milliers de *Radopholus* pour 100 grammes de racines. Le niveau d'infestation du bananier est calculé par la moyenne des infestations de chaque secteur (Q1 à R2) pondérée par le poids des racines qui y sont attachées :

$$DIB = \frac{\sum (DISi * PRSi)}{\sum PRSi} * 100$$

Avec : DIB = densité d'infestation moyenne du bananier
 DISi = densité d'infestation du secteur Si
 PRSi = poids de racines du secteur Si
 Si variant de Q1 à R2

L'analyse de la variance générale des résultats a été menée selon le modèle mixte partiellement hiérarchisé à trois critères de classification, tel qu'il est décrit par P. DAGNELIE (1980). Les trois critères de classification sont :

- les secteurs échantillonnés (critère fixe)
- les dates de prélèvement (critère fixe)
- les bananiers (critère aléatoire)

Le critère «bananiers» est subordonné au critère «dates».

EXPOSE ET DISCUSSION DES RESULTATS

Croissance et développement racinaire.

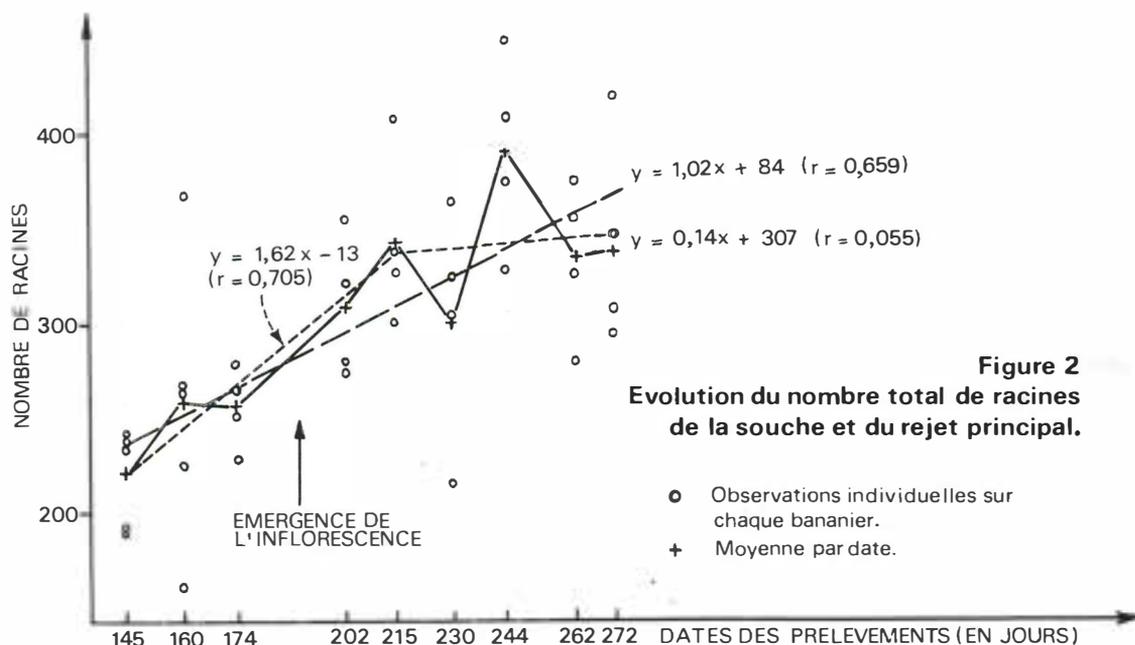
La croissance et le développement racinaire du bananier ont été étudiés par de nombreux auteurs : M. BEUGNON et J. CHAMPION (1966) et A. LASSOUDIÈRE (1978) pour la Côte d'Ivoire, J. GOUSSELAND (1983), J. GOUSSELAND et C. LAVIGNE (1984) en Guadeloupe. Seuls seront exposés ici les principaux résultats obtenus dans cette étude pouvant aider à la compréhension de la répartition et de la dynamique des populations de nématodes. Il ne sera traité en outre que de l'émission racinaire (nombre de racines) car il n'a pas été possible de prélever l'intégralité de chaque racine et, par conséquent, les données correspondant au poids échantillonné apportent peu d'informations supplémentaires.

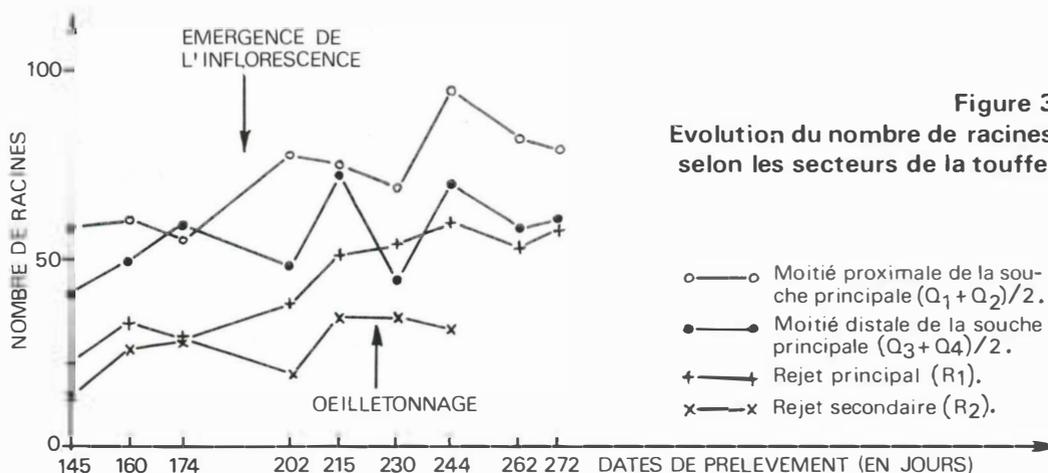
La figure 2 montre l'évolution du nombre total de racines en fonction de l'âge du bananier. Un ajustement linéaire effectué sur l'ensemble des observations individuelles de chaque bananier donne un coefficient de corrélation de 0,659, très hautement significatif (38 observations). Toutefois la qualité de cet ajustement est relativement faible puisque l'âge des bananiers n'explique que 43,4 p. 100 ($r^2 = 0,434$) de la variation totale du nombre de racines en raison de la variabilité des observations d'un plant à l'autre. De plus le terme constant est élevé ($b = 84$) ce qui n'est guère satisfaisant puisqu'à la plantation le nombre de racines est évidemment égal à zéro.

Si l'on effectue deux ajustements linéaires, le premier sur la période allant de 145 à 215 jours après la plantation et le second sur la période allant de 215 à 272 jours, on obtient un modèle plus satisfaisant. Au cours de la première période l'augmentation journalière du nombre de racines monte à 1,6 et la droite de régression passe assez près du point origine ($b = -13$). Le coefficient de corrélation ($r = 0,705$) est encore très hautement significatif (22 observations), mais la qualité de l'ajustement n'est guère améliorée puisque l'âge des bananiers n'explique qu'environ 50 p. 100 ($r^2 = 0,497$) de la variation du nombre des racines. À partir de 215 jours, le nombre de racines paraît stabilisé, le coefficient de régression étant de 0,14 racines par jour avec un coefficient de corrélation pratiquement nul ($r = 0,055$).

Les auteurs précédemment cités ont généralement mis en évidence un tel palier après l'émergence de l'inflorescence. Toutefois BEUGNON et CHAMPION (1966) ont plutôt observé une continuation du rythme d'émission racinaire pour une plantation du mois d'août en Côte d'Ivoire. Les variations climatiques observées d'une année sur l'autre dans ce pays peuvent expliquer cette apparente contradiction des résultats. Toutefois, bien que l'hypothèse d'un arrêt ou d'une forte réduction de l'émission racinaire en fin de cycle soit la plus vraisemblable, la variabilité inter-bananiers ne permet pas de trancher sans ambiguïté.

La figure 3 détaille l'évolution du nombre de racines pour chaque secteur observé. Cette évolution est différente selon les zones considérées. La moitié proximale de la souche principale émet plus de racines que la moitié distale. Ceci pourrait être lié à la présence des rejets successeurs





qui sont statistiquement plus nombreux sur la moitié distale.

Le rythme d'émission racinaire du rejet principal apparaît régulier et continu sur toute la durée du cycle. A 145 jours il possède moitié moins de racines que les divers quartiers de la souche. A partir de 230 jours il en a autant que les quartiers de la moitié distale, mais toujours nettement moins que ceux de la moitié proximale.

L'augmentation du nombre de racines du rejet secondaire est moins importante que celle du rejet principal. Il apparaît de plus, un palier après l'oeilletonnage.

L'analyse de la variance confirme l'existence de différences très hautement significatives entre les divers secteurs

(tableau 1). Le test de DUNCAN permet de séparer trois groupes au seuil de 5 p. 100 : le rejet principal et chacune des deux moitiés de la souche.

Infestations racinaires.

● Evolution des infestations.

L'évolution dans le temps des populations de *Radopholus similis* dans les racines (figure 4), suit un schéma à peu près identique pour tous les secteurs. Cette évolution est maintenant bien connue (J.L. SARAH et A. LASSOUDIERE, 1978 ; J.L. SARAH et A. VILARDEBO, 1979 ; J.L. SARAH *et al.*, 1983 ; H. HUGON *et al.*, 1984) : montée progressive des populations avec un maximum

TABLEAU 1 - Nombre de racines selon les secteurs considérés.
Analyse de la variance générale.

source de variation	S C E	d l	C M	F
secteurs	22 439,98	4	5,610,00	24,85 ***
dates	20 638,56	8	2 579,82	4,83 ***
bananiers/dates	15 475,44	29	533,64	0,96 N.S.
secteurs dates	6 966,18	32	217,69	
sect. banan / dates	26 188,93	116	225,77	
total	91 709,09	189		

*** - très hautement significatif ($\alpha = 0,001$)

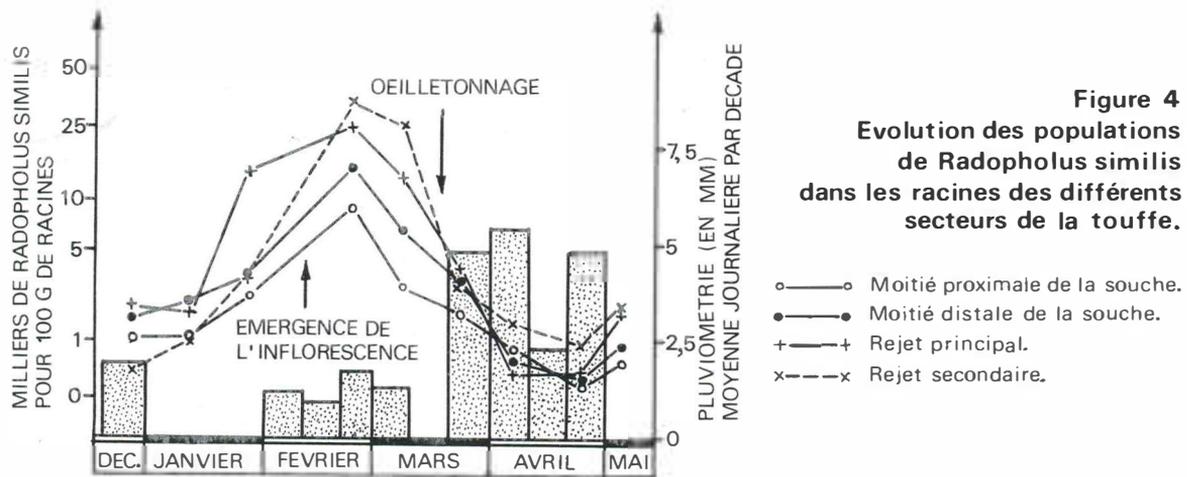
N.S. : non significatif ($p < 0,95$)

TEST DE DUNCAN $\alpha = 0,05$

Secteurs (1)	R1	Q3	Q4	Q1	Q2
moyennes	<u>43,1</u>	<u>57,2</u>	57,3	70,4	73,4

Les moyennes soulignées par un même trait ne sont pas significativement différentes.

(1) Le rejet secondaire n'est pas pris en compte car le nombre de racines n'a pas été observé pour les deux dernières dates.



correspondant à peu près à la phase de «retournement des mains», quelques semaines après la sortie de l'inflorescence, puis une baisse très nette jusqu'à la récolte du régime. Dans le cas présent cette baisse est accentuée par la période de sécheresse coïncidant avec cette phase finale. Cette action défavorable de la saison sèche est d'ailleurs confirmée par la remontée observée dans tous les secteurs après la reprise des pluies (prélèvement à 272 jours).

Si le schéma général est identique, l'amplitude de cette variation est différente selon le secteur considéré. En ce qui concerne la souche principale il y a une différence assez nette entre le niveau d'infestation de la moitié proximale et celui de la moitié distale, cette dernière étant sensiblement plus infestée en moyenne, la différence s'annulant en fin de cycle. La moitié distale est celle qui possède le moins de racines, ce qui peut expliquer en partie cette «surpopulation».

La dynamique de *Radopholus similis* dans les racines des rejets présente des différences notables avec celle observée au niveau de la souche principale. Les infestations se développent avec un certain retard, le temps que le rejet se différencie et émette ses premières racines. Par la suite les niveaux de populations augmentent plus rapidement et atteignent des maximums plus élevés que dans les racines liées à la souche principale. Cette vitesse d'accroissement et le maximum sont d'autant plus élevés que le rejet a été différencié tardivement.

Les nématodes se sont multipliés dans le cortex et les racines de la souche principale, constituant ainsi un inoculum de plus en plus important. Cette augmentation de l'inoculum explique que l'invasion des jeunes racines des rejets soit d'autant plus massive que ceux-ci se sont différenciés tardivement. Il faut admettre également que les jeunes racines des rejets doivent exercer un plus fort pouvoir attractif que celles de la souche sur les nématodes endoparasites qui vont ensuite se multiplier activement dans ce milieu très favorable.

Le tableau 2 expose les résultats de l'analyse de variance des comptages de *Radopholus similis* (valeurs transformées). Cette analyse globale des résultats permet de mettre en évidence des différences de niveau très hautement significatives entre infestations sectorielles sur l'ensemble du cycle. Toutefois le test de DUNCAN ne permet de séparer nettement que les infestations des rejets (R1 et R2) de celles de la moitié proximale (Q1 et Q2). L'interaction «secteurs.dates» est également significative ce qui traduit les différences d'évolution de l'infestation selon les secteurs considérés.

Si on effectue l'analyse de la variance date par date, la grande variabilité d'infestation d'un bananier à l'autre empêche, dans la plupart des cas, la mise en évidence de différences significatives. Seules trois dates de prélèvement se situant toutes après l'émission florale, échappent à ce fait (tableau 3). La date 202 jours présente des différences hautement significatives ($\alpha = 0,01$), le test de DUNCAN permettant de séparer très nettement le secteur le moins infesté de la souche (Q1) d'un groupe constitué du secteur Q4 et des rejets. Les dates 215 et 272 jours présentent des différences significatives avec un risque α de 5 p. 100. Les tests de DUNCAN permettent de séparer sans ambiguïté l'infestation des rejets de celle de la moitié proximale de la souche.

● Distribution des infestations.

La figure 5 montre la relation entre l'infestation moyenne de chaque bananier et l'écart-type des infestations sectorielles. Cette relation est très voisine de l'équation $y = x$ ($y = 0,967x + 0,056$), avec un coefficient de corrélation très élevé ($r = 0,942$). La variance est à peu près égale au carré de la moyenne et la distribution est donc très fortement surdispersée, ce qui caractérise une répartition spatiale des infestations de type agrégatif (L. NEF, 1967). Des secteurs du système racinaire d'un même bananier peuvent être surinfestés tandis que d'autres peuvent ne l'être que

TABLEAU 2 - Densité de *Radopholus similis* selon les secteurs considérés
Analyse de la variance générale.

source de variation	S C E	d l	C M	F
secteurs	2,402	5	0,480	7,13 ***
dates	24,962	8	1,040	
bananiers/dates	23,424	29	0,808	1,29 N.S.
secteurs.dates	4,167	40	0,104	
sect.banan /dates	9,780	145	0,067	1,55 *
total	64,734	227		

*** - très hautement significatif ($\alpha = 0,001$)

* - significatif ($\alpha = 0,05$)

N.S. - non significatif ($p < 0,95$)

TEST DE DUNCAN $\alpha = 0,05$

secteurs	Q1	Q2	Q3	Q4	R1	R2
moyennes	0,369	<u>0,436</u>	<u>0,497</u>	<u>0,566</u>	0,625	0,661

Les moyennes soulignées par un même trait ne sont pas significativement différentes

TABLEAU 3 - Densité de *Radopholus similis* selon les secteurs considérés.
Analyse de Variance partielle (dates montrant des différences significatives d'infestation entre secteurs)

Dates	Source de variation	S C E	d l	C M	F
202 j	secteur	1,337	5	0,255	4,15 **
	bananier	1,470	3	0,506	
	interact.	0,965	15	0,064	
	total	3,772	23		
215 j	secteur	2,194	5	0,439	3,54 *
	bananier	1,699	3	0,566	
	interact.	1,857	15	0,124	
	total	5,750	23		
272 j	secteur	0,333	5	0,067	3,11 *
	bananier	3,220	3	1,073	
	interact.	0,321	15	0,021	
	total	3,874	23		

** - hautement significatif ($\alpha = 0,01$)

* - significatif ($\alpha = 0,05$)

TEST DE DUNCAN $\alpha = 0,05$

202 jours :

secteurs	Q1	Q2	Q3	Q4	R1	R2
moyennes	<u>0,789</u>	1,191	1,192	<u>1,205</u>	1,423	1,551

215 jours :

secteurs	Q1	Q2	Q3	Q4	R1	R2
moyennes	0,560	0,601	0,816	<u>0,945</u>	1,155	1,421

272 jours :

secteurs	Q2	Q1	Q4	Q3	R1	R2
moyennes	<u>0,166</u>	0,205	0,257	0,273	<u>0,448</u>	0,478

Les moyennes soulignées par un même trait ne sont pas significativement différentes.

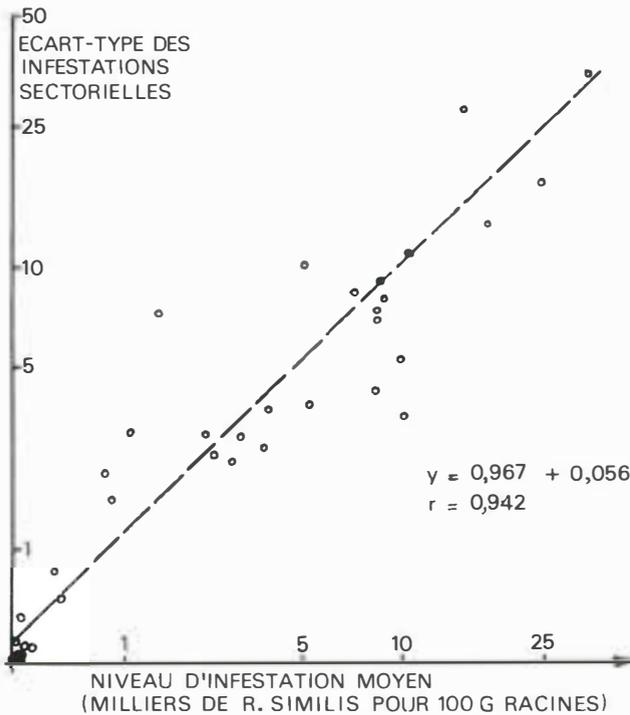


Figure 5 • Relation entre la valeur moyenne de l'infestation d'un bananier et l'écart-type des infestations sectorielles (données brutes).

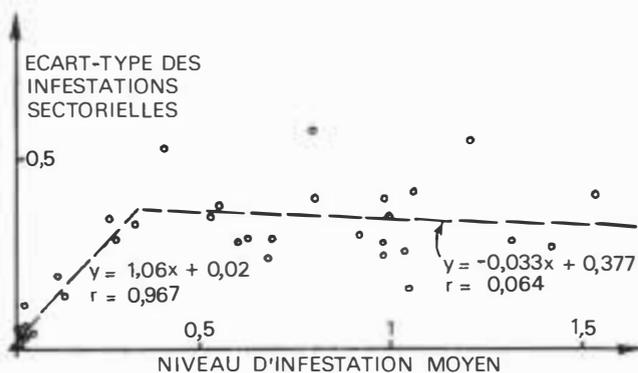


Figure 6 • Relation entre la valeur moyenne de l'infestation d'un bananier et l'écart-type des infestations sectorielles [données transformées : $X = \log(x + 1)$]

faiblement. Cette surdispersion est due en partie à l'infestation préférentielle des racines de certains secteurs et notamment de celles des rejets. Mais il subsiste une part importante de variation aléatoire (c'est-à-dire non expliquée par les paramètres pris en compte). Cette variation est à rapprocher des éléments connus de la biologie des endoparasites migrateurs et de *Radopholus similis* en particulier (LUC et VILARDEBO, 1961 ; VILARDEBO, 1981 et 1984 ; AMBROSE, 1984). A l'échelle de la racine la répar-

tition des foyers d'infestation est irrégulière et l'importance de ces foyers est très variable, ce qui cadre parfaitement avec le schéma d'une distribution surdispersée. On constate ici que cette répartition agrégative se retrouve à l'échelle du système racinaire. Cela indique une répartition très hétérogène de l'inoculum et notamment de celui du sol qui est issu d'anciennes populations sorties des tissus qu'elles parasitaient. Corollairement, cette distribution indique une très faible mobilité des *Radopholus similis* car dans le cas contraire il est logique de penser que l'infestation des racines et du système racinaire serait principalement liée aux préférences sectoriels et beaucoup moins soumise aux aléas de la croissance d'une racine à proximité d'un foyer d'inoculum.

La transformation logarithmique des données permet généralement de stabiliser les écarts-types en les rendant indépendants de la moyenne, tout au moins dans certaines limites (P. DAGNELIE, 1980 ; P. LOSSOIS, non publié). C'est effectivement ce que l'on obtient en utilisant la transformation $X = \log(x + 1)$, avec x exprimé en milliers de *Radopholus similis* pour 100 grammes de racines (figure 6). Pour des infestations faibles ($X < 0,35$ i.e. $x < 1,25$ milliers de *Radopholus* pour 100 grammes de racines), on retrouve une relation linéaire du type $y = x$ ($r = 0,967$). Cependant pour des infestations plus élevées on constate que le coefficient de corrélation est pratiquement nul ($r = 0,064$). Cet écart-type stabilisé est égal en moyenne à $0,347 (+ - 0,049$ avec $\alpha = 0,05$).

Considérons la répartition des valeurs individuelles d'infestation sectorielle par rapport à l'infestation moyenne de chaque bananier (valeurs transformées). On peut émettre l'hypothèse que ces infestations sectorielles se répartissent selon une courbe en cloche symétrique, courbe dite de GAUSS et caractéristique d'une distribution « Normale ». En fait la Normalité suppose l'indépendance totale de ces valeurs entre elles et une répartition entièrement aléatoire. Ceci est biologiquement inacceptable puisqu'on a vu précédemment que les divers secteurs ont justement des comportements particuliers vis-à-vis de l'infestation. L'infestation des racines rattachées à un des secteurs souterrains du bananier n'est pas indépendante de la situation ou de la nature de ce secteur. Toutefois l'acceptation de la Normalité se révèle pratique car elle permet d'utiliser les propriétés mathématiques de cette distribution pour estimer raisonnablement la précision de l'estimation de la valeur moyenne de l'infestation d'un bananier au moyen d'un prélèvement sectoriel. On sait par exemple que 2/3 des valeurs environ se situent entre plus ou moins un écart-type par rapport à la moyenne et que 95 p. 100 environ sont situées entre plus ou moins deux fois l'écart-type.

Pour les bananiers faiblement infestés la répartition des infestations sectorielles par rapport à l'infestation moyenne ne peut plus être considérée comme symétrique puisqu'il ne peut y avoir de niveaux d'infestation négatifs. Pour ces bananiers la répartition des valeurs sectorielles ne peut donc être assimilée à une distribution Normale. Pour l'ajus-

TABLEAU 4 - Ecarts des infestations sectorielles de *Radopholus similis* à la valeur moyenne par bananier (ajustement à une loi Normale).

Classes (écart-type)	Nombre de secteurs		différence	carré diff.	valeur relative
	valeur théorique	valeur observée			
+ de 1,75	4,05	9	- 4,95	24,50	6,05
1,25 à 1,75	6,62	6	0,62	0,38	0,06
0,75 à 1,25	12,22	11	1,22	1,48	0,12
0,25 à 0,75	17,64	20	- 2,35	5,52	0,31
- 0,25 à 0,25	19,94	14	5,94	35,28	1,77
- 0,75 à - 0,25	17,64	15	2,65	7,02	0,39
- 1,25 à - 0,75	12,22	12	0,22	0,05	0,00
- 1,75 à - 1,25	6,62	8	- 1,38	1,90	0,29
- de -1,75	4,05	6	- 1,95	3,80	0,94
Chi-2 observé					9,94
p = 0,95					→ N.S.

Le Chi-2 observé étant non significatif ($p = 0,95$) on accepte l'ajustement à une loi Normale, des écarts des infestations sectorielles à leur moyenne.

Valeur théorique : Nombre de secteurs observables en théorie en fonction de l'écart de leur infestation à la valeur moyenne de l'infestation du bananier (l'écart-type étant pris comme unité) si leur distribution correspond à une courbe en cloche de GAUSS (distribution Normale).

Valeur observée : nombre de secteurs réellement observés.

Différence : Valeur théorique - Valeur observée.

Valeur relative : Carré des différences/Valeur théorique.

Chi-2 : Somme des valeurs relatives.

tement il n'a donc été tenu compte ici que des bananiers dont le niveau d'infestation moyen permettait une répartition pouvant être considérée comme pratiquement symétrique sur une distance à la moyenne d'au moins deux écarts-types, c'est-à-dire dont l'infestation moyenne est égale ou supérieure à deux fois l'écart-type moyen estimé précédemment. Cet écart-type estimé est égal à 0,347. Nous n'avons donc considéré ici que les bananiers dont l'infestation moyenne est égale à 0,694 (soit en valeurs brutes, environ 4 000 *Radopholus similis* pour 100 grammes de racines).

L'ajustement effectué tableau 4 donne un Chi-2 assez élevé mais non significatif ($p = 0,95$) ce qui permet d'accepter l'hypothèse de la Normalité de la distribution des valeurs sectorielles. De ce fait, si l'infestation moyenne d'un bananier est supérieure ou égale à 0,694 en valeur transformée, une infestation sectorielle observée a deux chances sur trois de se situer entre plus ou moins 0,347 de la valeur observée et 95 p. 100 de chances de se situer entre plus ou moins 0,694. En valeurs brutes cela revient à dire que si l'infestation moyenne réelle du bananier est supérieure ou égale à 4 000 *Radopholus* pour 100 grammes de racines, une infestation sectorielle observée a une probabilité égale à 2/3 (deux chances sur trois) de se situer entre un peu moins de la moitié et un peu plus du double de l'infestation moyenne et une probabilité égale à 0,95 (19 chances sur 20) de se situer entre le cinquième et le quintu-

ple. Il est donc illusoire d'espérer une évaluation précise de l'infestation moyenne d'un seul bananier à partir d'une simple estimation sectorielle.

CONCLUSIONS

La subdivision de la partie souterraine du bananier pour l'analyse de la dynamique racinaire et de ses conséquences sur l'évolution des populations de *Radopholus similis* a permis de distinguer trois secteurs principaux ayant des comportements nettement différenciés :

- la moitié proximale (reliée au plant mère) de la souche principale (souche productrice du fruit) ;
- la moitié distale (opposée au plant mère) de cette même souche principale ;
- les rejets successeurs.

Les différences sensibles observées dans la dynamique des populations de *Radopholus similis* entre la souche et les différents rejets d'un même bananier, sont liées à la chronologie de leur différenciation du fait de l'augmentation progressive de l'inoculum au cours du développement du bananier. Mais cette explication est insuffisante et l'hypothèse additionnelle d'une plus grande attractivité

des racines de ces jeunes organes est très vraisemblable.

Si l'on considère la répartition des infestations racinaires, statiquement, à une date quelconque, on constate une forte hétérogénéité puisque l'écart-type des infestations sectorielles d'un bananier est égal à leur moyenne. Cette surdispersion est en partie l'expression de l'infestation préférentielle des racines de certains secteurs par rapport à d'autres mais il reste une part importante due à des variations aléatoires explicables par la répartition hétérogène de l'inoculum lui-même. Cette dispersion des niveaux d'infestation dans le système racinaire d'un bananier rend particulièrement délicate l'estimation de son état sanitaire moyen si l'on ne souhaite pas perturber (ou le perturber le moins possible) le bananier échantillonné. La méthode consistant à effectuer un seul prélèvement sectoriel est tout à fait inadaptée. On peut penser que la technique utilisée par l'IRFA (A. VILARDEBO, 1974) et consistant à prélever l'intégralité des racines comprises dans un volume

de terre standard situé entre la souche mère et le rejet principal, permet de prendre une fraction du système racinaire de chacun des trois secteurs principaux (les deux moitiés de la souche et le rejet principal) et que l'estimation obtenue est plus fiable que l'estimation sectorielle telle qu'elle est définie dans cet article. Cependant il est impossible de connaître la contribution de chacun des secteurs à l'échantillon total des racines prélevées. En conséquence, il vaut mieux réserver cette technique qui a le mérite d'être parfaitement standardisée et simple à utiliser, à l'évolution de l'état sanitaire d'une parcelle où la faible valeur d'un prélèvement individuel peut être effectivement compensée par le nombre de prélèvements (J.L. SARAH, à paraître). Pour l'évaluation précise de l'état sanitaire d'un bananier donné, il conviendra de mettre au point une technique voisine de celle employée par J. GOUSSELAND (1983) et basée sur des micro-sondages répartis régulièrement autour de la souche.

BIBLIOGRAPHIE

- AMBROSE (E.). 1984.
Research and development in banana crop protection in the English speaking Caribbean.
Fruits, 39 (4), 234-247.
- BEUGNON (M.) et CHAMPION (J.). 1966.
Etude sur les racines du bananier.
Fruits, 21 (7), 309-327.
- COOLEN (W.A.) et D'HERDE (C.J.). 1972.
A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue.
State Agricultural Research Center, 77 p.
- DAGNELIE (P.). 1980.
Théorie et méthodes statistiques.
Presses agronomiques de Gembloux, vol. 1 et 2.
- GOUSSELAND (J.). 1983.
Etude de l'enracinement et de l'émission racinaire du bananier 'Giant Cavendish', dans les andosols de la Guadeloupe.
Fruits, 38 (9), 611-623.
- GOUSSELAND (J.) et LAVIGNE (C.). 1984.
Enracinement et émission racinaire du bananier (Giant Cavendish CV 901) dans les andosols de la Guadeloupe.
Fruits, 39 (2), 107-111.
- HUGON (R.), GANRY (J.) et BERTHE (G.). 1984.
Dynamique de population du nématode *Radopholus similis* en fonction du stade de développement du bananier et du climat.
Fruits, 39 (4), 251-253.
- LASSOUDIÈRE (A.). 1978.
Quelques aspects de la croissance et du développement du bananier 'Poyo' en Côte d'Ivoire.
2ème partie : Le système radical.
Fruits, 33 (5), 314-338.
- LUC (M.) et VILARDEBO (A.). 1961.
Les nématodes associés aux bananiers cultivés dans l'Ouest africain.
Fruits, 16 (5), 195-219 ; (6), 261-279.
- NEF (L.). 1967.
Les distributions agrégatives et leur application en écologie animale.
Biométrie-Praximétrie, VIII, (3-4), 160-190.
- SARAH (J.L.) et LASSOUDIÈRE (A.). 1978.
Les nématodes.
in : «Le bananier et sa culture en Côte d'Ivoire - 2ème partie : Techniques culturales».
IRFA Côte d'Ivoire, p. 167-179.
- SARAH (J.L.) et VILARDEBO (A.). 1979.
L'utilisation du miral en Afrique de l'Ouest pour la lutte contre les nématodes du bananier.
Fruits, 34 (12), 729-741.
- SARAH (J.L.), LASSOUDIÈRE (A.) et GUEROUT (R.). 1983.
La jachère nue et l'immersion du sol : deux méthodes intéressantes de lutte intégrée contre *Radopholus similis* (COBB) dans les sols tourbeux de Côte d'Ivoire.
Fruits, 38 (1), 35-42.
- VILARDEBO (A.). 1974.
Techniques de prélèvement de racines de bananier pour dénombrement du nématode *Radopholus similis* (COBB.).
Phytiatrie et Phytopharmacie, 49, annexe 1, 21-23.
- VILARDEBO (A.). 1974.
Techniques d'extraction de *Radopholus similis* (COBB.) dans les racines du bananier.
Phytiatrie et Phytopharmacie, 49, annexe 2, 24-27.
- VILARDEBO (A.). 1981.
Application des résultats de recherche de lutte contre la nématose du bananier due à *Radopholus similis* (COBB.) dans l'Ouest africain.
Nematologica, 11, 193-206.
- VILARDEBO (A.). 1984.
Problèmes scientifiques posés par *Radopholus similis* et *Cosmopolites sordidus* en culture bananière des zones francophones de production.
Fruits, 39 (4), 227-233.

