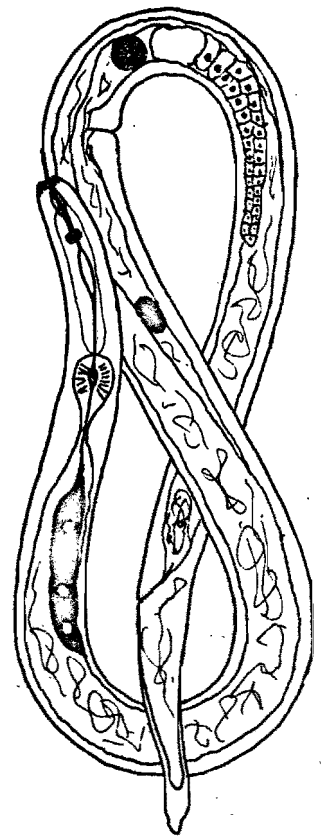
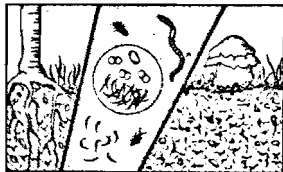


T. MATEILLE

RAPPORT D'ELEVE

2^{eme} année



NEMATOLOGIE



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE - MER

CENTRE D'ADIPODOUMÉ - CÔTE D'IVOIRE

B.P.V 51 - ABIDJAN

AOUT 1983

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
CENTRE D'ADIOPODOUME
B.P. V-51, ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

Laboratoire de Nématologie

RAPPORT D'ELEVE DE 2^{ème} ANNEE

- A. ÉTUDE DE LA PERSISTANCE DE L'EFFET PROTECTEUR DE QUELQUES NÉMATICIDES SYSTÉMIQUES SUR L'AUBERGINE PARASITÉE PAR *MELOIDOGYNE* SP.
- B. INFLUENCE DE L'OEILLETONNAGE DU BANANIER SUR LES POPULATIONS DE NÉMATODES

par

Thierry MATEILLE

A MON PÈRE

S O M M A I R E

	Pages
A. ÉTUDE DE LA PERSISTANCE DE L'EFFET PROTECTEUR DE QUELQUES NÉMATOCIDES SYSTÉMIQUES SUR L'AUBERGINE PARASITÉE PAR <i>MELOIDOGYNE SP.</i>	
1. INTRODUCTION	5
2. MATERIEL ET METHODES	6
3. RESULTATS - DISCUSSION	9
3.1. Les effets nématocides	9
3.2. Incidence des faibles populations de <i>Meloidogyne</i> sur la croissance des plants	21
4. CONCLUSION	27
BIBLIOGRAPHIE	27
B. INFLUENCE DE L'OEILLETONNAGE DU BANANIER SUR LES POPULATIONS DE NÉMATODES	
1. INTRODUCTION	32
2. MATERIEL ET METHODES	33
3. RESULTATS	35
4. DISCUSSION	41
5. CONCLUSION	43
BIBLIOGRAPHIE	43
ANNEXE	45

A. ÉTUDE DE LA PERSISTANCE DE L'EFFET PROTECTEUR DE
QUELQUES NÉMATOCIDES SYSTÉMIQUES SUR L'AUBERGINE
PARASITÉE PAR *MELOIDOGYNE* SP.

MOTS CLÉS :

Meloidogyne, pépinière maraîchère, contrôle systémique, Aldicarbe, Carbofuran, Isazaphos, Phenamiphos, stimulation de croissance.

1. INTRODUCTION

L'utilisation de produits nématicides systémiques sur des cultures maraichères date d'une dizaine d'années. Des études ont montré qu'ils augmentaient les rendements des cultures parasitées par *Meloidogyne*. En outre, la sensibilité des plantes maraichères aux produits systémiques, la persistance éventuelle de résidus toxiques dans les organes comestibles et la difficulté de mise en oeuvre des traitements dus aux dangers de leur application, ont fait délaissier l'utilisation des produits systémiques au profit des produits de contact tels que les fumigants.

1.1. Traitement du sol avant repiquage

En 1971, HOMEYER montrait l'efficacité du phenamiphos appliqué en pot sur la tomate contre *Meloidogyne* aux doses de 1 à 5 ppm ; quatre espèces de *Meloidogyne* étaient contrôlées au champ avec le même produit appliqué à 10 kg/ha (BURNETT et INGLIS, 1971).

L'efficacité du Carbofuran est variable selon la plante à protéger ; homologué à 5 à 7,5 kg/ha sur la culture de courge et de carotte, il n'est toléré qu'à la dose de 2 kg pour la culture de la tomate.

L'isazophos est préconisé à la dose de 5 kg/ha pour combattre *Meloidogyne* sur tomate.

L'utilisation d'autres produits comme l'aldicarbe a été interdite à cause de la présence à des taux élevés de résidus toxiques dans les fruits. En outre, il est toléré aux doses de 1,7 à 3,35 kg/ha sur patate douce et sur pomme de terre. REDDY et SESHADRI (1971, 1972) ont montré l'efficacité de l'aldicarbe sur tomate contre *Meloidogyne* aux doses de 4 à 8 kg/ha ; avec le carbofuran, le contrôle était obtenu à des doses plus élevées mais phytotoxiques.

1.2. Traitement foliaire

FELD MESSER (1969) a utilisé sur tomate *in vitro* des dérivés chlorés de l'acide benzoïque contre *Meloidogyne incognita* et *M. acrita*. En 1974, RADEWALD et al., obtenaient une très bonne protection en faisant suivre un traitement granulé appliqué au sol (carbofuran ou phenamiphos) par un traitement foliaire à l'oxamyl à la dose de 1,2 kg pour 100 l. d'eau.

Par ailleurs, DICKSON et SMART (1971) avaient montré que les pulvérisations foliaires d'oxamyl offraient de meilleurs résultats qu'un traitement au sol avec le même produit mais pris sous formulation granulée.

1.3. Traitement des graines

Les nématicides systémiques à formulation liquide ont aussi été utilisés pour immerger les graines ; mais ces traitements se sont révélés inefficaces ou phytotoxiques (PARISI et al., 1972 ; SIVAKUMAR et al., 1973 ; TRUELOVE et al., 1977).

1.4. Effets résiduels

VOVLAS et LAMBERTI (1976) ont su prouver l'efficacité du pouvoir systémique en scindant en deux le système racinaire de plants de tomate âgés d'un mois : une moitié a été mise en contact avec le nématicide seul, l'autre avec des larves de *Meloidogyne*. La diminution du nombre des masses d'oeufs comptées sur la partie racinaire parasitée a montré l'action d'une substance nématicide à ce niveau à partir de la partie racinaire traitée.

En 1978, JAIN et BHATTI ont fait tremper les racines de plants de tomate dans différentes solutions nématicides pendant six heures ; ce traitement entraînait encore une diminution du nombre des masses d'oeufs comptées sur des plants inoculés après le trempage.

Il nous est apparu intéressant de poursuivre des études afin d'améliorer ces techniques d'application des nématicides systémiques. Dans ce sens, les inconvénients offerts par leur emploi et que nous avons cités plus haut, nous ont amené à utiliser de très faibles doses sur des plants jeunes et à tester ainsi l'efficacité de divers traitements. De plus, cette efficacité a été jugée

sur les effets résiduels de ces traitements, les larves de *Meloidogyne* inoculées n'étant jamais en contact direct avec le produit dans le sol.

Dans un premier temps nous avons testé quatre produits nématicides systémiques à quatre doses et nous avons comparé leur efficacité à leur dose optimale. Puis nous avons étudié l'influence des traitements sur la croissance des plants. Enfin, nous avons déterminé le moment d'application le plus favorable pour la meilleure protection vis-à-vis du nématode infestant.

Au fur et à mesure des expériences, les nématicides les moins efficaces ont été délaissés afin de reserrer notre choix.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Mise en oeuvre

Toutes les expériences ont été menées sur l'aubergine var. "violette longue". Les graines sont semées en pots de 800 cm³ de terre stérile. Les plants sont maintenus en serre.

Trois semaines après le semis, les plants reçoivent 20 cm³ d'une solution nématicide. Les produits systémiques testés sont le carbofuran, l'aldicarbe, l'isazophos et le phénamiphos (tableau 1) appliqués aux doses de 0,9 mg, 3,5 mg, 14 mg et 56 mg par plant pour les trois premiers produits et de 0,22 mg, 0,9 mg, 3,5 mg et 14 mg pour le quatrième.

Deux semaines après le traitement, les plants sont dépotés, leurs racines lavées puis repiqués en pots de 800 cm³ de terre stérile ; chaque plant reçoit alors un inoculum d'environ 500 larves de *Meloidogyne* sp.

Un témoin sans nématicide et sans nématode a été aussi prévu. Quatre ou cinq semaines après l'inoculation des larves, les plants sont prélevés ; les mesures portent sur 10 répétitions par traitement

2.2. Mesures

2.2.1. D'ordre nématologique

Au moment du prélèvement, un indice de galles a été attribué à chaque plant d'aubergine selon le schéma de notation proposé par ZECK (1971).

Puis les masses d'oeufs ont été prélevées sur les racines, sous un jet d'eau puissant, et comptées. Ce paramètre a permis de calculer le degré d'efficacité d'un traitement (ABBOT, 1925) et de comparer ainsi les différents produits.

Enfin, toutes les masses d'oeufs prélevées sur les plants qui avaient reçu un même traitement ont été réunies et mises à éclore à 28°C dans de l'eau distillée. Les larves écloses ont été comptées tous les deux jours. A la fin de l'éclosion, les masses d'oeufs ont été trempées 4 mn dans de l'hypochlorite de sodium 0,53 % afin de dissoudre la matrice et libérer les derniers oeufs (HUSSEY et BARKER, 1973). Après rinçage à l'eau distillée, les oeufs ont été remis à éclore. Quand enfin, plus aucun oeuf n'eut éclos, les oeufs restants ont été colorés au New Blue R 0,05 % (SHEPERD, 1962) afin de discerner les oeufs morts des oeufs vivants non éclos.

Ces trois paramètres (oeufs éclos, oeufs morts et oeufs vivants non éclos) nous ont indiqué sur quelle étape de l'embryogenèse un traitement donné pouvait agir (Tableau 2).

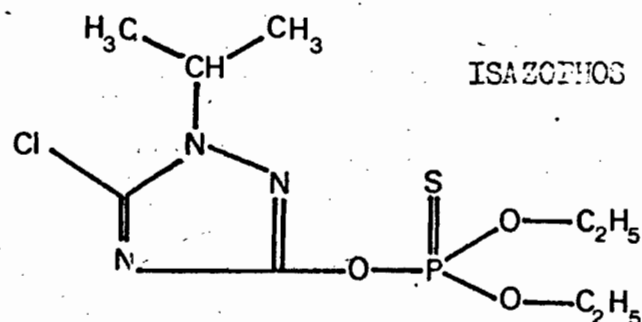
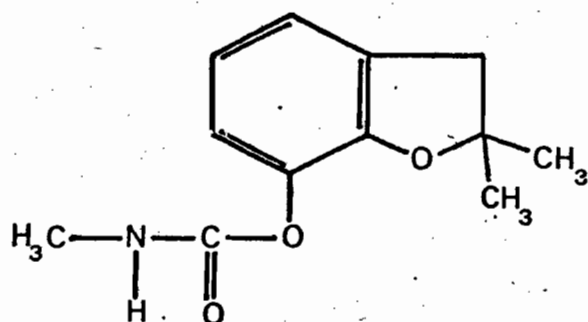
2.2.2. D'ordre agronomique

A chaque prélèvement, les racines et la partie aérienne de chaque plant ont été pesées séparément. Dans certains cas nous avons mesuré la hauteur de la partie aérienne entre la surface du sol et la naissance de la dernière feuille.

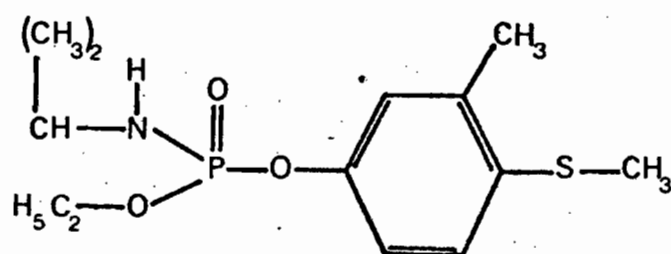
NÉMATOCIDE	CATEGORIE CHIMIQUE	FORMULATION	NOM COMMERCIAL
CARBOFUURAN	Carbamate	Concentré émulsionnable 5%*	FURADAN
ISAZOPHOS	Thionophosphate	Concentré émulsionnable 50%* Granulé 10%*	MIRAL
PHENAMIPHOS	Phosphate	Concentré émulsionnable 40%*	NEMACUR
ALDICARBE	Carbamate	Granulé 10%*	TEMIK

* Pourcentage de matière active

CARBOFUURAN



PHENAMIPHOS



ALDICARBE

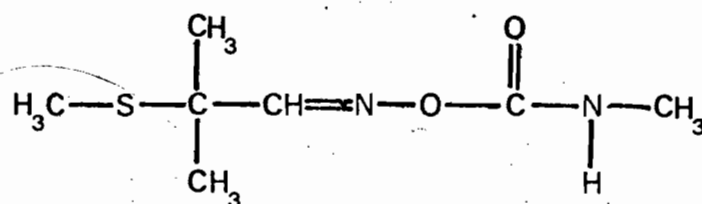
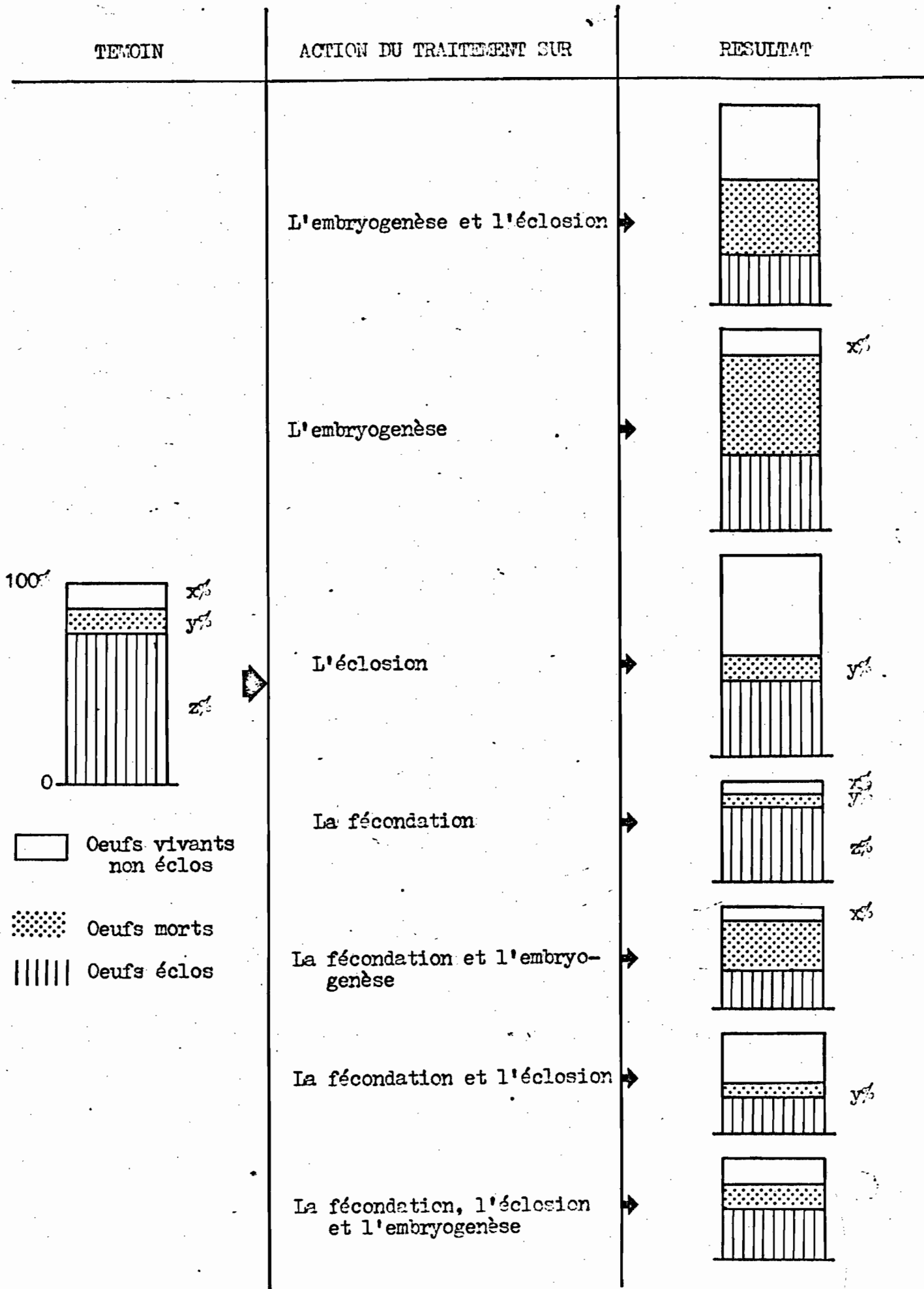


Tableau 1. Fiche technique des quatre nématocides systémiques testés.






 Oeufs vivants non éclos
 Oeufs morts
 Oeufs éclos

Tableau 2. Niveaux théoriques d'action des nématocides sur la multiplication des larves de *Meloidorum* sp.

3. RÉSULTATS - DISCUSSION

3.1. Les effets nématocides

3.1.1. Comparaison de l'efficacité des traitements utilisés à quatre doses

Nous avons pu observer l'aspect des plants avant et après l'inoculation des larves (Photo 1)

Cinq semaines après l'inoculation, nous avons attribué un indice de galle moyen aux plants préalablement traités au carbofuran, phenamiphos, isazophos et aldicarbe aux doses citées plus haut, ainsi qu'aux plants témoins. Les résultats sont les suivants :

Dose par plant (mg)	Carbofuran	Phenamiphos	Isazophos	Aldicarbe	Témoin
0,22	-	2	-	-	
0,9	3	3	3	4	4
3,5	3	3	3	2	
14	2	2	1	1	
56	1	-	0	0	

Puis nous avons compté les masses d'oeufs et ramené le nombre moyen calculé sur dix répétitions au pourcentage de l'inoculum (Fig. 1 A). Nous avons pesé les parties aériennes et racinaires des plants (Fig. 1 B). Les différences significatives entre les traitements sont signalées dans les tableaux 3 et 4.

On observe que, par rapport aux témoins inoculés (Ti), le nombre des masses d'oeufs sur les plants traités est toujours inférieur. Mais, en comparant les poids de feuilles et racines, on constate que le carbofuran est phytotoxique à toutes les doses et que nous n'avons pas atteint la dose toxique pour le phenamiphos. Pour ces raisons, nous avons testé l'efficacité nématocide (Fig. 1 C) et agronomique (Fig. 1 D) du carbofuran à 0,22 mg et du phenamiphos à 56 mg ; le premier s'est encore révélé toxique, ainsi que le second. Entre les quatre doses testées, 14 mg/plant représente donc la dose optimale pour le phenamiphos, l'isazophos et l'aldicarbe.

Enfin, nous avons étudié le résultat de l'éclosion des masses d'oeufs prélevées sur des plantes ayant reçu les traitements. Ces résultats, présentés sur la figure 2, montrent que les produits entraînent, par rapport au témoin, une diminution du nombre d'oeufs éclos, et d'autant plus que la dose appliquée augmente (exception faite du carbofuran).

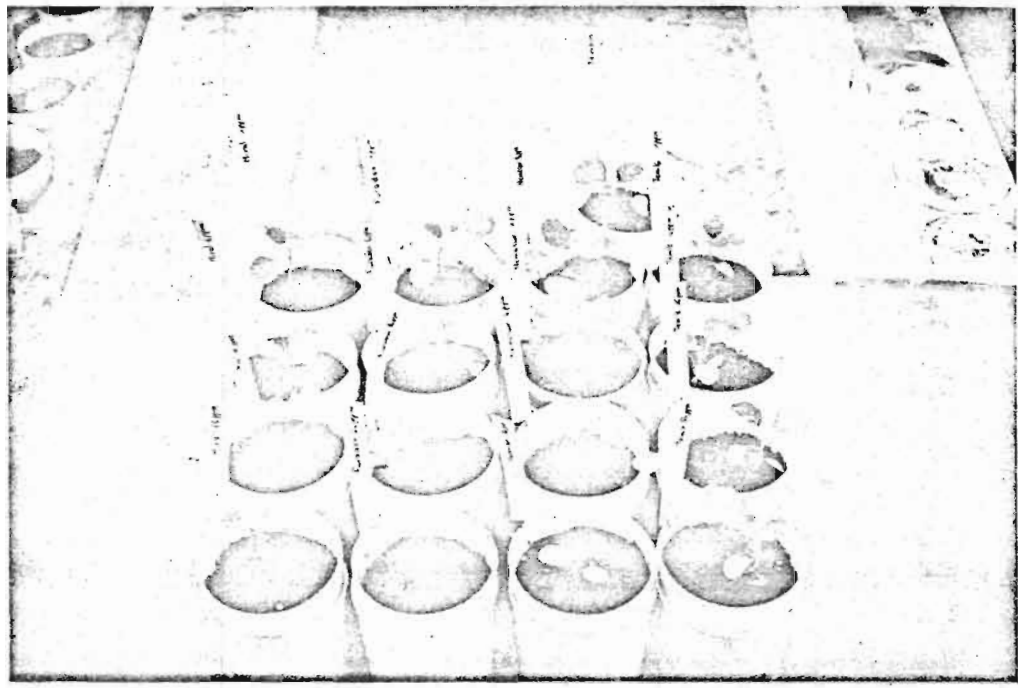
Par ailleurs, cette action se fait sentir particulièrement sur les deux premières semaines de l'éclosion.

3.1.2: Comparaison de l'efficacité des traitements utilisés à leur dose optimale

Ayant été phytotoxique à toutes les doses, l'emploi du carbofuran fut abandonné.

L'efficacité des autres nématocides a été étudiée par un comptage des larves pénétrées (coloration des nématodes par le bleu coton à froid (GUIRAN, de G., 1966)) une semaine après l'inoculation, puis par un comptage des masses d'oeufs et l'évaluation de la taille et de la composition de ces masses. Les résultats sont présentés dans les tableaux 5 et 6 et sur la figure 3. Nous constatons que les taux de pénétration sur les plants traités sont très faibles, comparés aux plants témoins. Il en est de même pour le nombre des masses d'oeufs et nous remarquons que ces pourcentages sont légèrement inférieurs aux taux de pénétration. Mais les traitements sont équivalents.

Toutes les masses d'oeufs ont été mises à éclore ; les larves obtenues ont été inoculées à des plants d'aubergine âgés de cinq semaines qui n'avaient subi aucun traitement. Cinq semaines après les masses d'oeufs ont été comptées ; cette mesure n'a révélé aucune différence du pouvoir infestant de ces larves, d'ailleurs identique à celui de larves issues de masses d'oeufs prélevées sur des plants non traités.



A

Isazophos, Carbofuran, Phenamiphos, Aldicarbe



B

Photo 1 : Aspect de plants d'aubergine ayant reçu un produit nématicide ; avant (A) et 3 semaines après l'inoculation des larves de *Meloidogyne* (B).

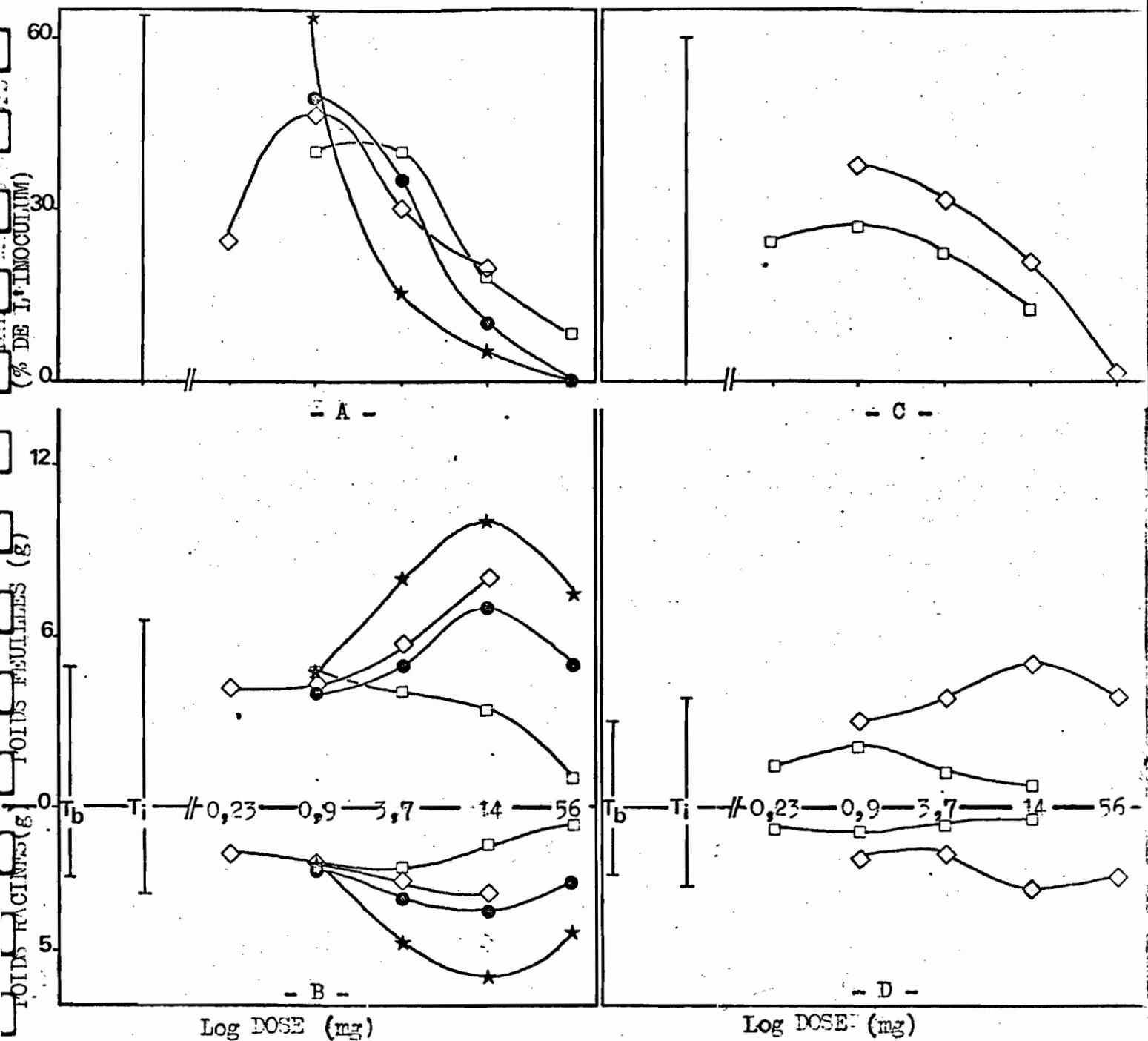


Fig. 1 : Influence de la dose de quatre nématicides sur le développement des larves de Meloidogyne et sur la croissance des plants parasités.

- Tb = témoins non infestés
- Ti = témoins infestés
- = carbofuron
- ◇ = phenamphos
- = isazophos
- ★ = aldicarbe

Tableau 3 : Influence de la dose de 4 produits nématicides sur le nombre des masses d'ocufs issues des femelles de *Meloidogyne*. Différences significatives à 5 % (Test de MAN WITNEY)

ISAZOPHOS					
g	0	0,9	3,5	14	56
0		NS	S	S	S
0,9			NS	S	S
3,5				S	S
14					NS
56					

ALICARBE					
g	0	0,9	3,5	14	56
0		NS	S	S	S
0,9			S	NS	NS
3,5				NS	NS
14					NS
56					

PHENAMIPHOS					
g	0	0,22	0,9	3,5	14
0		S	PS	S	S
0,22			S	NS	NS
0,9				NS	S
3,5					NS
14					

PHENAMIPHOS					
g	0	0,9	3,5	14	56
0		S	S	S	S
0,9			NS	S	S
3,5				S	S
14					S
56					

S = significatif

PS = peu significatif

NS = non significatif

Tableau 4 : Influence de la dose de 4 produits nématicides sur la croissance des plants hôtes. Différences significatives à 5 % (Test de MAN WITNEY)

ISAZOPHOS						RACINES
g	0	0,9	3,5	14	56	
0	/	S	NS	PS	NS	
0,9	S	/	S	S	PS	
3,5	S	NS	/	NS	PS	
14	NS	S	S	/	S	
56	S	NS	NS	S	/	
FEUILLES						

ALICARBE						RACINES
g	0	0,0	3,5	14	56	
0	/	S	S	S	S	
0,9	S	/	S	S	S	
3,5	S	S	/	S	NS	
14	S	S	S	/	S	
56	S	S	NS	S	/	
FEUILLES						

PHENAMIPHOS						RACINES
g	0	0,9	3,5	14	56	
0	/	S	S	NS	NS	
0,9	S	/	NS	NS	PS	
3,5	S	NS	/	NS	PS	
14	NS	S	NS	/	NS	
56	PS	S	S	S	/	
FEUILLES						

PHENAMIPHOS						RACINES
g	0	0,9	3,5	14	56	
0	/	NS	NS	NS	NS	
0,9	NS	/	S	S	S	
3,5	NS	S	/	NS	NS	
14	NS	S	NS	/	NS	
56	NS	S	NS	NS	/	
FEUILLES						

TEMOINS			RACINES
	T _b	T _i	
T _b	/	NS	
T _i	PS	/	
FEUILLES			

S = significatif

PS = peu significatif

NS = non significatif

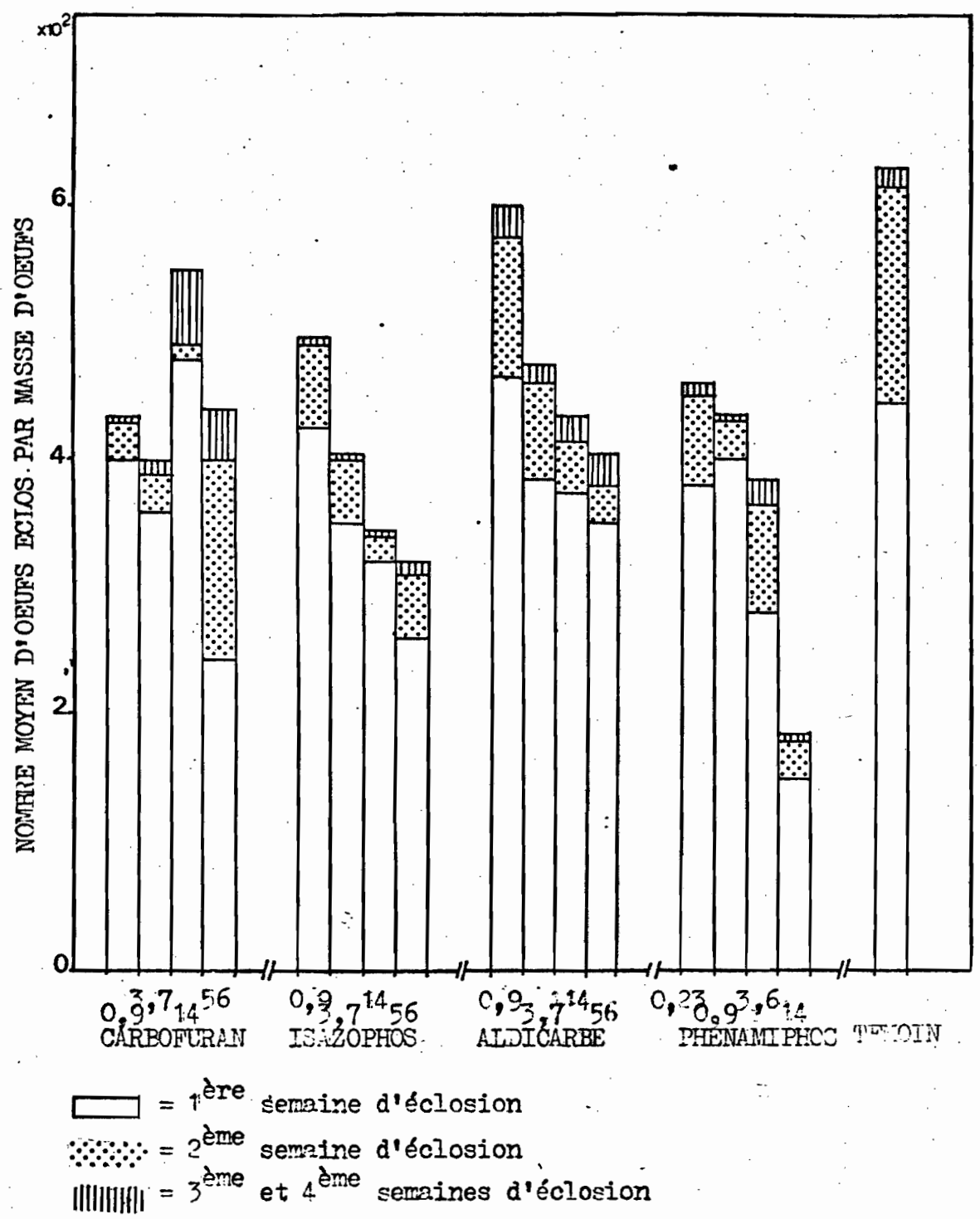


Fig. 2 : Influence de la dose de quatre nématocides sur l'éclosion.

Tableau 5 : Comparaison de l'efficacité de trois traitements nématocides sur la pénétration de larves de *Meloidogyne* sp. et sur le pouvoir infestant des larves filles.

Traitement (14 mg/plant)	Pénétration des larves sur des plants prétraités			Pouvoir infestant des larves filles (% de l'inoculum)
	Taux de pénétration moyen (%)	Nombre de masses d'oeufs (% de l'inoculum)	Degré d'efficacité du traitement (%)	
Aldicarbe	5,2	5	92,4	61,8
Isazophos	9,1	9	86,4	63,6
Phenamiphos	8,5	8,3	87,4	67,2
Témoin	66,3	66,1	0	62,7

Tableau 6 : Comparaison de l'influence de trois nématocides systémiques sur la composition d'une masse d'oeuf de *Meloidogyne* sp.

Traitement (14 mg/plant)	% d'oeufs éclos par masse d'oeufs	% d'oeufs morts par masse d'oeufs	% d'oeufs vivants non éclos par masse d'oeufs
Aldicarbe	84,4	14,1	1,5
Isazophos	79,3	19,9	0,8
Phenamiphos	78,5	19,8	1,7
Témoin	85,3	13,8	0,9

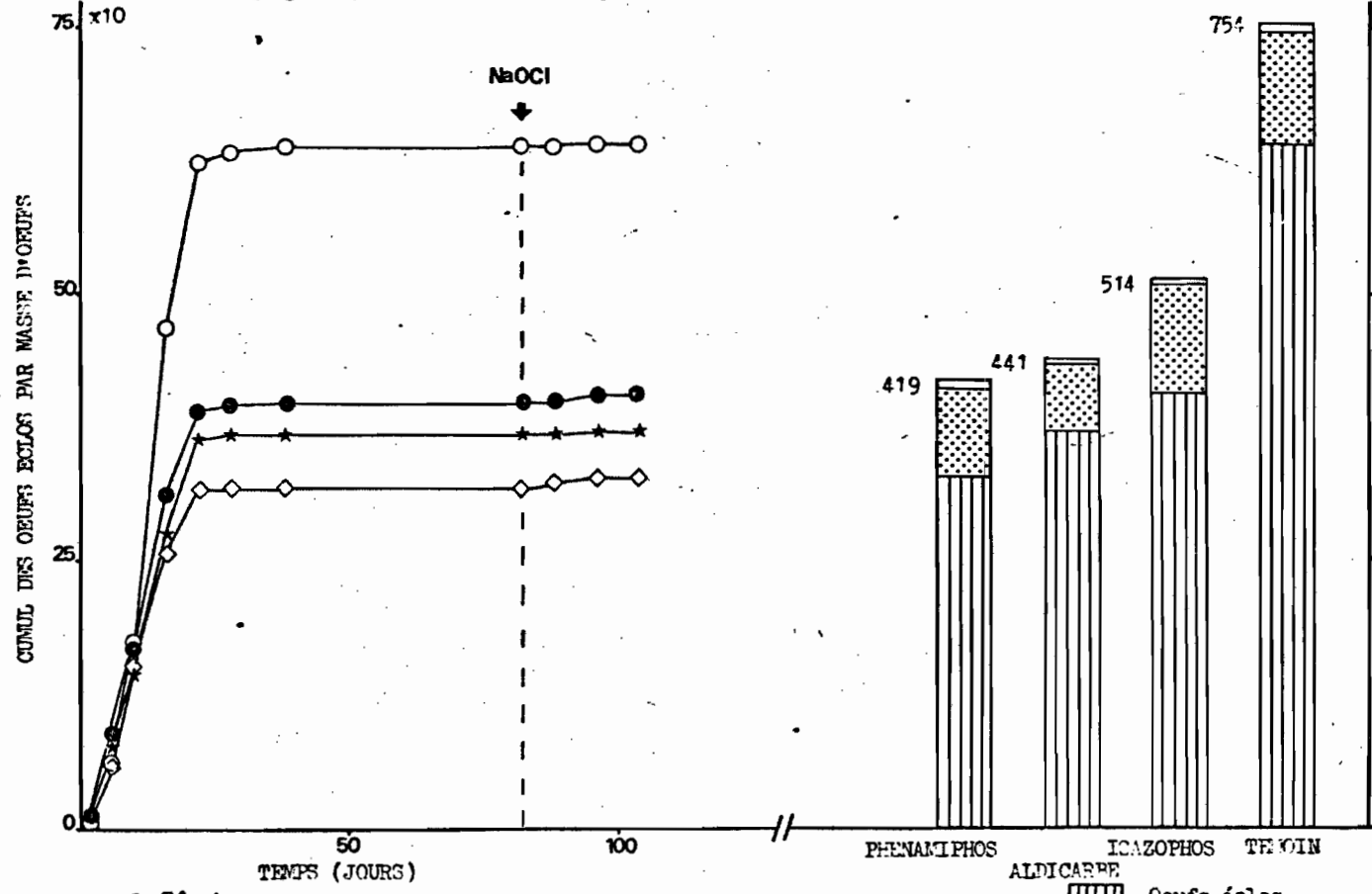
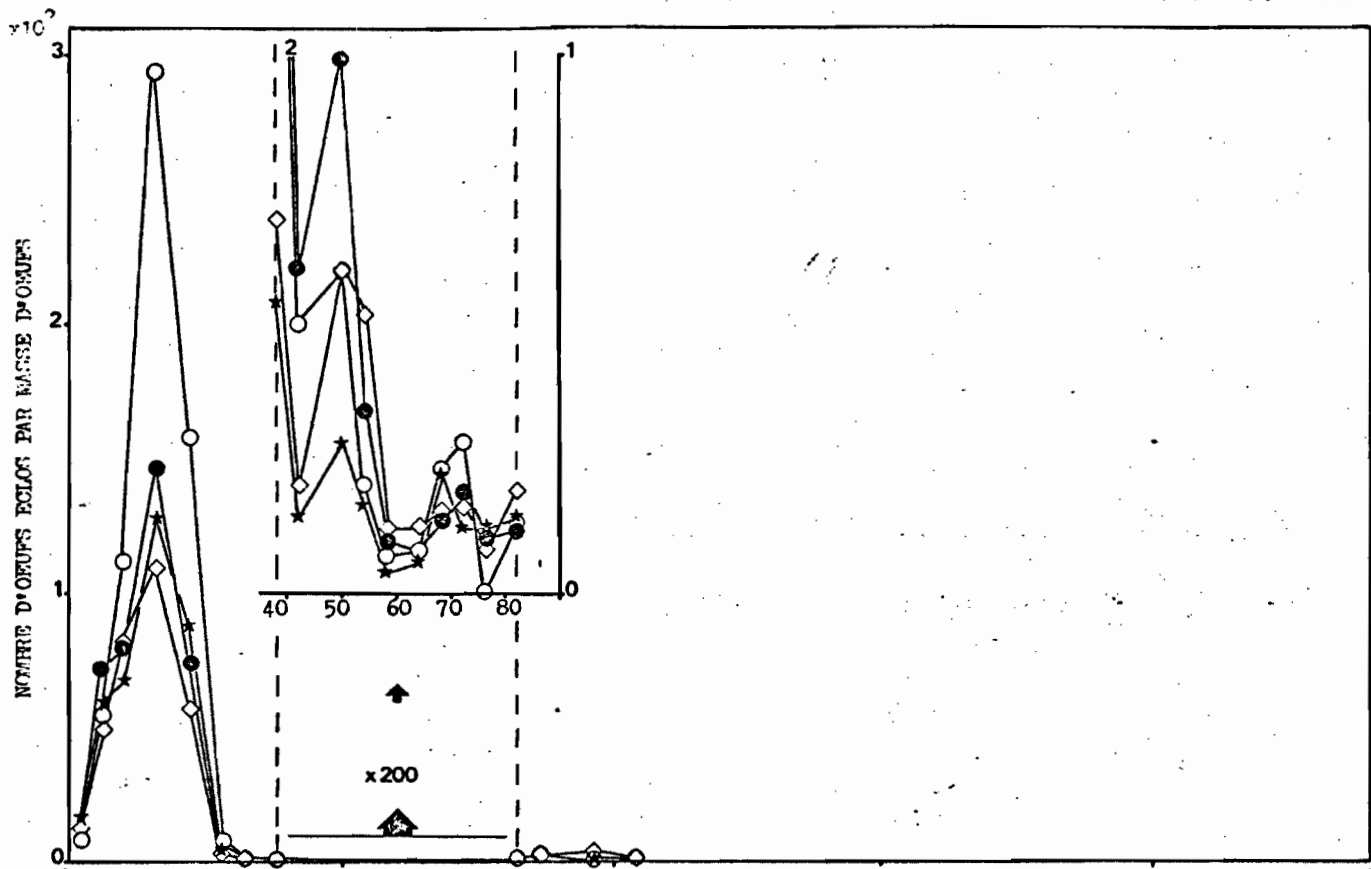


FIG. 3. INFLUENCE DE TROIS TRAITEMENTS NÉMATOCIDES SUR LA MULTIPLICATION DES LARVES DE STRONGID.

NOMBRE D'OEUF S PAR MASSE D'OEUF S

Les résultats de l'éclosion (Fig. 3) montrent que les traitements diminuent le nombre d'oeufs éclos. Le trempage des masses d'oeufs dans la solution de NaOCl stimule très peu (comme l'ont décrit OGUN FOWORA et EVANS (1977)) l'éclosion des oeufs considérés comme étant bloqués en diapause (GUIRAN de, 1979, 1980 ; GUIRAN, de et VILLEMEN, 1980). Remarquons que les éclosions sont synchrones.

Après coloration au New Blue R des oeufs non éclos, nous remarquons que le pourcentage des oeufs morts et des oeufs vivants est identique quelque soit le traitement (tableau 6).

3.1.3. Détermination du moment d'application des traitements

Dans cette expérience, nous avons fait varier la date d'application des traitements utilisés à leur dose optimale (14 mg/plant) ; ainsi les plants ont été traités cinq, quatre, trois, deux et une semaines avant leur repiquage et leur inoculation. A l'âge de neuf semaines, les plants ont été prélevés et nous avons dénombré les masses d'oeufs. Puis nous avons pesé les parties aériennes et racinaires des plants. Les résultats sont donnés sur la figure 4 et les tableaux 7 et 8.

On constate que l'efficacité du phenamiphos diminue au fur et à mesure que la durée de l'application du traitement est raccourcie ; mais si l'accumulation du produit pendant cinq semaines s'avère toxique, une trop brève application (une semaine) n'est plus assez nématocide. Ce comportement pouvait être attendu.

Par contre, l'isazophos et l'aldicarbe n'agissent pas de la même manière ; leurs efficacités ainsi que les valeurs des poids mesurés varient selon la durée de leur application. Il apparaît que la durée d'application la plus courte donne le meilleur résultat. Pour ces deux nématocides, un autre facteur, que la durée d'accumulation des produits, doit jouer à ce niveau.

3.1.4. Discussion

L'ensemble des résultats révèlent que les produits nématocides utilisés dans cette étude ont une forte influence sur les nématodes (*Meloidogyne* sp.) et cela même à faible dose, à condition qu'ils soient appliqués sur des plants d'aubergine très jeunes. Le cas du carbofuran est à écarter puisqu'il s'est avéré toxique.

Les effets nématocides que nous avons pu mesurer avec le phenamiphos, l'isazophos et l'aldicarbe semblent être de deux ordres : les produits agissent sur la pénétration des larves et sur la fécondité des femelles qui ont pu se développer.

a) Action sur la pénétration des larves

Nous avons vu que le taux moyen de pénétration des larves était très diminué sur les plants traités ainsi que le nombre de femelles parvenues à maturité. Nous ne pouvons d'ailleurs expliquer la différence minime entre les deux : s'agit-il d'un effet des nématocides sur les larves pénétrées ou représente-t-elle la population de larves devenues mâles ?

Bien que l'efficacité des traitements soit très élevée, nous ne pouvons comprendre pourquoi 5 à 10% des larves peuvent tout de même pénétrer dans les racines. En effet, si le produit nématocide, ou ses métabolites, reste dans la plante, son action peut se faire de plusieurs manières : soit la larve pique la racine puis meurt ; soit elle pique et se retire dans le sol par répulsion ; soit les racines n'attirent plus les larves après modification des exsudats racinaires (PROT et NETSCHER, 1979) soit, enfin, la sensibilité de la plante est modifiée et devient un mauvais hôte.

Par contre, si le produit ressort des racines dans le sol, il peut agir par contact sur les larves en les tuant (DI SANZO, 1973) ou en les désorientant (DAMADZADEH et HAGUE, 1981). Dans les deux cas, le fait que des larves puissent pénétrer et se développer dans les racines peut s'expliquer soit par une absence du produit nématocide à certains sites racinaires (répartition non homogène), soit par un retard de pénétration très court du à la dilution du produit ou à sa disparition.

b) Action sur la fécondité

Nous avons remarqué que la composition des masses d'oeufs n'était pas modifiée par les traitements. Le phenamiphos, l'isazophos et l'aldicarbe n'ont donc pas agi sur l'embryogenèse des oeufs, ni sur leur éclosion comme c'est le cas quand les oeufs sont en contact direct avec le produit (BERGE et CUANY, 1972 a et b) ; seule la fécondité des femelles a diminué.

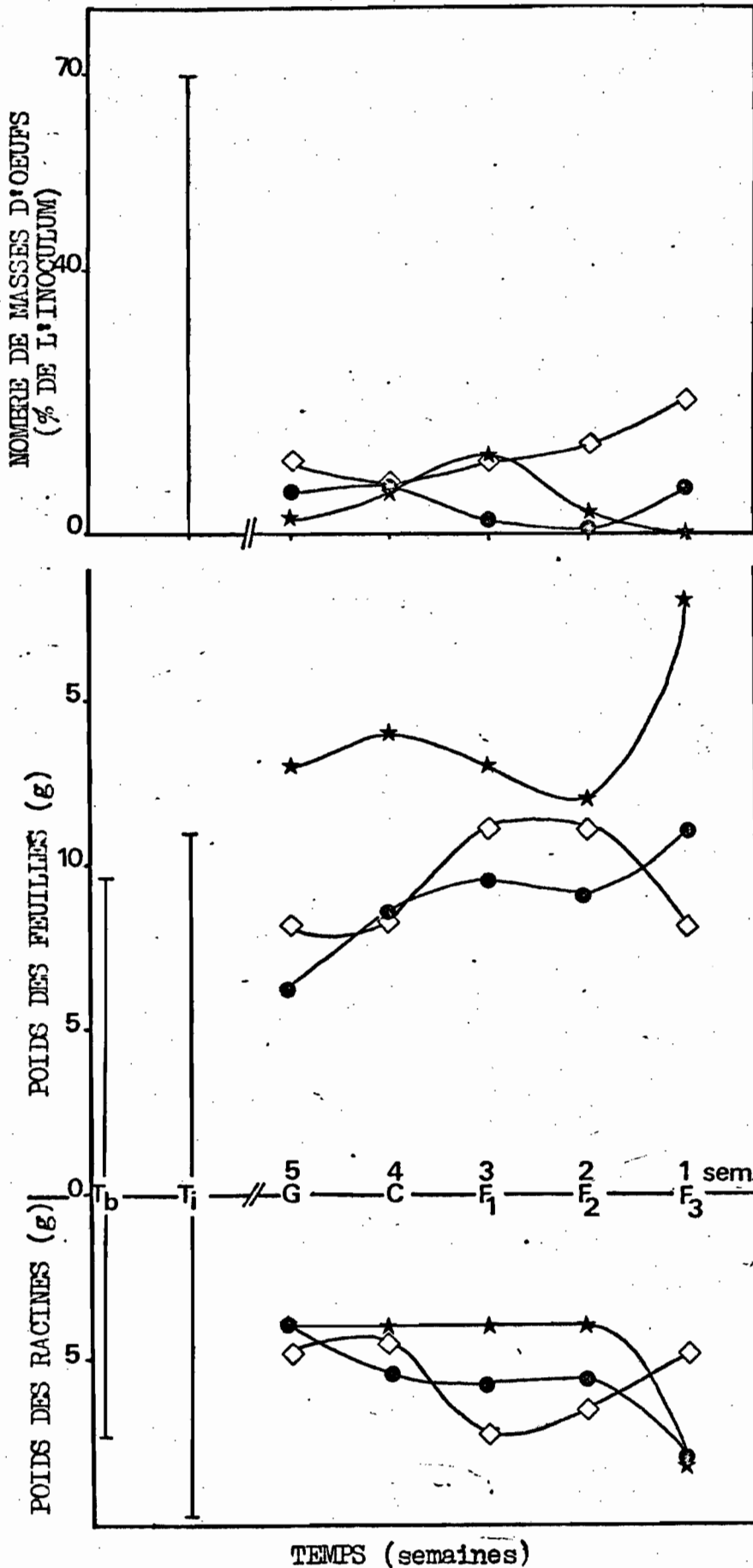


Fig. 4 : Influence de la date d'aplication des nématicides sur le développement des larves de Meloidogyne et sur la croissance des plants parasités.

● = isazophos Tb = témoins non infestés
 ★ = aldicarbo Ti = témoins infestés
 ◇ = phenamphos

G = Graine; C = stade cotylédons; F₁ = stade 1^{ère} feuille;
 F₂ = stade 2^{ème} feuille; F₃ = stade 3^{ème} feuille.

Tableau 7 : Influence de la date d'application de trois produits nématicides sur le nombre de masses d'oeufs issues de femelles de *Meloidogyne*.
Différence significatives à 5 %
(Test de MAN WITNEY)

ISAZOPHOS.						
	T1	G	C	F1	F2	F3
T1		S	S	S	S	S
G			NS	NS	NS	NS
C				NS	NS	NS
F1					NS	NS
F2						NS
F3						

ALICARBE						
	T1	G	C	F1	F2	F3
T1		S	S	S	S	S
G		G	NS	PS	NS	NS
C				NS	NS	NS
F1					NS	PS
F2						NS
F3						

PHENAMIPHOS						
	T1	G	C	F1	F2	F3
T1		S	S	S	S	S
G			NS	NS	NS	NS
C				NS	NS	S
F1					NS	PS
F2						NS
F3						

S = significatif
PS = peu significatif
NS = non significatif

Tableau 8 : Influence de la date d'application de trois produits nématicides sur la croissance de la plante hôte. Différences significatives à 5% (Test de MAN WITNEY)

ISAZOPHOS						
	T1	G	C	F1	F2	F3
T1		S	S	S	S	NS
G	S		NS	NS	NS	S
C	S	S		NS	NS	S
F1	S	S	NS		NS	S
F2	S	S	NS	NS		S
F3	S	S	S	S	S	

FEUILLES

RACINES

ALICARBE						
	T1	G	C	F1	F2	F3
T1		S	S	S	S	NS
G	S		NS	NS	NS	S
C	S	NS		NS	NS	S
F1	S	NS	NS		NS	S
F2	NS	NS	PS	NS		S
F3	S	S	S	S	S	

FEUILLES

RACINES

PHENAMIPHOS						
	T1	G	C	F1	F2	F3
T1		S	S	PS	S	S
G	S		NS	PS	NS	NS
C	S	NS		S	PS	NS
F1	NS	S	S		NS	S
F2	NS	S	S	NS		PS
F3	S	NS	NS	S	S	

FEUILLES

RACINES

TEMOIN		
	To	T2
T _b		S
T ₁	PS	

FEUILLES

RACINES

S = significatif
 PS = peu significatif
 NS = non significatif

Nous pouvons penser que le produit a pu agir sur les larves en freinant leur cycle biologique et retardant leur maturation, ou sur les femelles en atteignant le développement des masses d'oeufs (CUANY et RITTER, 1980). Ces deux effets peuvent aussi être la conséquence d'une modification de l'état physiologique de la plante traitée.

Enfin, la diminution de la taille des masses d'oeufs peut être attribuée au simple retard de pénétration des larves que nous avons décrit précédemment.

Les mécanismes d'action des nématicides sont donc encore très flous et les hypothèses sont multiples. Pourtant, nous constatons que certaines étapes du cycle de *Meloidogyne* ne sont pas atteintes : la larve pénétrée se développe normalement, la fécondation chez les femelles n'est pas altérée et les oeufs produits sont viables, les larves issues de ces oeufs ont le même pouvoir infestant que celles produites par des masses d'oeufs prélevées sur des plantes non traitées. Dans ce contexte, l'hypothèse du simple retard de la pénétration des larves serait la plus vraisemblable.

L'étude de la détermination du moment d'application des traitements a révélé un comportement inattendu de l'isazophos et de l'aldicarbe. Ces résultats posent le problème de l'absorption de ces produits.

c) Absorption des nématicides

A priori, l'efficacité des produits peut dépendre de l'âge de la plante au moment de leur application ou de la durée d'accumulation du nématicide dans la plante. Ces deux paramètres étant linéaires dans le temps, ils n'expliquent pas le caractère fluctuant de l'efficacité de l'isazophos et de l'aldicarbe, et de l'incidence de ces produits sur les poids racinaires et foliaires, en fonction du moment de leur application.

Un troisième paramètre peut être la cause de ces phénomènes ; il s'agirait du stade végétatif de la plante au moment de l'application des produits. Nous avons constaté que ces dates correspondaient à des états physiologiques particuliers que nous pouvons résumer de la manière suivante :

Date d'application	0	1ère semaine	2ème semaine	3ème semaine	4ème semaine
Stade végétatif	Graine	Cotylédons déployés	Sortie de la 1ère feuille	Sortie de la 2ème feuille	Sortie de la 3ème feuille

Or chaque état implique une activité racinaire particulière dont dépendrait l'absorption des produits :

- avant la première semaine, la racine séminale active absorbe le nématicide, le traitement est efficace.
- entre la première et la troisième semaine, la première feuille s'élabore au profit des réserves cotylédonnaires ; l'activité racinaire baisse : l'efficacité du traitement est moindre.
- au-delà de la troisième semaine, les feuilles suivantes apparaissent grâce à la reprise d'activité du système racinaire : le traitement est à nouveau efficace. A partir de cette date, l'efficacité semble dépendre du volume racinaire.

Mais ces résultats mériteraient d'être confirmés par des expériences d'absorption de produit radioactifs ou de détection chromatographique. Ces études permettraient aussi de mieux comprendre les différences de comportement notées entre les produits vis-à-vis de l'absorption racinaire (phenamiphos d'une part et isazophos et aldicarbe d'autre part), ou vis-à-vis de leur dégradation, les résidus de leur catabolisme étant plus ou moins efficaces (BERGE et al., 1982).

3.2. Incidence des faibles populations de *Meloidogyne* sur la croissance des plants

Dans chaque expérience décrite précédemment, nous avons introduit un traitement appelé témoin blanc et constitué de plants d'aubergine non traités et non inoculés.

En comparant les poids des parties aériennes et racinaires, la croissance de ces plants s'est avérée toujours plus importante que celle des plants non traités mais inoculés (Fig. 1 et Fig. 4).

Nous avons donc modifié notre protocole d'étude en effectuant des prélèvements hebdomadaires à partir de la date d'inoculation des larves.

Ainsi avons nous comparé entre eux quatre traitements : témoin blanc, témoin infesté, isazophos et aldicarbe appliqués à leur dose optimale (14 mg/plant).

Par ailleurs, nous avons étudié l'influence de l'isazophos et de l'aldicarbe sur la croissance en hauteur des plants en l'absence de nématodes (distance du sol à la naissance de la dernière feuille). L'expérience est arrêtée après 12 semaines, le développement racinaire étant devenu trop important pour le volume limité des pots. Les résultats sont exposés sur la figure 5.

Là encore, la croissance des plants non traités inoculés est toujours supérieure à celle des plants non traités et non inoculés. Il en est de même pour les plants traités et inoculés par rapport aux plants non traités et inoculés. Par contre, il n'y a aucune influence des traitements sur des plants non inoculés.

Donc les différences observées proviennent d'un effet phytostimulant dû à la présence des nématodes (Photo 2).

Quatre semaines après l'inoculation des larves, nous avons compté les masses d'oeufs à la surface des racines. Nous constatons qu'entre la 4e et la 6e semaine, les poids mesurés pour chaque traitement sont d'autant plus élevés que le nombre des masses d'oeufs est faible. Après la 6e semaine, le nombre des masses augmente. Nous remarquons alors que les taux de croissance des plants pour chaque traitement croît à l'inverse des taux de développement des populations de parasites. Nous en concluons que l'effet phytostimulant dû aux nématodes dépend de l'importance de la population infestante. Il s'avère d'ailleurs que l'inoculum de 500 larves que nous apportons à chaque plant est déjà trop important. Ces phénomènes de phytostimulation par de faibles inocula sont déjà connus ; ainsi WALLACE montrait en 1971, l'influence de faibles populations de larves de *Meloidogyne* sur la croissance de diverses plantes maraichères et l'existence de taux de tolérance des plantes vis-à-vis du nombre des nématodes. Mais bien sûr, à cause du développement exponentiel de *Meloidogyne* ce phénomène ne peut être que passager.

Il devenait intéressant de mieux comprendre cet effet. Pour ce faire, nous avons étudié deux dates du développement des plantes correspondant à 3 et 4 semaines après leur inoculation, période de formation des masses d'oeufs.

Pour chaque traitement, nous avons tracé les courbes de régression du poids de la partie aérienne en fonction du poids de la partie racinaire, et ceci pour les deux âges différents.

Il est apparu que, dans l'intervalle des observations, la relation entre les poids pouvait être convenablement représentée par une droite (Fig. 6). Nous constatons qu'à chaque âge des plants, et quelque soit le traitement, correspond un faisceau de droites.

Les résultats montrent qu'à l'âge de 8 semaines, les plants "témoin blanc" et traités possèdent un plus petit volume de racines que les plants "témoin infesté". Une semaine après, les plants "témoin infesté" ont subi une croissance racinaire sans augmentation de la partie aérienne (glissement de la droite T_i). De plus, les plants traités et infestés se détachent par une diminution de la pente des droites qui correspond à une croissance racinaire supérieure à la croissance de la partie aérienne. Au même âge, les plants traités mais non inoculés sont équivalents aux plants "témoin blanc".

Donc, le point de départ de la stimulation de croissance due aux nématodes s'expliquerait par une augmentation du volume racinaire.

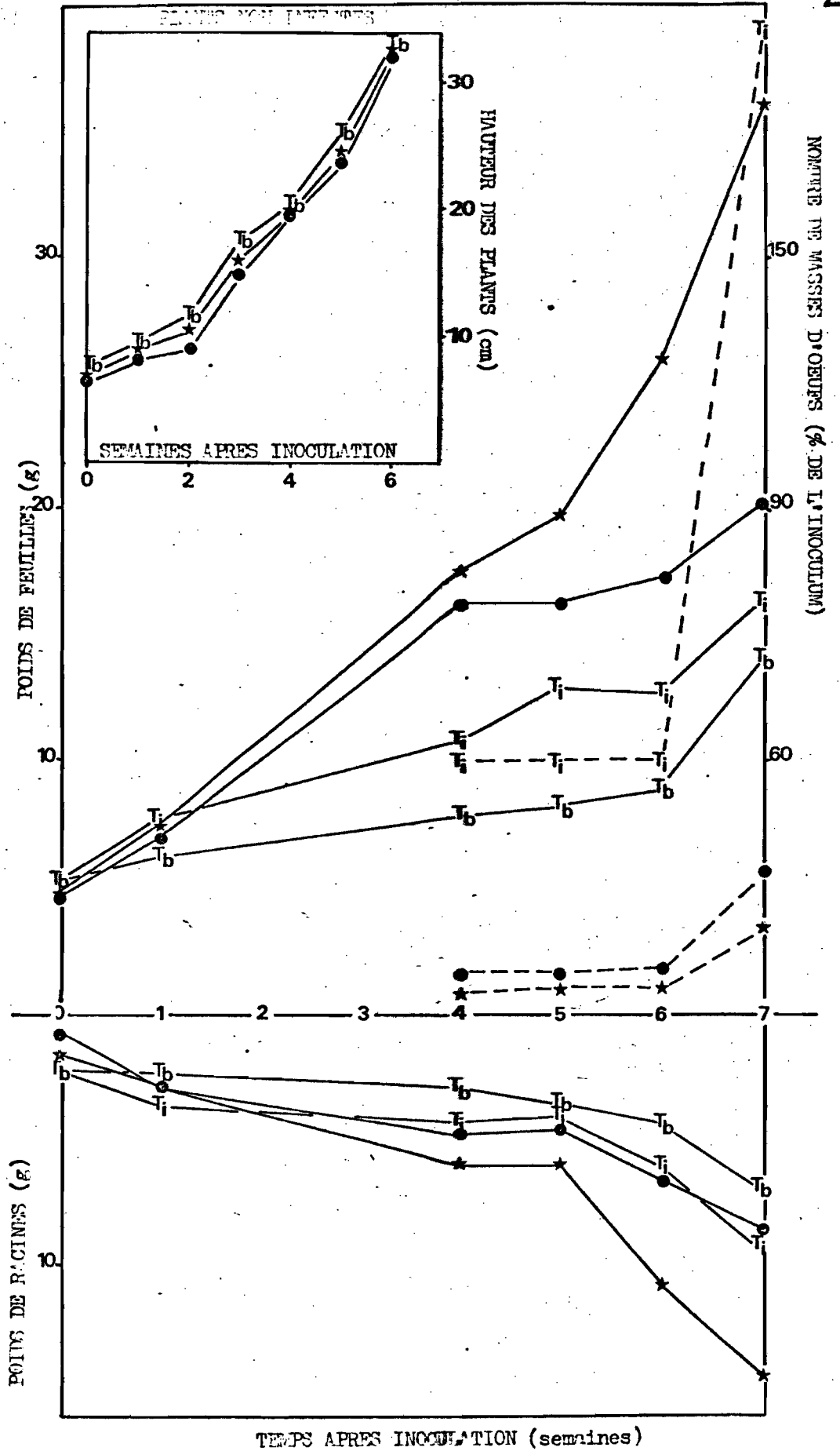


FIG. 5 : INFLUENCE DE DEUX NEMATODES SUR LA CROISSANCE (—) DE PLANTS (.....) ET SUR LE DEVELOPPEMENT DES LARVES (- - -).
 ● = feizaphos Tb = PLANTS NON INFESTES
 ★ = aldicarbe Ti = PLANTS INFESTES



Aldicarbe
puis larves

Isazophos
puis larves



Témoïn infesté

Témoïn

Photo 2 : Aspect de plants d'aubergine 7 semaines après leur inoculation avec *Meloidogyne*.

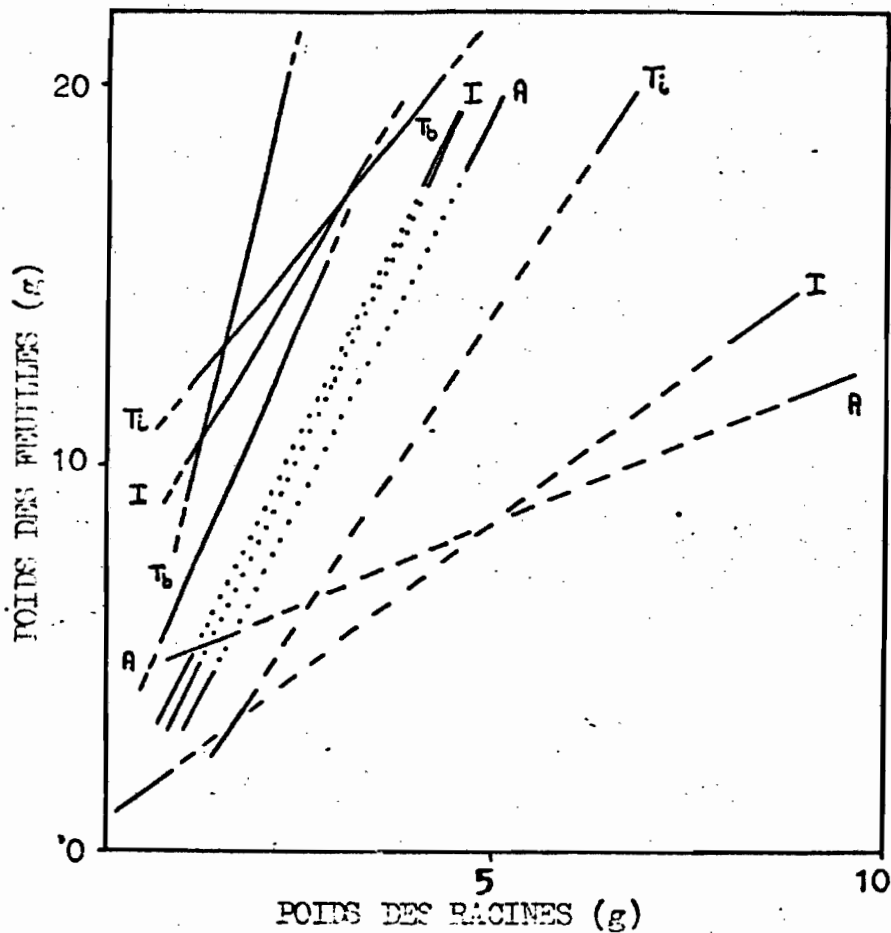


Fig. 6 : Influence de traitements nématicides sur la régression "Poids des feuilles-Poids des racines" calculée à deux âges différents.

— Plants âgés de 8 semaines

Tb : témoin blanc : $y = 8,5x + 1,4$ $r = 0,87$

Ti : témoin infesté : $y = 2,5x + 0,5$ $r = 0,74$

I : isozophos : $y = 3,5x + 6,6$ $r = 0,67$

A : aldicarbe : $y = 4,9x + 1,98$ $r = 0,82$

- - - Plants âgés de 9 semaines infestés

Ti : $y = 3,2x - 1,9$ $r = 0,93$

I : $y = 1,55x + 0,74$ $r = 0,95$

A : $y = 0,86x + 4,35$ $r = 0,81$

..... Plants âgés de 9 semaines non infestés

Tb : $y = 4,12x + 0,63$ $r = 0,05$

I : $y = 4,23x + 0,55$ $r = 0,84$

A : $y = 3,9x + 0,71$ $r = 0,77$

Tableau 9 : Influence des traitements nématicides sur la régression "Poids des feuilles - Poids des racines" : différences significatives à 5% entre les pentes des droites (Test F bilatéral entre deux droites et Test de Barlett pour un ensemble de droites)

- lettres minuscules = différences entre plants âgés de 8 semaines
- lettres majuscules = différences entre plants âgés de 9 semaines
- lettres encadrées = différences entre plants âgés de 8 et 9 semaines
- S = significatif ; PS = peu significatif ; NS = non significatif

	T _b	T _i	Isazophos inoculé	Aldicarbe inoculé	Isazophos non inoculé	Aldicarbe non inoculé
T _b	(S)	s	ns	ns		
T _i	NS	(NS)	s	s		
Isazophos inoculé	s	s	(S)	ns		
Aldicarbe inoculé	s	s	NS	(S)		
Isazophos non inoculé	NS	NS	s	s		
Aldicarbe non inoculé	NS	NS	s	s	NS	

4. CONCLUSION

Les travaux effectués sur les effets résiduels de quatre nématicides systémiques appliqués sur l'aubergine pour lutter contre *Meloidogyne* ont abouti à des résultats encourageants. Ces produits se sont avérés efficaces après leur absorption par la plante et cela à de très faibles doses. Il nous a paru intéressant de pouvoir se servir de ces données et de les intégrer dans un programme de lutte. Ainsi, nous avons imaginé qu'il serait possible, dans une exploitation agricole, d'appliquer ces nématicides en pépinière stérile. Ensuite, les plants traités devraient être repiqués sur des terrains peu infestés par *Meloidogyne*. NETSCHER (1974, 1975) a montré qu'il était possible d'éliminer 95 % des larves en installant sur le sol infesté une culture d'arachide.

Dans un premier temps, un essai d'efficacité de l'aldicarbe et de l'isazophos appliqués en pépinière, sera mis en place au champ afin de confirmer les résultats obtenus en serre. Puis un essai comparable intégrera l'effet d'un précédent cultural tel que l'arachide afin d'évaluer l'influence des taux d'infestation d'un sol.

Il apparaît que l'application de faibles doses permettrait une utilisation facile de ces produits par le paysan, puisque cette technique offre les avantages d'une opération simple à mettre en oeuvre, dont les risques d'intoxication sont diminués et dont le coût devient à sa portée. Enfin, elle présente un progrès écologique notable.

Il nous reste par ailleurs à mieux comprendre les mécanismes de stimulation de croissance due aux nématodes. De nouvelles études pourraient nous indiquer quels facteurs sont à l'origine de ces effets : un stimulus mécanique de la pique des larves au niveau de points d'initiation racinaire ; l'injection ou la fabrication de substances au moment de la pique des larves ou après leur complète pénétration ; l'activation de systèmes de synthèse dans la plante au dépend de la maturation des larves pénétrées (BIRD et LOVEYS, 1980) ; l'induction de mécanismes passagers de résistance aux nématodes (GIEBEL, 1982).

BIBLIOGRAPHIE

- ABBOT, W.S., 1925.- A method of computing the effectiveness of an insecticide.
J. econ. Entomol., 18 : 265-267.
- BERGE, J.B. et CUANY, A., 1972 a.- Activité de l'aldicarbe sur les oeufs de *Meloidogyne arenaria*.
C.R. Acad. Agric. Paris : 371-376.
- BERGE, J.B. et CUANY, A., 1972 b.- Action de quelques nématicides sur les oeufs de *Meloidogyne arenaria*.
Meded. Fak. Landbouw. Gent, 37 (2) : 808-815.
- BERGE, J.B., CUANY, A. et BRIDE, J.M., 1982.- Cinétique transcuticulaire et accumulation d'un carbamate nématicide et de ses métabolites : origine de la sélectivité vis-à-vis des nématodes.
Revue Nématol., 5 (2) : 295-300.
- BIRD, A.F. et LOVEYS, B.R., 1980.- The involvements of cytokinins in a host-parasite relationship between the tomato (*Lycopersicon esculentum*) and a nematode (*Meloidogyne javanica*).
Parasitology, 80 : 497-505.
- BURNETT, W.M. et INGLIS, I.M., 1971.- La mise au point du Nemacur pour la maîtrise des nématodes cécidogènes (*Meloidogyne* spp.) des tomates et du tabac dans le Queensland.
Pflanzen. Nach. Bayer : 174-198.

- CUANY, A. et RITTER, M., 1980.- Comportement des nématicides et conséquences biologiques. *Phytiatrie - Phytopharmacie*, 29 : 137-148.
- DAMADZADEH, M. et HAGUE, N.G.M., 1981.- The efficacy of carbofuran against the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. *Revue Nematol.*, 4 (1) : 121-124.
- DICKSON, D.W. et SMART, Jr. G.C., 1971.- Control of *Meloidogyne arenaria* and *Pratylenchus penetrans* on peanuts with foliar applications of a systemic nematicide. *J. of Nematology*, 3 (4) : 307-308.
- DI SANZO, C.P., 1973.- Nematode response to carbofuran. *J. of Nematology*, 5 (1) : 22-27.
- FELDMESSER, J., 1969.- Control of root-knot nematodes an tomato with systemics chemicals. *J. of Nematology*, 1 (1) : 7-8..
- GIEBEL, J., 1982.- Mechanism of resistance to plant nematodes. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 20 : 257-279.
- GUIRAN, de, G., 1966.- Coloration des nématodes dans les tissus végétaux par le bleu coton à froid. *Nematologica*, 12 : 646-647.
- GUIRAN de, G., 1979.- A necessary diapause in root-knot nematodes. Observations on its distribution and inheritance in *Meloidogyne incognita*. *Revue Nematol.*, 2 (2) : 223-231.
- GUIRAN de, G., 1980.- Facteurs induisant chez *Meloidogyne incognita* un blocage du développement des oeufs considéré comme une diapause. *Revue Nematol.*, 3 (1) : 61-69.
- GUIRAN de, G. et VILLEMEN, M.A., 1980.- Spécificité de la diapause embryonnaire des oeufs de *Meloidogyne* (*Nematoda*). *Revue Nématol.*, 3 (1) : 115-121.
- HOMEYER, B., 1971.- Nemacur, un nématicide très efficace, utilisable préventivement et curativement. *Pflanzen. Nachc. Boyer* : 51-71.
- HUSSEY, R.S. et BARKER, K.R., 1973.- A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Pl. Dis. Repr.* 57 (12) : 1025-1028.
- JAIN, B.K. et BHATTI, D.S., 1978.- Bare root treatment with systemics for controlling root-knot nematodes in tomato transplants. *Indian J. Nematol.*, 8 : 19-24.
- NETSCHER, C., 1974.- L'arachide et le contrôle biologique des nématodes *Meloidogyne* spp. dans les cultures maraichères au Sénégal. *C.R. Acad. Agric. Paris* : 1332-1339.
- NETSCHER, C., 1975.- Studies an the resistance of groundnut to *Meloidogyne* sp. in Senegal. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 10 (3) : 227-232.
- OGUNFOWORA, A.O. et EVANS, A.A.F., 1977.- Factors affecting the hatch of eggs of *Meloidogyne naasi*, an example of diapause in a second stage larva. *Nematologica*, 23 : 137-146.
- PARISI, R.A., TORRES, C.J. et SOSA, C., 1972.- Incorporation of a systemic nematicide into string beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by seed immersion method. *Nematropica*, 2 (1) : 9.
- PROT, J.C. et NETSCHER, C., 1979.- Influence of movement of juveniles on detection of fields infested with *Meloidogyne* Dans "Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) ; systmeatics, biology and control". *Acad. Press, Londres*.

- RADEWALD, J.D., BESEMER, S.T. et SHIBUYA, F., 1974.- Control of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, on carnations with multiple foliar sprays of oxamyl and preplant applications of granular nematicides.
J. of Nematology, 6 (4) : 148-149.
- REDDY, D.D.R. et SESHADRI, A.R., 1972.- Studies on some systemic nematicides. I. Evaluation for systemic and contact action against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*.
India J. Nematol., 1 : 199-208.
- REDDY, D.D.R. et SESHADRI, A.R., 1972.- Studies on some systemic nematicides. II. Further studies on the action of Thianazin and aldicarb on *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchus reniformis*.
Indian J. Nematol., 2 : 182-190.
- SHEPERD, A.M., 1962.- New Blue R, a stain that differentiates between living and dead nematodes.
Nematologica, 8 : 201-208.
- SIVAKUMAR, C.V., KUPPUSAMY, S. et MEERZAINUDDIN, M., 1973.- Evaluation of carbofuran seed treatment for the control of root-knot on okra.
Indian J. Nematol., 3 : 71-82.
- TRUELOVE, B., RODRIGUEZ-KABANA, R. et KING, P.S., 1977.- Seed treatment as a means of preventing nematode damage to crop plants.
- VOVLAS, N. et LAMBERTI, F., 1976.- Studies on the systemic action of some chemicals in the control of the root-knot nematodes.
Nematol. medit., 4 : 111-113.
- WALLACE, H.R., 1971.- The influence of the density of nematode populations on plants.
Nematologica, 17 : 154-166.
- ZECK, W.N., 1971.- Un schéma de notation pour l'évaluation des infestations de nématodes cécidogènes en plein champ.
Pflanzen. Nach. Bayer : 145-148.

B. INFLUENCE DE L'OEILLETONNAGE DU BANANIER
SUR LES POPULATIONS DE NÉMATODES

MOTS CLÉS

Radopholus, *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, bananier, rejet, oeilletonnage.

ABRÉVIATIONS

PM = pied-mère ; 1Y = rejet de premier cycle porteur du fruit ; 2Y = rejet de second cycle ; YA_x = rejet axial ; YØ = rejet recépié ; 2,4-D = acide 2,4-dichlorophénoxyacétique.

1. INTRODUCTION

En 1961, LUC et VILARDEBO (1961) dressaient un inventaire des principaux nématodes associés au bananier dans l'Ouest Africain. BLAKE (1966) décrivait l'histopathologie des racines parasitées par *Radopholus similis* et *Helicotylenchus multincinctus*.

Parallèlement aux études nématologiques, des recherches étaient entreprises sur le système racinaire du bananier (BEUGNON et CHAMPION, 1966). Toutefois, la morphologie de ce système ne fut pas décrite en rapport avec une variabilité physiologique des différents rejets émis par le bananier ; cette variabilité est due à la localisation des rejets autour de leur souche mère (SUBRA et GUILLEMOT, 1961 ; LASSOUDIÈRE, 1979) et aux traitements de coupe qu'ils subissent habituellement dans les plantations (LASSOUDIÈRE, 1980).

Il devenait donc intéressant, avant d'entreprendre l'étude de la pathogénie des nématodes du bananier, de vérifier si la variabilité de comportement des rejets due au recépage avait une influence sur le parasitisme.

Des travaux concernant l'incidence de la coupe de la partie aérienne d'une plante sur la biologie des parasites sont déjà connus ; ainsi CADET et al., (1975) constataient que la défoliation mécanique instantanée de plants de riz, induit dans les racines un développement différentiel des larves d'*Heterodera oryzae* à potentialité mâle ou femelle, en faveur du premier sexe.

Après l'arrachage de bananiers dans diverses plantations, et le prélèvement de leurs racines en vue d'une étude nématologique, nous avons constaté que, quelque soit le traitement nématicide appliqué et le type de sol sur lesquels étaient installées les plantations, un facteur, lié aux techniques culturales, avait une influence positive sur le développement de la population de nématodes, et sur celui du système racinaire : il s'agit de l'oeilletonnage. Cette pratique représente en fait le recépage, au niveau du sol, des rejets en surnombre apparaissant sur la souche, afin de conserver le pied porteur du fruit et un seul rejet fils, futur porteur.

Trois questions ressortent de ces observations et nous espérons mieux comprendre les problèmes qu'elles soulèvent :

- quelle est l'influence de l'oeilletonnage sur le développement total du bananier et de chacun des rejets recépés ou pas ?

- quelle est l'influence de l'oeilletonnage sur l'évolution de la population de nématodes ? Est-elle liée avec la modification du système racinaire ?

- quelle est l'influence de la nature (c'est-à-dire choix du rejet successeur) et de la période de l'oeilletonnage sur la population de nématodes ? La réponse à cette question pourrait apporter un remède, temporaire, pour la lutte contre les nématodes du bananier, en retardant leur développement.

Il nous a paru nécessaire, dans un premier temps, d'observer sur quelques bananiers très peu infestés, l'effet d'un oeilletonnage sur leur développement.

Parmi les différents organes, nous étudierons particulièrement la physiologie du rejet axial. Par définition, c'est le rejet qui apparaît sur le pied-porteur à l'opposé de son attache sur le pied mère. Il est reconnu comme étant plus vigoureux que les autres. Cette étude nous permettra de faire le lien avec le problème posé par la nature de l'oeilletonnage.

Dans un deuxième essai, nous avons suivi l'influence de la coupe des rejets de bananiers sur la dynamique des populations des nématodes ainsi que sur la croissance racinaire. Cette étude fut faite sur chacun des organes afin de comparer les tendances de développement entre des rejets homologues (rejets conservés de bananiers recépés ou pas) et des rejets non homologues (rejets coupés ou conservés d'un bananier recépé).

Puis dans une troisième expérience, nous avons testé l'influence d'une hormone de croissance végétale (acide 2,4-dichlorophénoxyacétique) appliquée sur la section des rejets recépés. En effet, WEBSTER et LOWE (1966) pensent qu'une telle substance aurait le pouvoir de réguler la relation hôte-parasite. Or l'effet herbicide de cette hormone utilisée à forte dose sur bananier (WRIGHT, 1959) empêche la repousse des rejets par le coeur, qui se produit après un simple recépage mécanique (GUYOT, 1958). La comparaison de ces deux techniques devrait alors montrer des variations dans les modalités du parasitisme, dépendantes de comportements physiologiques différents des rejets traités.

Enfin dans un quatrième essai, nous avons étudié l'influence de la nature et de la période de l'oeilletonnage sur les nématodes. Nous avons soulevé, précédemment le problème du choix du rejet. Dans la pratique, ce choix porte sur le rejet le plus grand. SUBRA et GUILLEMOT (1961) indiquent que dans une bananeraie jeune, ce rejet est le rejet axial dans 70 % des cas. Par la suite, sa végétation rattrapera et dépassera celle des rejets apparus précédemment; ces rejets prennent naissance autour du pied mère selon un pentagone irrégulier (LASSOUDIÈRE, 1979) et successivement dans des plans opposés (SUBRA et GUILLEMOT, 1961).

Nous comparerons donc l'incidence de divers choix de rejets fructifères. Par ailleurs, la masse racinaire du système rejettant joue un rôle important dans la végétation du pied porteur. La suppression précoce de ce système ne serait pas avantageuse. Nous nous sommes alors posés la question de la date d'oeilletonnage.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Mise en oeuvre de la technique de l'oeilletonnage

Des souches de bananiers "Poyo", sur lesquelles seules les ébauches de rejets sont conservées, ont été plantées sur un sol sableux. Deux mois après cette plantation, le plus grand des rejets de première génération (1Y) apparus autour de chaque souche ou pied-mère (PM) est retenu comme futur pied porteur du fruit; ses frères ont été coupés à la base de leur pseudotrunc (1YØ). Le recépage des rejets est entretenu tous les mois pour empêcher leur repousse du coeur. Il en est de même après la sortie des rejets de deuxième génération (2Y) autour du rejet 1Y sélectionné (Fig. 1).

2.2. Influence de l'oeilletonnage et du choix du rejet maintenu sur la croissance de bananiers très peu parasités

Techniquement, nous disposons de 30 bananiers très peu parasités (< 1 nématode/g d'écorce), plantés en buses de 1 m³ contenant de la terre stérilisée au bromure de méthyle (= 55 g/m³). Dix bananiers n'ont jamais été oeilletonnés (témoins), les 20 autres l'ont été en sélectionnant le rejet le plus grand pour 10 d'entre eux et le rejet axial pour les dix autres (Photo 1).

2.3. Influence de l'oeilletonnage sur la croissance racinaire et le parasitisme de bananiers très infestés

En vue de l'étude nématologique, les prélèvements de racines et d'écorce du rhizome, tissus parasités par *Radopholus*, *Helicotylenchus* et *Meloidogyne* (BLAKE, 1972), ont été effectués selon la technique de QUENEHERVE et CADET (1982, Fig. 2). Après l'extraction des nématodes (SEINHORST, 1950, Fig. 3), nous avons pu établir les courbes de fluctuation mensuelles des taux cumulés des populations de *Radopholus similis* (THORNE, 1949) et d'*Helicotylenchus multicainctus* (GOLDEN, 1956). Les mesures ont été faites sur chaque organe du bananier (PM, 1Y, 1YØ, 2YØ). L'obtention des larves de *Meloidogyne* spp. après aspersion des racines nous a renseigné sur l'infestation potentielle des racines par ce parasite.

Enfin, l'extraction des nématodes du sol (SEINHORST, 1962) nous a permis d'évaluer la fluctuation de ces parasites dans ce milieu.



Photo 1 : Aspect chevelu des racines d'un rejet de 1er cycle âgé de trois semaines issu d'une souche très peu parasitée (< 1 nématode/g d'écorce).

Parallèlement à l'étude nématologique, nous avons suivi l'évolution mensuelle de critères agronomiques racinaires (section des racines et densité de racines par rhizome) mesurés sur chaque organe.

Ces bananiers ont été comparés à d'autres qui n'ont subi aucun traitement de coupe.

L'essai a été mené jusqu'à la récolte du fruit du rejet 1Y sélectionné.

2.4. Incidence de l'application d'une hormone de croissance

Pour cette expérience nous avons suivi le même protocole que pour la précédente. Mais, outre le simple recépage mécanique des rejets, nous avons appliqué sur leur section une pâte de paraffine contenant une dose herbicide de 3.10^{-3} M d'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique (2,4-D), qui empêche la repousse du cœur des rejets coupés (Photo 2). Les mesures ont porté sur le PM et les rejets de première génération et ont été comparées à celles obtenues sur des bananiers recépés mécaniquement.

2.5. Incidence du choix du rejet sélectionné et de la date de l'oeilletonnage

Dans cet essai, nous avons étudié trois situations :

- oeilletonnage au 2e mois, dont le rejet axial (YA_x),
- oeilletonnage au 2e mois avec maintien du rejet axial,
- oeilletonnage au 6e mois (en préfloraison) avec maintien du plus grand rejet qui, à cette époque est l'axial.

Le rejet axial était repéré à l'opposé du point d'attache du pied-mère sur l'ancienne souche.

3. RÉSULTATS

Les figures sont situées en annexe.

3.1. Influence de l'oeilletonnage et du choix du rejet maintenu sur la croissance de bananiers très peu parasités

L'observation de la croissance des bananiers (Fig. 4) montre que l'oeilletonnage favorise une accélération de la pousse du rejet maintenu. D'autre part, les bananiers oeilletonnés, et dont le rejet axial a été maintenu, ont produit leur fruit de 1er cycle un mois et demi environ avant ceux dont le rejet axial a été coupé.

Il apparaît donc que l'oeilletonnage a peu d'influence sur le développement du système racinaire du bananier, mais agit sur sa physiologie en favorisant une dominance du rejet maintenu, dominance qui est encore accentuée dans le cas du rejet axial.

3.2. Influence de l'oeilletonnage sur la croissance racinaire et le parasitisme de bananiers très infestés

Ici, nous avons pu comparer statistiquement entre eux des bananiers très parasités non oeilletonnés et oeilletonnés.

3.2.1. Influence sur les critères agronomiques

- a) Rendement (Fig. 5) : concernant l'effectif des régimes à la récolte et le poids récolté, il n'y a pas de différence entre les parcelles oeilletonnées mécaniquement et les parcelles non oeilletonnées. De plus, la période de récolte est identique pour les deux traitements.
- b) Section des racines, densités de racines par bulbe et diamètre des bulbes (Fig. 6, 7 et 8) : sur des rejets homologues, il n'est apparu aucune différence significative entre les deux traitements sur la section et la densité ; entre un rejet et son frère oeilletonné (1Y-1Y0 et 2Y-2Y0), la section ne varie pas mais la densité ainsi que le diamètre restent inférieurs dans le second cas.



A



B

Photo 2 : Aspects de rejets de 1er cycle oeilletonnés (1YØ)
mécaniquement (A= repousse du coeur) ou chimiquement (B).

D'autre part, ces paramètres sont constants dans le temps : il n'y a donc pas d'influence de la pluviométrie ou du stade végétatif du bananier.

3.2.2. Incidence sur les populations de nématodes

a) *Radopholus* (Fig. 9)

De façon générale, la vitesse de croissance des populations, ainsi que les taux d'infestation, augmentent avec les générations successives d'organes, quelque soit le traitement et le tissu considéré.

A la plantation, *Radopholus* était absent dans le sol ; il a donc été apporté par l'écorce du PM. Or, dans ce tissu, au moment du recépage, quelques individus seulement y sont décelables. La population reste très faible et demeure inchangée après le recépage des rejets fils. Par contre, il apparaît une faible multiplication dans les racines du PM nouvellement formées ; mais elle n'est pas sensible au recépage des rejets fils.

Sur le rejet de premier cycle sélectionné (1Y) d'un bananier recépi, on peut constater un accroissement de la population dans l'écorce, par rapport aux rejets homologues d'un bananier non recépi. Par contre, dans les racines si les taux d'infestation sont plus faibles, la vitesse de croissance de la population est inchangée, ce qui dénote un simple retard de développement. D'autre part, sur un bananier recépi, la coupe des rejets 1Y en surnombre entraîne un ralentissement de l'infestation dans l'écorce de ces rejets ; elle a un effet dépressif sur leur infestation racinaire.

Au niveau des rejets de deuxième génération (2Y), l'infestation racinaire, selon les traitements, est comparable à celle des rejets-mère 1Y : pas de différence entre deux rejets conservés de deux bananiers ayant subi des traitements différents, et baisse de l'infestation sur les rejets coupés d'un bananier recépi. Pour l'écorce, comme pour les organes de première génération, l'infestation du rejet sélectionné d'un bananier recépi est supérieure à celle des rejets homologues d'un bananier non recépi. Par contre, la coupe des rejets 2Y en surnombre entraîne une forte augmentation de la population dans leur écorce ; il apparaît alors une contradiction entre le comportement, envers *Radopholus*, des rejets 1Y \emptyset sur lesquels le développement du nématode est freiné, et les rejets 2Y \emptyset .

Remarquons que, quelque soit le tissu parasité, l'influence du recépage sur les populations de nématodes n'est pas immédiate ; elle se fait sentir deux à trois mois après. De plus, nous observons, sur les rejets 1Y et 2Y, que les courbes de dynamique de populations cumulées suivent une fonction sigmoïde dont les changements de pente coïncident avec deux dates précises de la végétation du bananier, à savoir la floraison et la récolte du fruit du rejet 1Y sélectionné ; ce qui veut dire que la population de *Radopholus*, globalisée au pied d'un bananier, croît en préfloraison, se stabilise pendant la période de maturation du fruit, et, baisse après la récolte.

b) *Helicotylenchus* (Fig. 9)

Globalement, les taux d'infestation racinaire sont supérieurs à ceux de l'écorce des rhizomes correspondants et diminuent au fur et à mesure des générations successives d'organes.

Dans notre expérience, *Helicotylenchus multisetus*, absent dans le sol à la plantation des souches, a été apporté par l'écorce des PM. A la date du recépage, le taux de parasitisme dans ce tissu est très faible, et reste inchangé si le bananier n'est pas recépi ; dans le cas contraire (coupe des rejets fils), la population augmente fortement, dans les racines nouvellement émises par cet organe.

Au niveau des rejets 1Y et 2Y, l'infestation de l'écorce est faible et leur recépage n'y entraîne pas de modification significative du développement des populations.

Dans les racines, la coupe des rejets en surnombre provoque une croissance de la population sur le rejet sélectionné, et, encore plus intense, sur les rejets frères coupés.

On en déduit donc une différence de comportement du PM et des rejets recépés vis-à-vis de *Radopholus* et d'*Helicotylenchus*.

	BANANIER NON RECEPE	BANANIER RECEPE	
RADOPHOLUS	PM	- Faibles populations dans les racines et l'écorce	- Pas de variation des populations
	1Y	- croissance des populations dans les racines et l'écorce	- Pas de différence dans les racines mais augmentation accrue dans l'écorce.
	1YØ	_____	- Pas de différence dans les racines mais diminution dans l'écorce.
	2Y	- idem 1 Y	- idem 1 Y
	2YØ	_____	- Diminution des populations dans les racines mais augmentation encore plus importante dans l'écorce.
HELICOTYLENCHUS	PM	- Faibles populations dans l'écorce - Augmentation des populations dans les racines	- Développement dans l'écorce - Augmentation accrue dans les racines
	1Y	- Faibles populations dans les racines et l'écorce.	- Légère augmentation dans les racines - Pas de modification dans l'écorce
	1YØ	_____	- Augmentation accrue dans les racines et l'écorce.
	2Y	- idem 1 Y	- Pas de variation des populations
	2YØ	_____	- Augmentation très importante dans les racines et moindre dans l'écorce.

Tableau récapitulatif sur l'influence du recépage sur les populations de *Radopholus* et d'*Helicotylenchus* au niveau de chaque organe.

Remarquons à nouveau le retard de la réponse au recépage, de l'ordre de deux à trois mois, selon les organes.

Dans le sol (Fig. 11), les populations croissent dans le temps, mais indépendamment du traitement subi par les rejets.

c) *Meloidogyne* (Fig. 10)

Sur le PM, la population infestante est inchangée après le recépage de ses rejets fils.

Le développement de *Meloidogyne* est formé au niveau de tous les rejets 1Y, qu'ils soient oeilletonnés ou pas.

Par contre, le recépage entraîne une augmentation considérable de l'infestation du sol (Fig. 11).

Dans ce cas (oeilletonnage mécanique seul), il n'apparaît pas d'influence nette des stades végétatifs du bananier ; par contre la réponse à l'oeilletonnage est immédiate.

	PLANTATION		FLORAISON 1er CYCLE		RECOLTE 1er CYCLE		
	∇	Ø des 1Y	∇	Ø des 2Y	∇		
PM		0 0 ↑		0 ↑ →		0 ↓ →	<i>Rado.</i> écorce <i>Helico.</i> racines <i>Meloid.</i> racines
1Y		→ o ↑		→ ↑ →		→ ↑ →	<i>Rado.</i> écorce <i>Helico.</i> racines <i>Meloid.</i> racines
1YØ		→ o ↑		→ ↑ →		→ ↓ →	<i>Rado.</i> écorce <i>Helico.</i> racines <i>Meloid.</i> racines
2Y		o o		o o		→ o	<i>Rado.</i> écorce <i>Helico.</i> racines
2YØ		o o		o o		→ o	<i>Rado.</i> écorce <i>Helico.</i>

Tableau récapitulatif des variations de développement des populations de nématodes.

- o = population très faible
- ↑ = population croissante
- ∇ = oeilletonnage
- = population constante
- ↓ = population décroissante

3.3. Influence de l'application du 2,4-D sur la section des rejets

Après le premier recépage, et le traitement hormonal des rejets en surnombre, nous n'avons pas observé la repousse du coeur de ces rejets. De ce fait, cette manipulation n'a pas été entretenue mensuellement comme dans l'expérience précédente et les rejets coupés ont donc reçu une seule application d'hormone.

3.3.1. Influence sur les critères agronomiques

- a) Rendement (Fig. 5) : l'oeilletonnage au 2,4-D augmente le rendement et diminue l'étalement de la récolte.
- b) Section des racines, densité de racines par bulbe et diamètre des bulbes (Fig. 6,7 et 8) : par rapport à un oeilletonnage mécanique simple, l'oeilletonnage chimique n'entraîne pas de modification des critères racinaires ni du diamètre des bulbes.

3.3.2. Incidence sur les populations de nématodes

- a) Radopholus (Fig. 12)

Au niveau du PM, l'infestation faible des racines et de l'écorce n'est pas modifiée par l'apport de l'hormone sur les rejets fils coupés (1Y ϕ).

Sur les rejets sélectionnées (1Y), le 2,4-D n'a pas d'influence sur la dynamique de l'infestation racinaire, mais il ralentit le développement du parasitisme dans l'écorce.

Par contre, il induit une prolifération de *Radopholus* dans les tissus des rejets 1Y recépés et traités.

- b) Helicotylenchus (Fig. 12)

Quelque soit le tissu parasité, l'hormone agit au niveau de tous les organes en retardant le développement des populations d'*Helicotylenchus* pendant deux à trois mois. Après cette période, les taux d'infestation remontent au niveau de ceux qui existent sur les organes d'un bananier simplement-recépage.

Dans le sol, (Fig. 11) la population est plus importante que dans le cas d'un oeilletonnage mécanique.

- c) Meloidogyne (Fig. 10)

Si l'application de l'hormone n'apporte pas de modification particulière au niveau des racines du PM, elle entraîne une augmentation du taux d'infestation potentielle sur les racines des rejets 1Y, coupés et traités.

Dans le sol (Fig. 11), les taux d'infestation sont comparables à ceux du sol prélevé au pied de bananiers non oeilletonnés.

3.4. Influence du choix du rejet sélectionné et de la date de l'oeilletonnage

Au vu des résultats précédents qui nous laissent entrevoir l'existence de relations entre la plante et son parasite, nous nous sommes demandés si la variabilité physiologique des rejets (rejets axiaux d'une part, et rejets frères d'autre part) ne pouvait aussi avoir une incidence particulière sur le développement des nématodes ; cela amenait donc la question du choix du rejet. Mais, comme ce choix demeure équivoque tant que l'individualisation et le dépassement du rejet axial sur ses rejets frères ne sont pas certains, cela posait en même temps le problème du moment de l'oeilletonnage.

C'est pourquoi, ne désirant nullement mettre en oeuvre un essai agronomique, nous avons voulu comparer d'un point de vue nématologique trois situations extrêmes : oeilletonnage précoce avec le rejet axial maintenu ou coupé et oeilletonnage tardif en préfloraison, date à laquelle le rejet axial est facile à repérer (c'est le plus grand).

Dans cet essai, le parasite principal était *Radopholus*, *Helicotylenchus* et *Meloidogyne* étant pratiquement absents.

Nous constatons (Fig. 13 A) que *Radopholus* se développe sur tous les types d'organes et même plus sur les rejets oeilletonnés, ce qui paraît en contradiction avec les résultats précédents (cf. § 3.2.2.)

Par ailleurs, il apparaît évident qu'un oeilletonnage précoce entraîne une augmentation rapide des populations de nématodes dans l'écorce tous organes confondus (Fig. 13 B) ; l'oeilletonnage du rejet axial met le bananier dans la plus mauvaise situation.

3.5. Conséquences de l'oeilletonnage sur les déplacements des nématodes - Comparaison avec l'oeilletonnage chimique

L'observation et la comparaison des dynamiques de populations de nématodes (fluctuations non cumulées) parasitant des bananiers oeilletonnés mécaniquement ou chimiquement (2,4-D) nous ont amené à schématiser les migrations possibles et les foyers de multiplication de ces nématodes au pied des bananiers.

3.5.1. Oeilletonnage mécanique (Fig. 14)

L'essai a été installé sur un terrain dépourvu de *Radopholus* et d'*Helicotylenchus*. Ils se trouvent donc dans l'écorce du PM, à la plantation.

- a) après la plantation : *Radopholus* s'épuise dans le PM et parasite les rejets fils. *Helicotylenchus* continue à se développer et parasite les racines voisines (PM et rejets fils).
- b) après l'oeilletonnage des rejets 1Y : *Radopholus* se maintient dans l'écorce du rejet 1Y fructifère et s'épuise dans les rejets 1YØ ; puis il parasite les rejets petits fils 2Y (surtout l'écorce). *Helicotylenchus* parasite tous les organes (surtout les racines) et se maintient sur les rejets 1YØ.
- c) après l'oeilletonnage des rejets 2Y : *Radopholus* se maintient dans l'écorce des organes, y compris celle des rejets 2YØ (à cause de sa liaison avec l'organe 1Y). *Helicotylenchus* quitte les organes dévitalisés, qui n'ont plus de racines, vers les autres organes.
- d) après la coupe du rejet 1Y fructifère pour la récolte de son fruit : *Radopholus* s'épuise dans cet organe ainsi que les 2YØ attenants, se maintient dans l'écorce du 2Y et parasite les rejets 3Y (surtout l'écorce). *Helicotylenchus* se maintient dans les racines de tous les organes.

Tout se passe comme si *Radopholus* avait une génération d'avance (au point de vue localisation sur *Helicotylenchus*).

3.5.2. Oeilletonnage chimique (Fig. 15)

La différence avec le traitement précédent est la maintenance de *Radopholus* sur les rejets 1Y oeilletonnés au 2,4-D jusqu'à la disparition du PM et sur les rejets 2Y oeilletonnés au 2,4-D après la coupe du pied 1Y fructifère. Le parasitisme par *Helicotylenchus* n'est pas géographiquement modifié.

3.5.3. Cas de *Meloidogyne*

A la plantation, ce nématode se trouvait dans le sol. Son parasitisme strictement géographique n'évolue pas dynamiquement dans l'espace et l'oeilletonnage, mécanique ou chimique, n'a qu'une action locale sur la multiplication du parasite. L'incidence de l'oeilletonnage sur *Meloidogyne* ne semble être que d'ordre quantitatif et il n'apparaît pas, pour ce nématode, de phénomènes "d'attraction" comparable à *Radopholus* (vers les organes actifs) et à *Helicotylenchus* (sur les organes déperissants).

4. DISCUSSION

4.1. Incidence de l'oeilletonnage sur les critères agronomiques de la croissance du bananier

L'observation de la croissance de bananiers très peu parasités (Fig. 4), montre l'avantage de l'oeilletonnage et du choix du rejet conservé comme technique d'amélioration des rendements en fruits. La coupe des rejets en surnombre favorise le développement du rejet fructifère conservé et raccourcit par conséquent le cycle végétatif du bananier en diminuant les intervalles "plantation-floraison" et "floraison-coupe" (VILARDEBO et al., 1972).

En présence d'un taux de parasitisme important, nous n'avons décelé aucune différence significative des critères de croissance racinaire entre deux organes homologues appartenant à deux bananiers qui ont subi des traitements différents ; d'autre part, sur un bananier recépi (avec ou sans 2,4D), l'arrêt d'émission racinaire sur les rejets étêtés est compensé par un accroissement plus important du diamètre du rhizome et du nombre des racines du rejet sélectionné (sa densité de racines restant constante) ; on en a déduit que le système racinaire global du bananier n'est pas modifié par la coupe des rejets, suivie ou pas de l'application de 2,4D.

Par ailleurs, l'oeilletonnage mécanique n'apporte pas d'augmentation de rendement (Fig. 5) ; nous pouvons lever la contradiction avec l'observation précédente (cf. 3.2.1) en disant que le bénéfice du rendement dû à l'oeilletonnage est annulé par la perte due à la pression de parasitisme.

4.2. Incidence de l'oeilletonnage sur les populations de nématodes

Nous observons des tendances différentes de la multiplication des différentes espèces de nématodes ; la relation directe "croissance du système racinaire-développement parasite" est donc dépassée. De plus, le parasitisme de l'écorce par *Radopholus* et sa sensibilité au recépage sortent évidemment du cadre de la simple comparaison avec le système racinaire.

Donc, sans pour autant négliger la relation quantitative qui doit exister entre le volume racinaire et la taille de la population infestante, nous pouvons définir trois composantes du bananier au niveau desquelles des différences de comportements entre *Radopholus*, *Helicotylenchus* et *Meloidogyne* se font sentir.

- a) la nature du tissu qu'ils parasitent,
- b) l'activité physiologique du tissu infesté,
- c) le stade végétatif du rejet actif fructifère.

Les premières observations présentent *Helicotylenchus* et *Meloidogyne* comme des nématodes essentiellement racinaires. Par contre, *Radopholus* parasite autant l'écorce que les racines ; mais le développement de ce nématode étant plus sensible au recépage dans l'écorce que dans les racines, on en déduit que les modalités du parasitisme dans l'écorce sont particulières et que la relation hôte-parasite y est intense.

La différence de comportement entre les nématodes réside aussi dans l'état d'activité des tissus qu'ils infestent. Nous avons d'abord remarqué que, pour *Radopholus*, les taux d'infestation croissent avec les générations successives d'organes, c'est-à-dire avec la juvénilité des tissus, et décroissent pour *Helicotylenchus*. De plus, le développement d'*Helicotylenchus* est favorisé par un état d'affaiblissement physiologique des organes : le recépage des rejets en surnombre entraîne une déstabilisation passagère de l'ensemble du bananier ; cette courte période induit la multiplication globale des populations d'*Helicotylenchus* dans les racines des organes (même du rejet 1Y sélectionné), assortie d'un taux croissant avec l'inactivité des organes : (le PM et les rejets recépés). Quand un pâte au 2,4D est appliquée sur les rejets coupés, l'hormone maintient temporairement la physiologie de leurs racines puis s'y épuise, ce qui se traduit par un retard de développement des populations d'*Helicotylenchus*. Cette influence, observée au niveau de tous les organes prouve la migration de l'effet hormonal depuis les organes traités vers les organes voisins (TEISSON, 1970).

Au contraire, les populations de *Radopholus* s'épuisent dans les organes en voie de disparition elles sont très faibles au niveau du PM et chutent dans les rejets 1Y ϕ rattachés au PM mourant. Le cas des rejets 2Y ϕ est différent (cf. § 3.2.2.) car ces rejets sont toujours en relation avec le rejet 1Y conservé à partir duquel ils puisent leurs ressources (TEISSON, 1970) ; c'est pourquoi *Radopholus* s'y

développe, malgré la coupe. Dans le même sens, ce nématode se multiplie abondamment sur les rejets sélectionnés, d'autant plus que leur croissance est stimulée par le recépage des rejets frères ; le 2,4D, qui maintient l'activité des rhizomes des rejets recépés et traités, y rétablit le développement de *Radopholus*. Mais cette action stimulante ne se fait pas sentir au niveau des autres organes ; elle a même un effet répressif dans l'écorce du rejet frère conservé (fig.12).

Les résultats obtenus au cours de l'expérience sur le choix des rejets recépés et la date de l'oeilletonnage ne nous permettent pas de résoudre le problème : les taux de population mesurés sont assez faibles et les différences de niveau ne peuvent être considérées comme significatives. De plus ces mesures ont été réalisées avant la période de floraison des bananiers, date avant laquelle l'influence de l'oeilletonnage ne se fait pas sentir (cf. § 3.2.2.). Mais le développement de *Radopholus*, quand il représente le seul parasite, sur les organes oeilletonnés, dont le rejet axial, indique que l'oeilletonnage précoce n'est pas "nématologiquement" avantageux.

D'un point de vue agronomique, nous avons vu (Fig. 4) que la suppression du rejet axial n'était pas souhaitable ; donc la question du choix du rejet est très claire et nous confirmons, d'un point de vue nématologique, que la maintenance du rejet axial est une nécessité. Par contre, en considérant l'éventuel retard de croissance pris par les rejets avant l'oeilletonnage (Fig. 4), il incombe aux agronomes de déterminer le moment de l'oeilletonnage, moment où ce retard serait annulé par le bénéfice de rendement dû au retard de développement des populations de nématodes.

Enfin, le parasitisme par *Meloidogyne* est sensible à l'oeilletonnage : le taux d'infestation du sol est plus important et celui des racines plus faible, ce qui indique que l'oeilletonnage ralentit la pénétration des larves dans les racines. Au contraire, l'application de l'hormone entraîne une diminution du taux d'infestation du sol et la pénétration est activée dans les racines.

L'hormone aurait-elle alors une action directe sur *Radopholus* au niveau des organes traités et une action indirecte (par l'intermédiaire d'un métabolite) sur *Helicotylenchus* et *Meloidogyne* au niveau de tous les organes ?

Pour les deux premières espèces (*Radopholus* et *Helicotylenchus*), nous avons noté que la différence de développement induite par la coupe des rejets n'est pas immédiate. Or nous avons vu précédemment que le recépage des rejets n'entraîne pas tout de suite leur nécrose mais plutôt une réaction de survie de ces rejets qui se traduit par une repousse du coeur. Alors pendant cette période d'intense activité, ces rejets ont un comportement vis-à-vis du parasitisme comparable à celui des rejets conservés ; mais l'entretien mensuel de la coupe parvient à annuler ce regain d'activité et induit enfin les différences de développement des populations de nématodes observées (Fig.9).

Par ailleurs, la dynamique des populations de *Radopholus* est influencée par des stades végétatifs du bananier. Le mécanisme de la floraison commence par la montée de la fleur dans le pseudotrunc du rejet 1Y sélectionné, depuis son rhizome ; pendant cette période, il y a arrêt d'émission racinaire. Cela confirme donc que *Radopholus* n'est pas lié à la seule physiologie racinaire mais bien plus à la physiologie aérienne ; l'activité du rhizome étant très intense en période de préfloraison, on comprend alors l'incidence sur *Radopholus* au niveau de l'écorce de ce rhizome.

D'autre part la récolte du fruit correspond en fait à un recépage du bourgeon terminal du bananier ; elle s'accompagne toujours d'un dépérissement du rejet fructifère qui se traduit par une baisse de la croissance des populations de *Radopholus* ; ce phénomène est comparable à ceux constatés sur les rejets recépés.

L'influence de ces deux stades végétatifs du rejet 1Y sélectionné au niveau des autres rejets frères et fils s'explique encore par des relations possibles entre les organes par la voie des rhizomes (TEISSON; 1970).

Enfin, comparée à la croissance sigmoïde des populations de *Radopholus* et d'*Helicotylenchus*, celle de *Meloidogyne* présente une croissance logarithmique. Or, la multiplication des larves de *Meloidogyne* est connue comme étant de type exponentiel ; cela indique donc l'existence, soit d'interactions entre les différents nématodes, soit d'une incompatibilité des trois infestations simultanées, ou enfin d'une compétition parasitaire en faveur de nématodes plus spécifiques du bananier (*Radopholus* et *Helicotylenchus*) que d'autres (*Meloidogyne*).

5 CONCLUSION

Ces expériences de recépage des rejets en surnombre sont réalisées périodiquement dans les bananeraies. Au vu de nos résultats, l'influence de cette technique culturale sur le développement des nématodes pose le problème de son incidence sur le rendement fruitier. Notre étude montre que, si la production du pied-porteur du fruit dépend de sa croissance propre, la fructification ne peut être gênée par *Helicotylenchus*, absent de ses racines et préférant parasiter les organes voisins non fructifères.

Par contre, *Radopholus* y devient plus menaçant. Mais nous avons vu qu'il est possible de "piéger" ce nématode sur les organes non fructifères par l'emploi d'une hormone de croissance ; cela ouvre une nouvelle voie pour la lutte nématologique grâce aux substances végétales naturelles qui pourraient entraîner des modifications physiologiques des tissus végétaux abritant les sites du parasitisme transitoire (racines) ou de développement (écorce) des nématodes.

Le parasitisme particulier de *Radopholus* dans l'écorce confirme l'avantage des produits nématicides systémiques sur les produits de contact, mais il est impératif que ce pouvoir systémique des produits déjà utilisés ou actuellement testés, se fasse sentir jusque dans des tissus très éloignés des points d'absorption racinaire et qui ne sont pas, histologiquement, directement en continuité avec les tissus qui pompent la matière active. De plus, partant du fait que la spécificité d'un produit nématicide vis-à-vis d'une espèce est inconcevable (nous imaginons les dégâts produits par *Meloidogyne* en l'absence de *Radopholus*), il est nécessaire d'éradiquer totalement l'ensemble des nématodes transportés par les souches ou présents dans les sols de plantation ; l'obtention de matériel végétal sain, grâce aux techniques de multiplication végétative par culture *in vitro* couplée à l'assainissement du sol représente la solution d'avenir.

Helicotylenchus et *Radopholus* ne sont pas des nématodes dont les modalités du parasitisme sont strictement géographiques : ils ne se présentent pas comme de simples parasites qui infestent des tissus situés dans leur environnement proche, mais ils "choisissent leur cible". Ainsi, *Radopholus* est activé dans les organes physiologiquement actifs et dans les organes maintenus en survie grâce à leur filiation avec un organe autonome. Cette intimité présente entre les nématodes et le bananier laisse entrevoir la complexité de leurs rapports avec la plante, complexité due à l'action régulatrice de la physiologie de la plante sur la relation hôte-parasite et à son apparente spécificité vis-à-vis de l'espèce infestante.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEUGNON, M. et CHAMPION, J., 1966.- Etude sur les racines du bananier.
Fruits, 21 (7) : 309-327.
- BLAKE, C.D., 1966.- The histological changes in banana roots caused by *Radopholus similis* and *Helicotylenchus multicinctus*.
Nematologica, 12 : 129-137.
- BLAKE, C.D., 1972.- Nematodes diseases of Banana.-
Economic Nematology, Academic Press London and New-York : 245-267.
- CADET, P., MERNY, G. et REVERSAT, G., 1975.- Facteurs affectant le déterminisme du sexe chez *Heterodera oryzae* (Nematoda : Tylenchoidea).
Cah. ORSTOM, sér. Biol., 10 (3) : 207-214.
- GOLDEN, A.M., 1956.- Taxonomy of the spiral nematodes (*Rotylenchus* and *Helicotylenchus*), and the development stages and host-parasite relationship of *R. buxophilus*, n. sp., attacking boxwood - Bull. Md Agric. Exp. Stn A-85.

GUYOT, H., 1958.- La pratique de l'oeilletonnage chimique.
Fruits, 13 (6) : 252-254.

LASSOUDIÈRE, A., 1979.- Comportement du bananier *Poyo* en second cycle.
I. Rejetonnage et multiplication végétative.
Fruits, 34 (11) : 645-658.

LASSOUDIÈRE, A., 1980.- IV. Mise en évidence d'interactions entre rejets et pied-mère et entre rejets frères.
Fruits, 35 (2) : 69-93.

LUC, M. et VILARDEBO, A., 1961.- Les nématodes associés aux bananiers dans l'Ouest Africain.
I. Espèces parasites. Dommages causés.
Fruits, 16 (5) : 205-219.

QUENEHERVE, P. et CADET, P., 1982.- Sampling problems of endoparasitic nematodes of two tropical perennial crops.
XVIIth International Congress of the European Society of Nematologists, St Andrew, Scotland.

SEINHORST, J.W., 1950.- De betekenis van de toestand van de grond voor het optreden van aanstasting door het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev).
Tijdschr. Plziekt, 56 : 291-349.

SEINHORST, J.W., 1962.- Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil.
Nematologica, 8 : 117-128.

SUBRA, P. et GUILLEMOT, J., 1961.- Contribution à l'étude du rhizome et des rejets du bananier.
Fruits, 16 (1) : 19-23.

TEISSON, C., 1970.- Conduction vers un bananier d'éléments minéraux absorbés par son rejet.
Fruits, 25 (6) : 451-454.

THORNE, G., 1949.- On the classification of the *Tylenchida*, new order (*Nematoda*, *Phosmidia*).
Proc. Helm. Soc. Wash., 16 : 39-73.

VILARDEBO, A., AUBERT, A., BEUGNON, M., MELIN, P., GUEROUT, R., LASSOUDIÈRE, A., MARTIN, P. et PINON, A.
1972.- Techniques expérimentales et progrès dans la lutte contre les nématodes en culture bananière.
Phytiatrie - Phytopharmacie, 21 : 129-139.

WEBSTER, J.M. et LOWE, D., 1966.- The effect of the synthetic plant growth substance, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid, on the host-parasitic relationships of some plant parasitic nematodes in monoxenic callus-culture.
Parasitology, 56 : 313-322.

WRIGHT, J.O., 1959.- A note on pruning of Bananas with 2,4-dichlorophenoxyacetic acid.
Trop. Agric., Trin., 36 (4) : 285.

ANNEXE

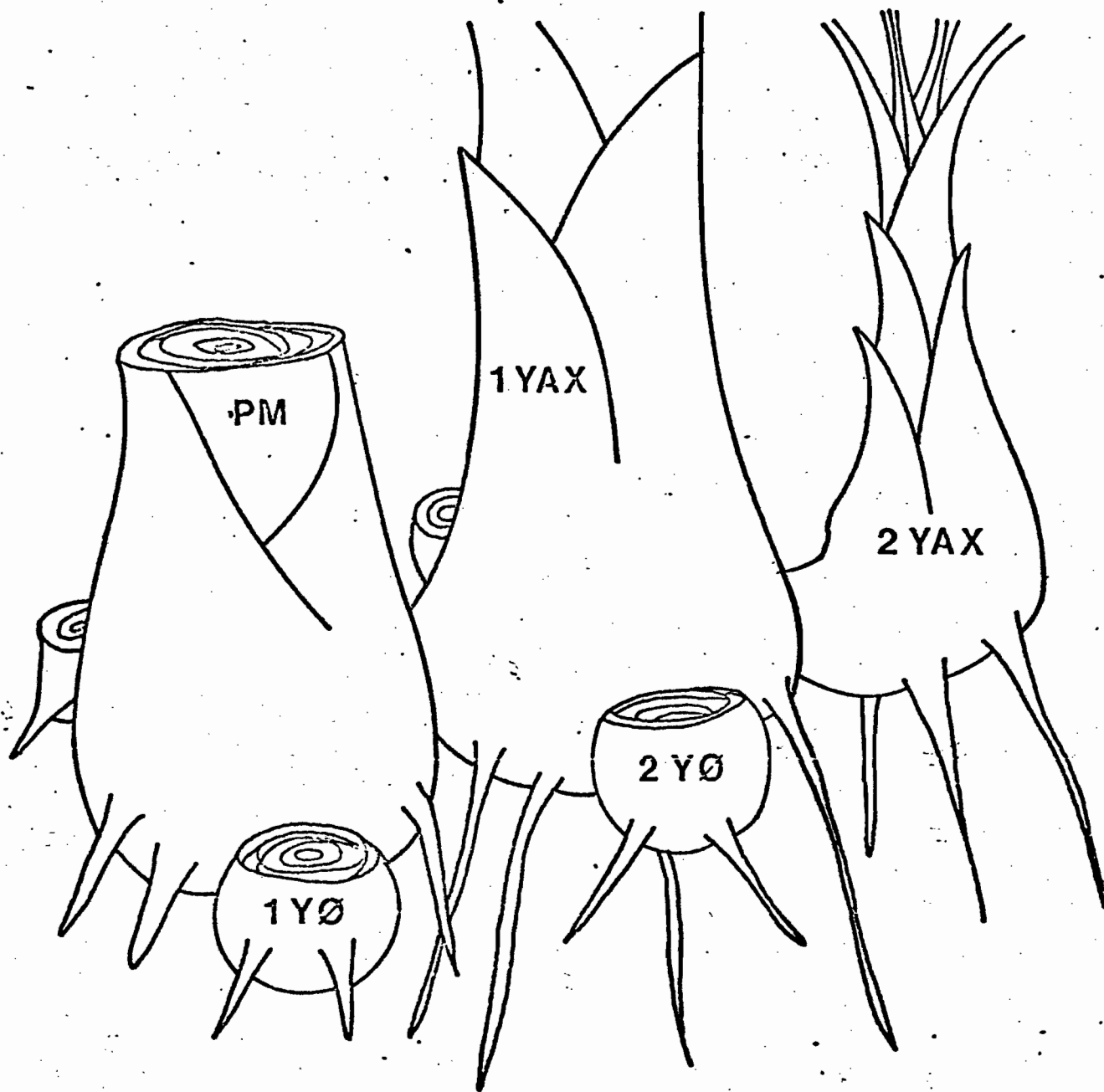


Fig. 1: Schéma de l'agencement des générations successives des rejets d'un bananier.

PM = pied-mère ; 1Y = rejet de 1^o génération ; 2Y = rejet de 2^o génération ; YAx = rejet axial ; YØ = rejet recépé.

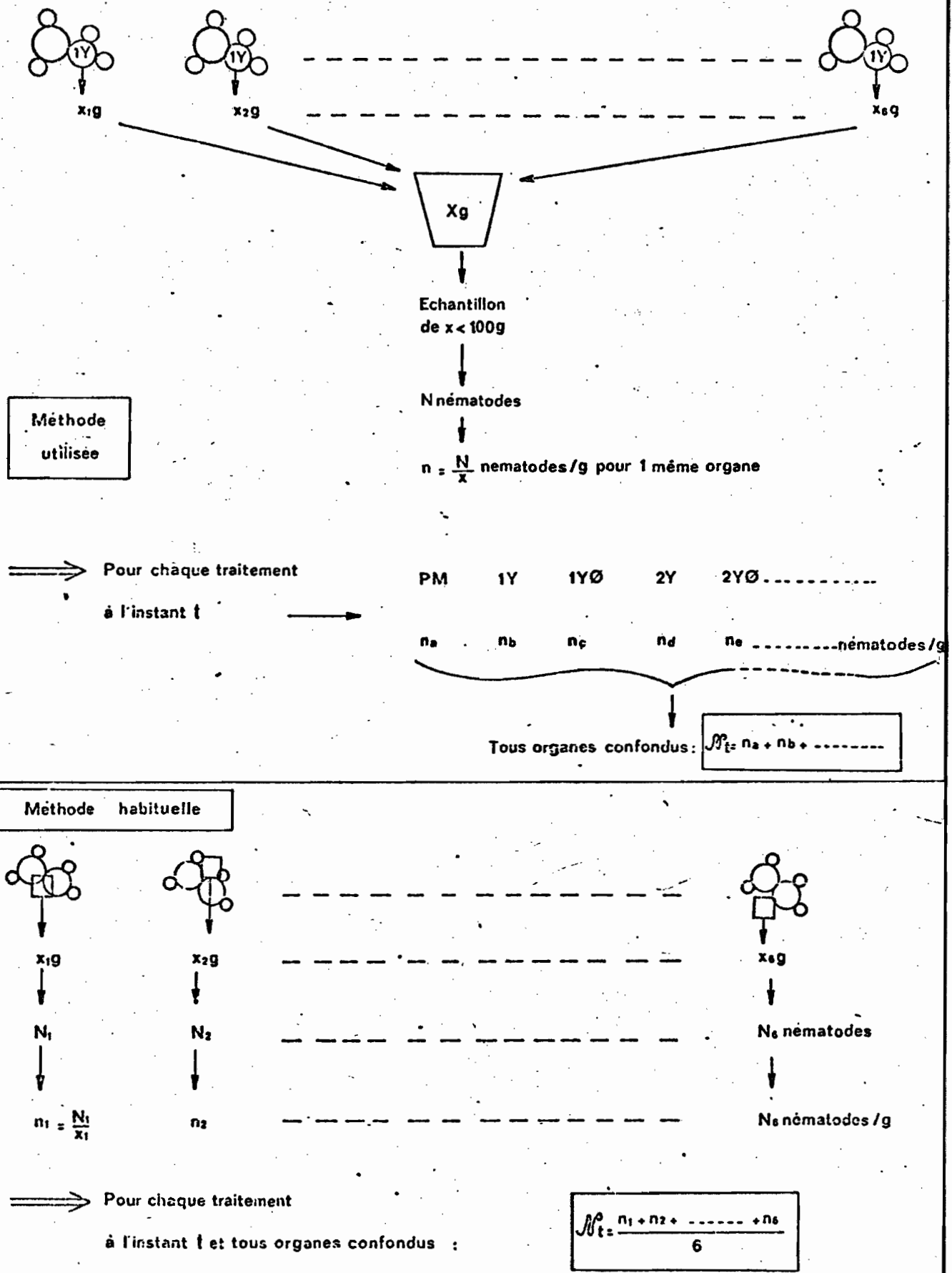


Fig. 2 : Méthodes d'échantillonnage

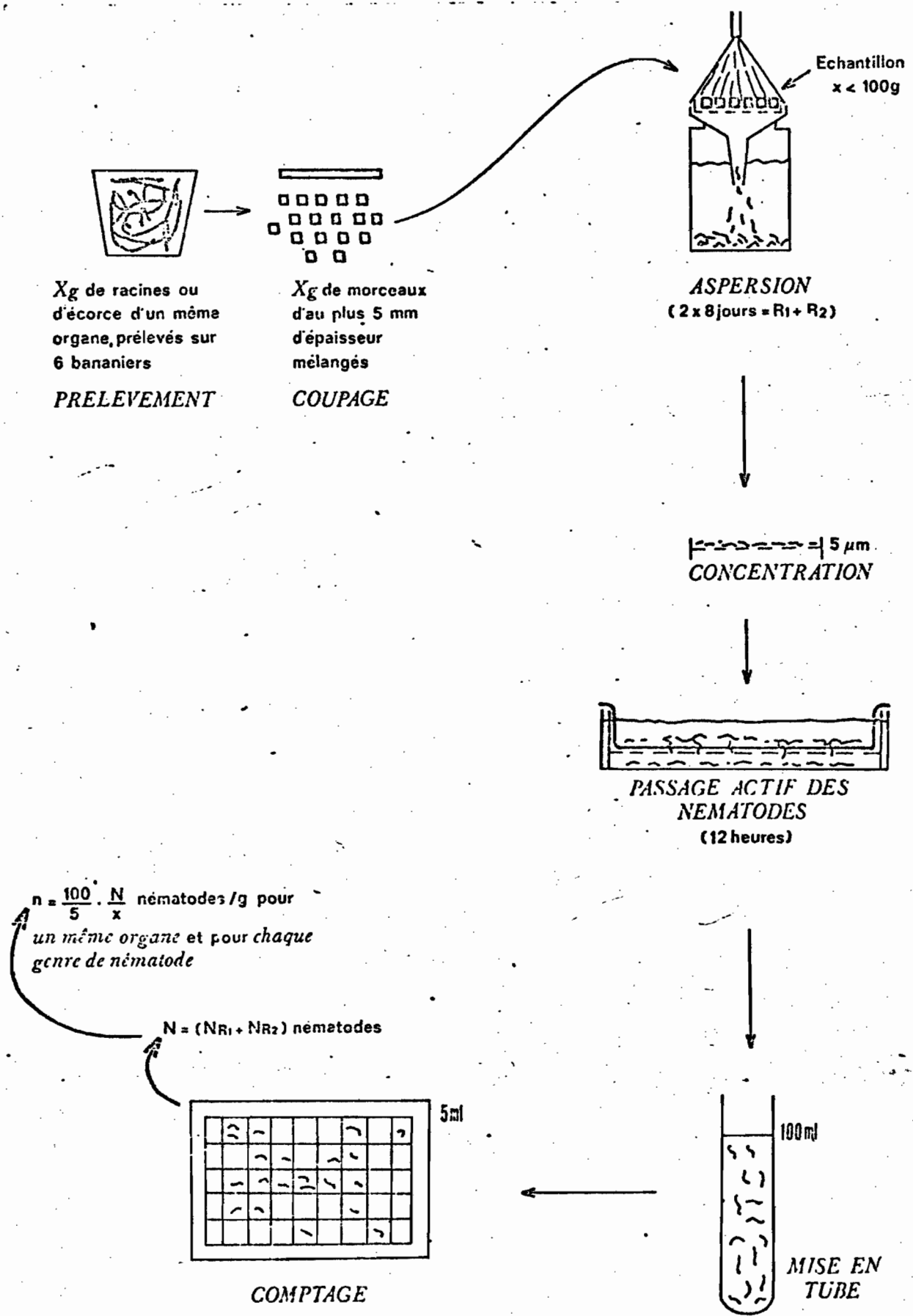


Fig. 3 : Méthode d'extraction et de comptage.

PAS D'OUILLETONNAGE

OUILLETONNAGE
DONT LE REJET AXIAL

OUILLETONNAGE,
REJET AXIAL MAINTENU



Fig. 4 : Influence d'un oeuilletonnage précoce et du choix du rejet maintenu sur des bananiers très peu infestés de nématodes (moins de 1 nématode par gramme).

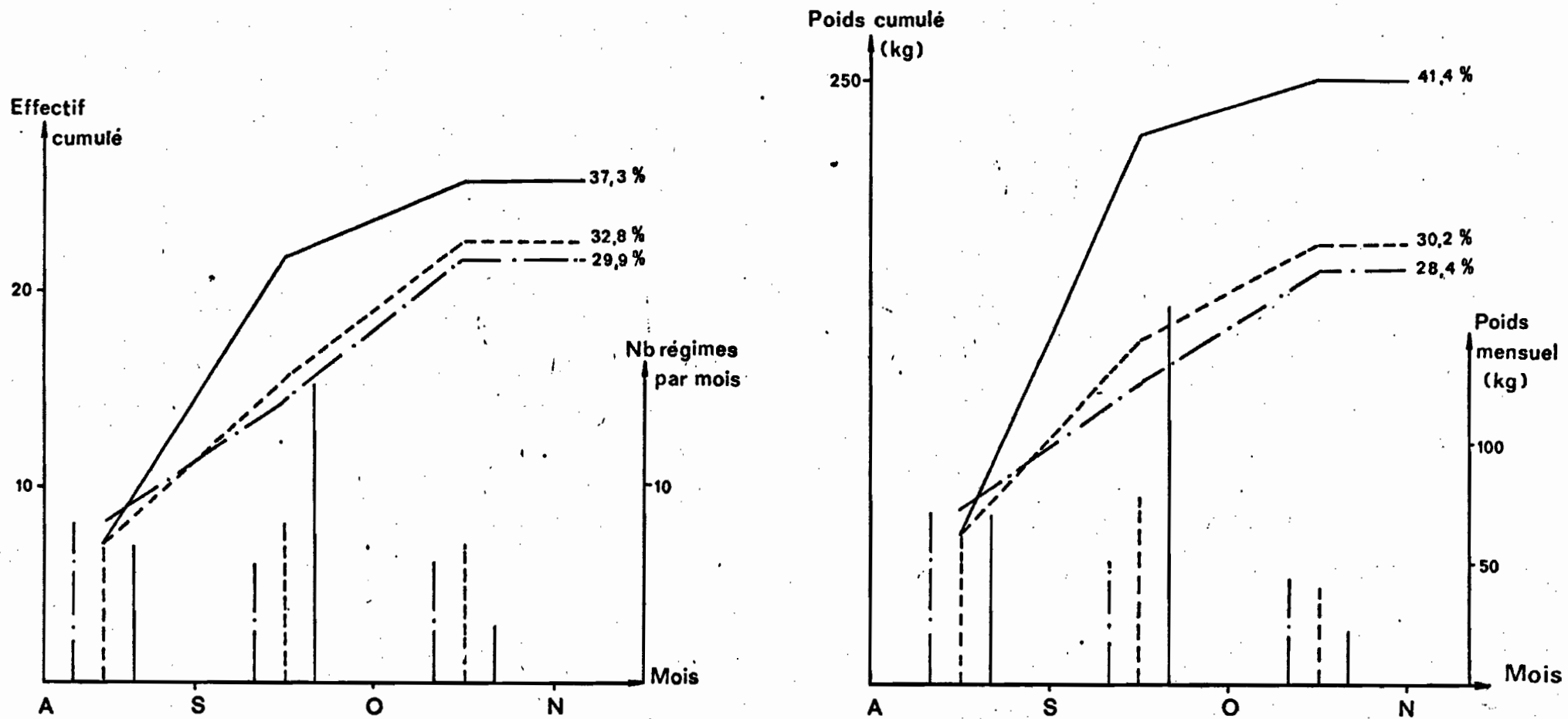


Fig.5 : Effets de l'œilletonnage sur le rendement :

- Pas d'œilletonnage
- Œilletonnage classique
- Œilletonnage chimique au 2,4D

Fig. 6 : Effets de l'oeilletonnage sur la section des racines.

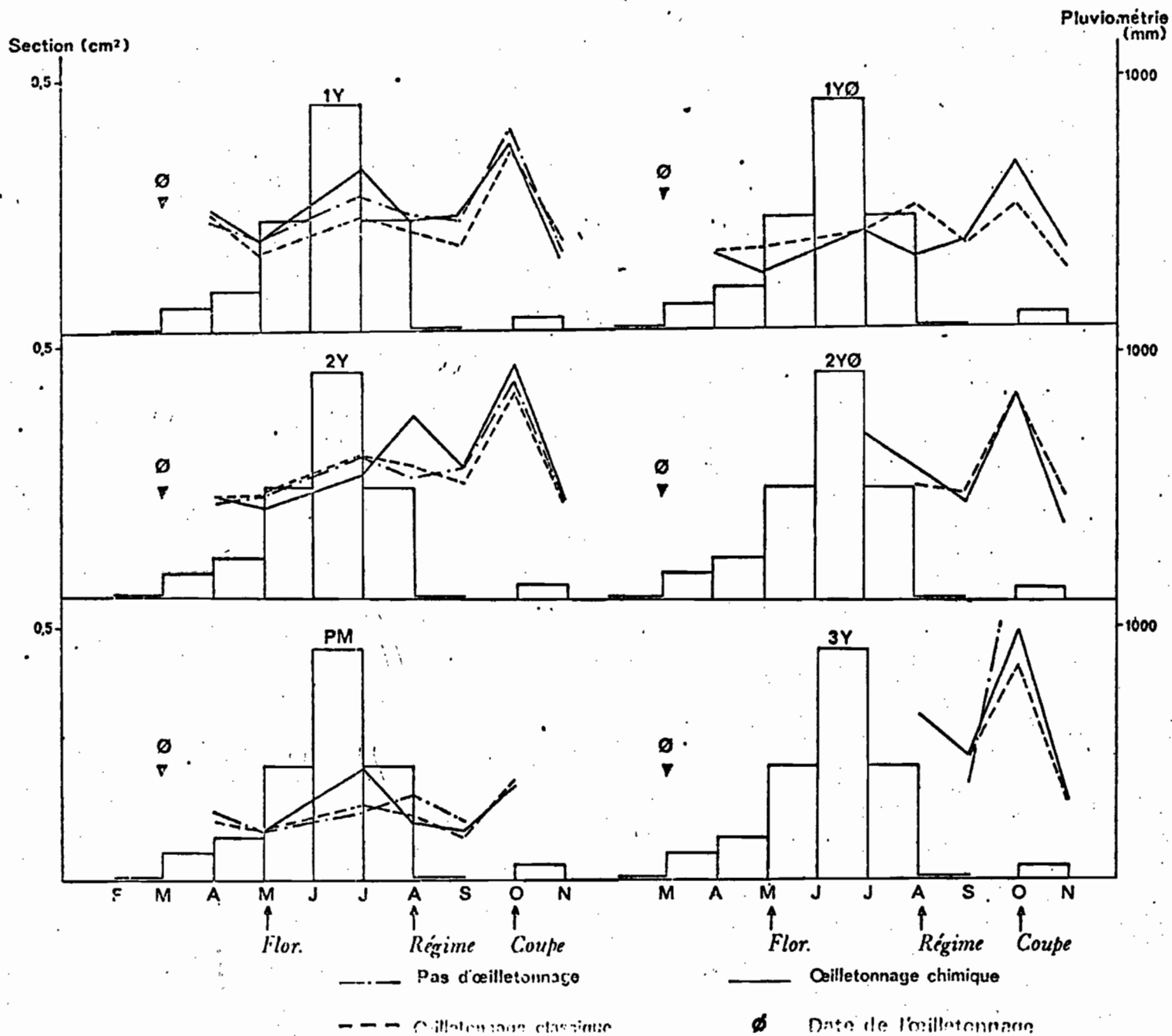
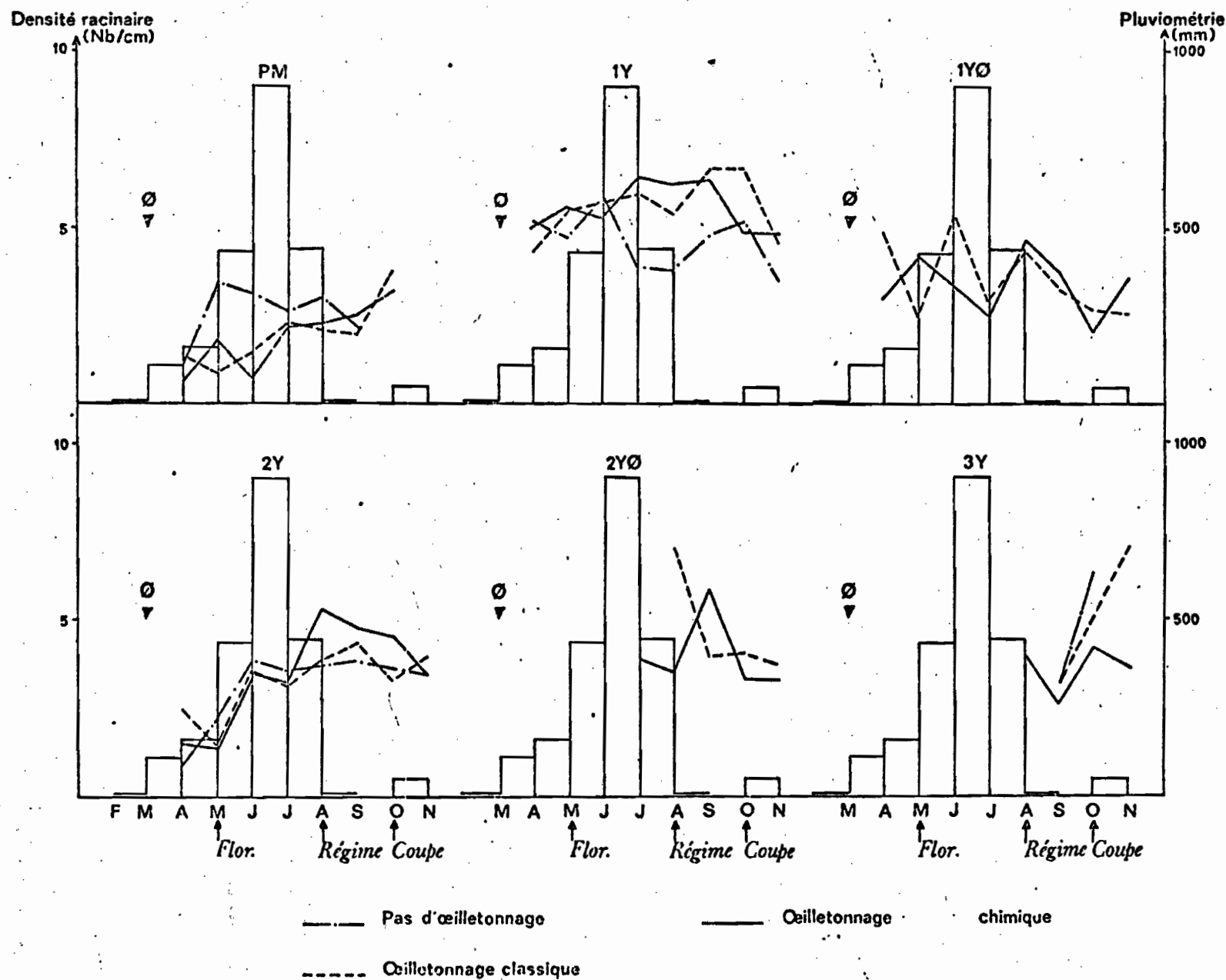


Fig. 7 : Effets de l'œilletonnage sur la densité de racines par bulbe.



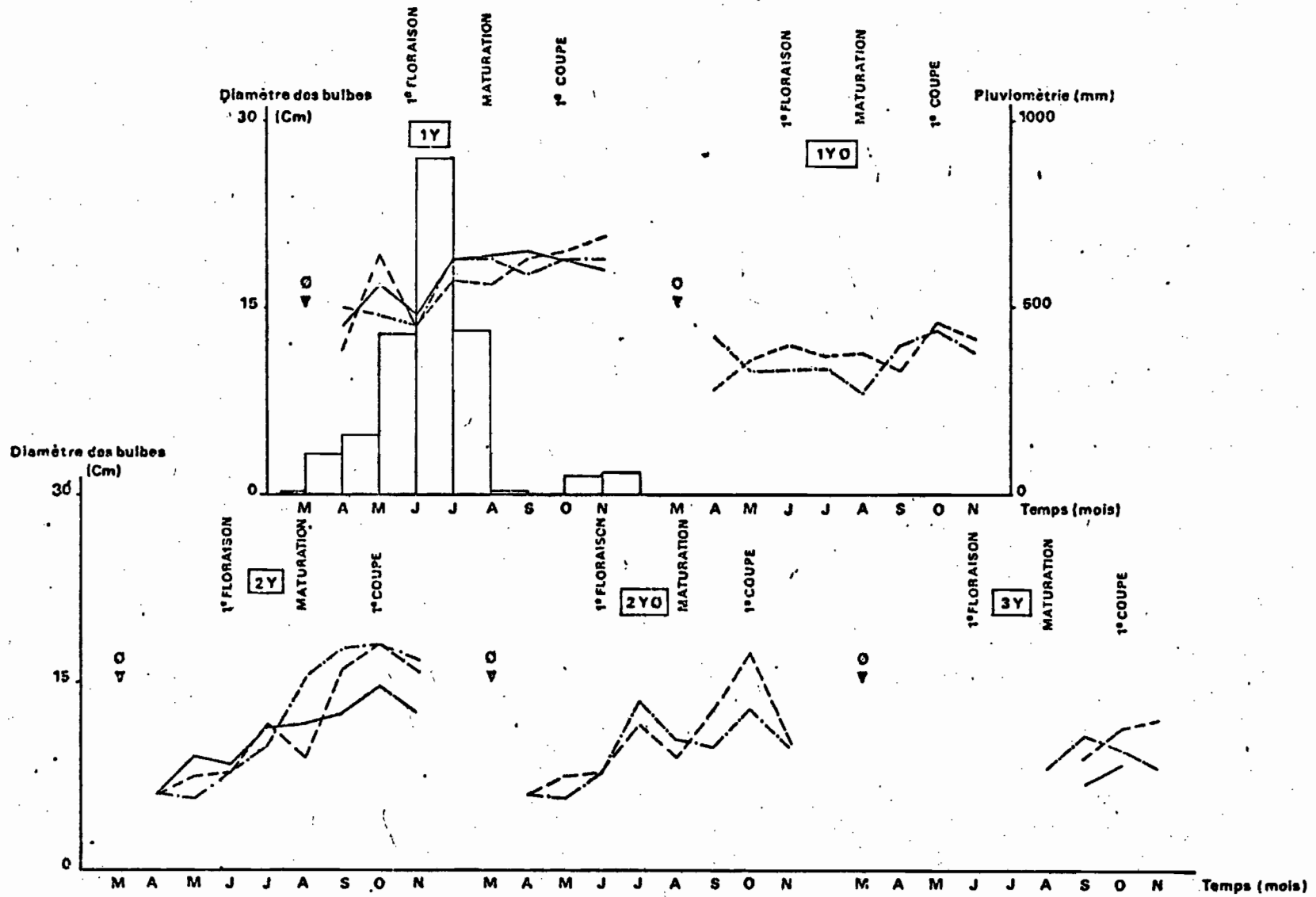


Fig.8 . FLUCTUATION DU DIAMETRE DU BULBE DES REJETS D'UN BANANIER TRES INFESTE

- NON CHEMISTONNE
- - - CHEMISTONNE MECANIQUEMENT
- · - CHEMISTONNE CHIMIQUEMENT
- DATE DE L'CHEMISTONNAGE

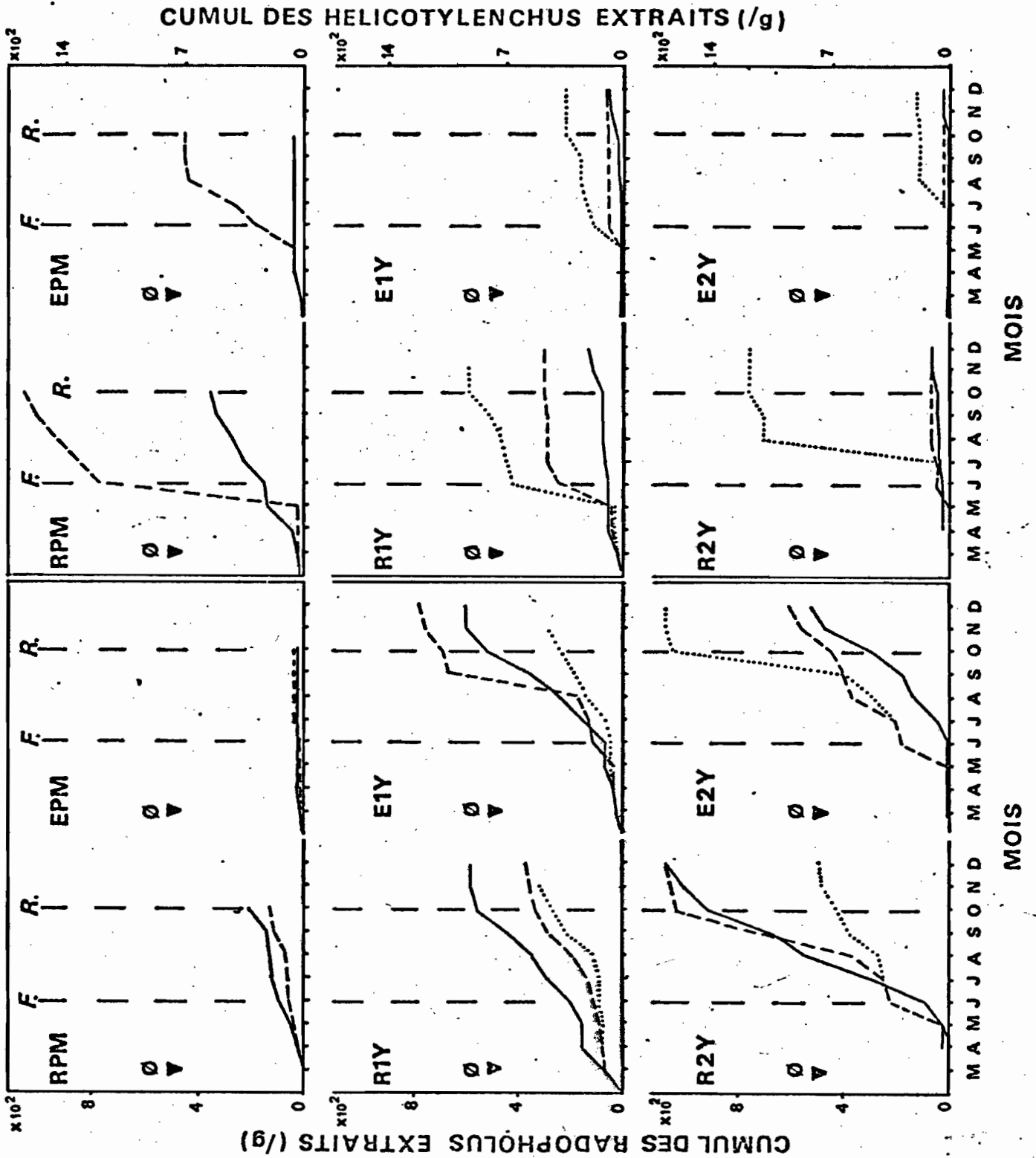


Fig. 9 : Influence de la coupe des rejets d'un bananier sur la dynamique des populations cumulées de Radopholus similis et d'Helicotylenchus multincinctus.

- : fluctuation sur les organes d'un bananier non recépi.
- - - : fluctuation sur les organes conservés d'un bananier recépi.
- : fluctuation sur les organes coupés d'un bananier recépi.
- Ø : date du premier oeilletonnage.
- F : floraison du rejet de 1^{er} cycle.
- R : récolte du fruit du rejet de 1^{er} cycle.
- R : racines ; E : écorce.
- PM : pied-mère ; 1Y : rejet de 1^{er} cycle ; 2Y : rejet de 2^e cycle.

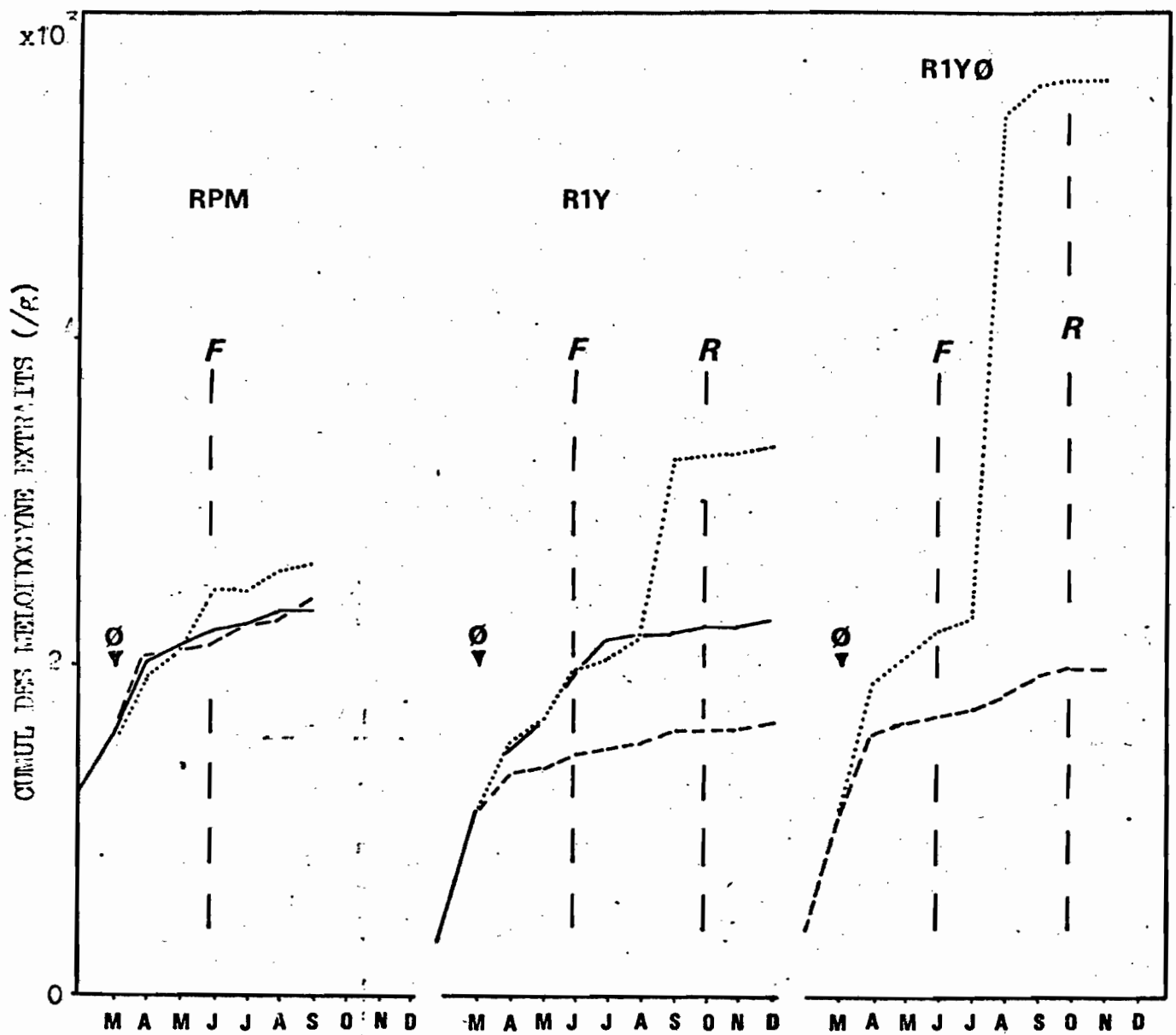


Fig. 10 : Influence du recépage des rejets d'un bananier sur la dynamique de l'infestation potentielle cumulée des racines en Meloidogyne.

- : fluctuation sur les organes d'un bananier non recépage.
- - - : fluctuation sur les organes d'un bananier recépage.
- : fluctuation sur les organes d'un bananier recépage au 2,4 D.
- Ø : date du premier oeilletonnage.
- F : floraison du rejet de 1^{er} cycle.
- R : récolte du fruit du rejet de 1^{er} cycle.
- R : racines
- PM : pied-mère ; 1Y = rejet de 1^{er} cycle ; YØ = rejet recépage.

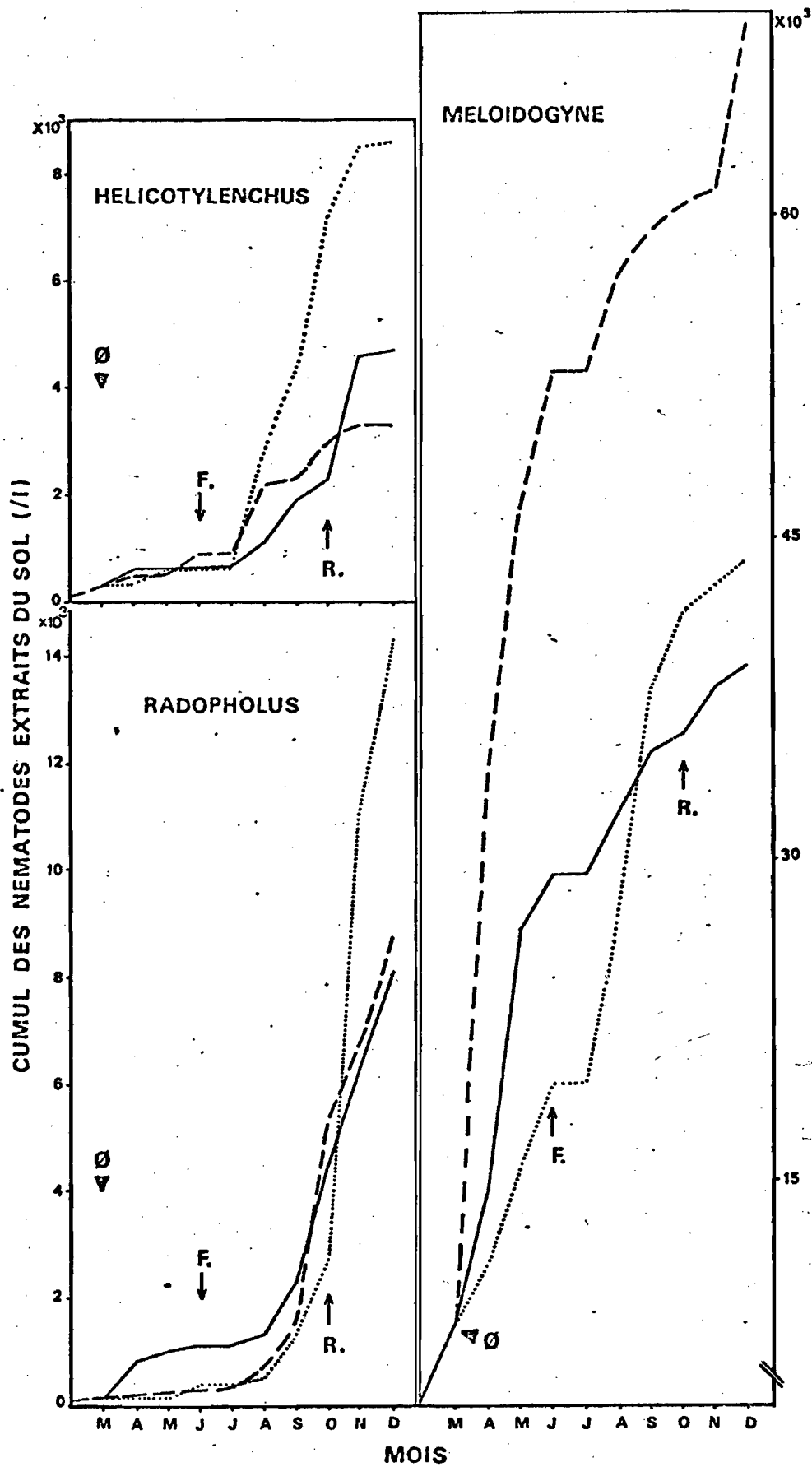
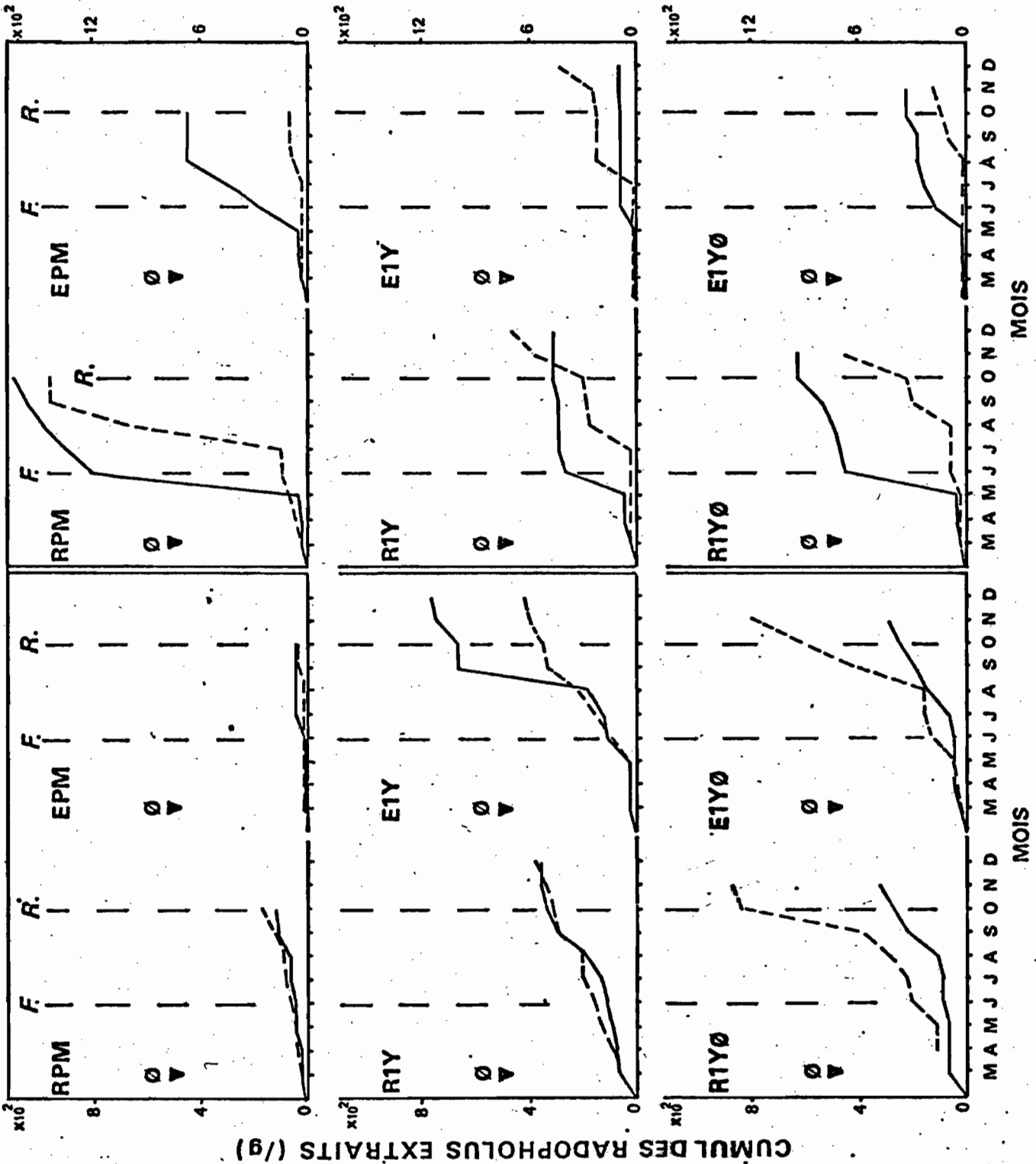


Fig. 11 : Effets de l'oecilletonnage sur l'infestation du sol au pied :

- = d'un bananier non recépé
- - - = d'un bananier recépé
- = d'un bananier recépé au 2,4-D
- ∅ = date de l'oecilletonnage
- F = floraison du rejet de 1^{er} cycle
- R = récolte du fruit du rejet de 1^{er} cycle

CUMUL DES HELICOTYLENCHUS EXTRAITS (/g)



CUMUL DES RADOPHOLUS EXTRAITS (/g)

Fig. 12 : Influence d'un traitement hormonal des rejets recépés d'un bananier sur la dynamique des populations accumulées de Radopholus similis et d'Helicotylenchus multicinctus.

- : fluctuation sur les organes d'un bananier recépé.
- - - : fluctuation sur les organes d'un bananier recépé au 2,4-D.
- Ø : date du premier recépage.
- F : floraison du rejet de 1^{er} cycle.
- R : récolte du fruit du rejet de 1^{er} cycle.
- R : racines; E = écorce; PM = pied-mère; 1Y =rejet de 1^{er} cycle;
- YØ = rejet recépé.

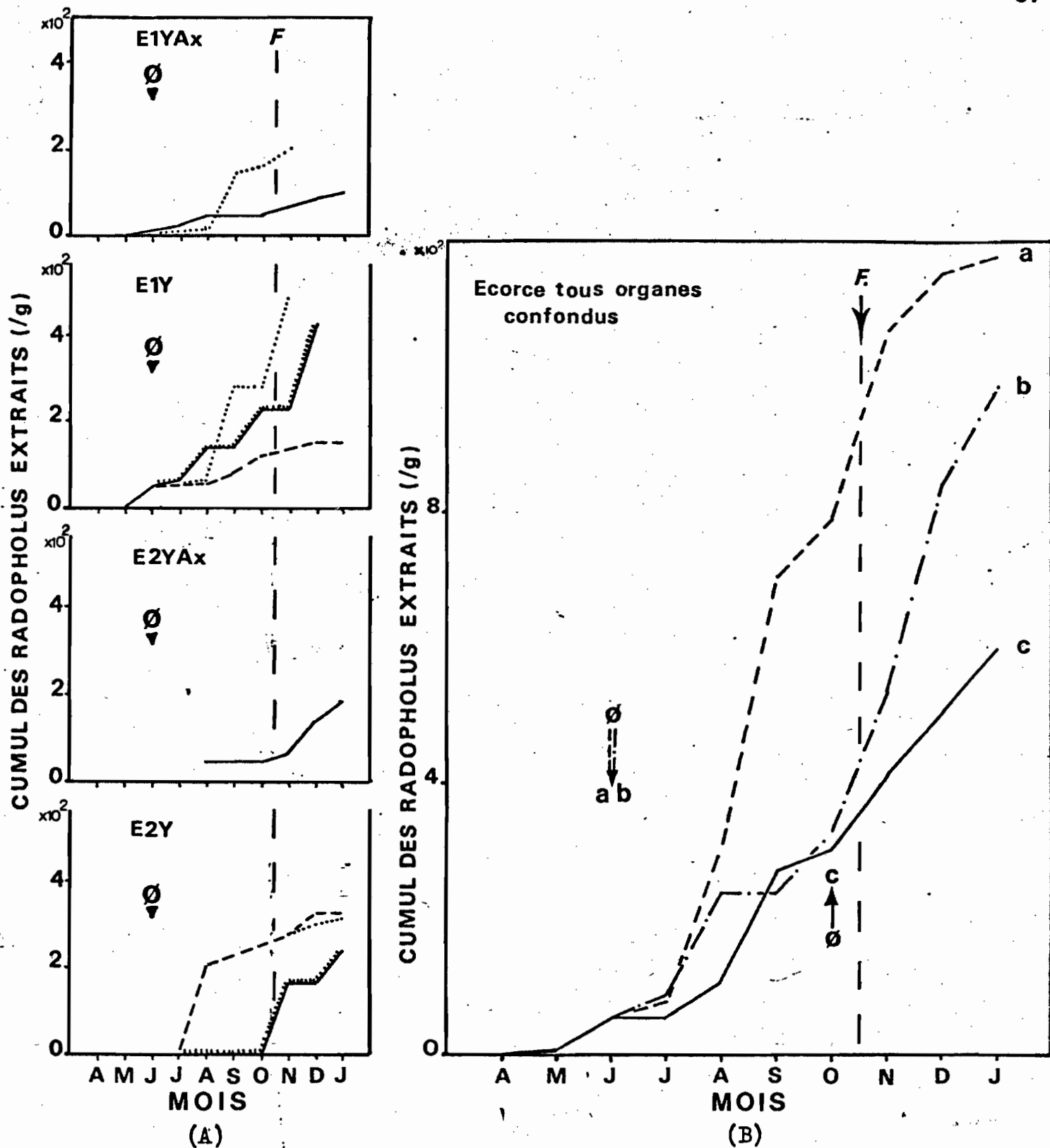


Fig. 13 : Influence du choix du rejet conservé et de la date du recépage sur la dynamique des populations cumulées de Radopholus similis dans l'écorce.

A : Fluctuation par organe : — = sur le rejet maintenu) d'un bananier avec
 dans le cas d'un recépage précoce. -·-·- = sur le rejet recépe l'axial conservé.
 - - - = sur le rejet maintenu) d'un bananier avec
 ··· = sur le rejet recépe l'axial recépe.

B : Fluctuation tous organes confondus : -·-·- = recépage précoce dont le
 rejet axial (a); - - - = recépage précoce, sauf le rejet axial (b);
 — = recépage en pré-floraison (c).

F : floraison du rejet de 1^{er} cycle.

E : écorce; 1Y = rejet de 1^{er} cycle; 2Y = rejet de 2^e cycle; YAx = rejet axial

∅ : date du premier recépage.

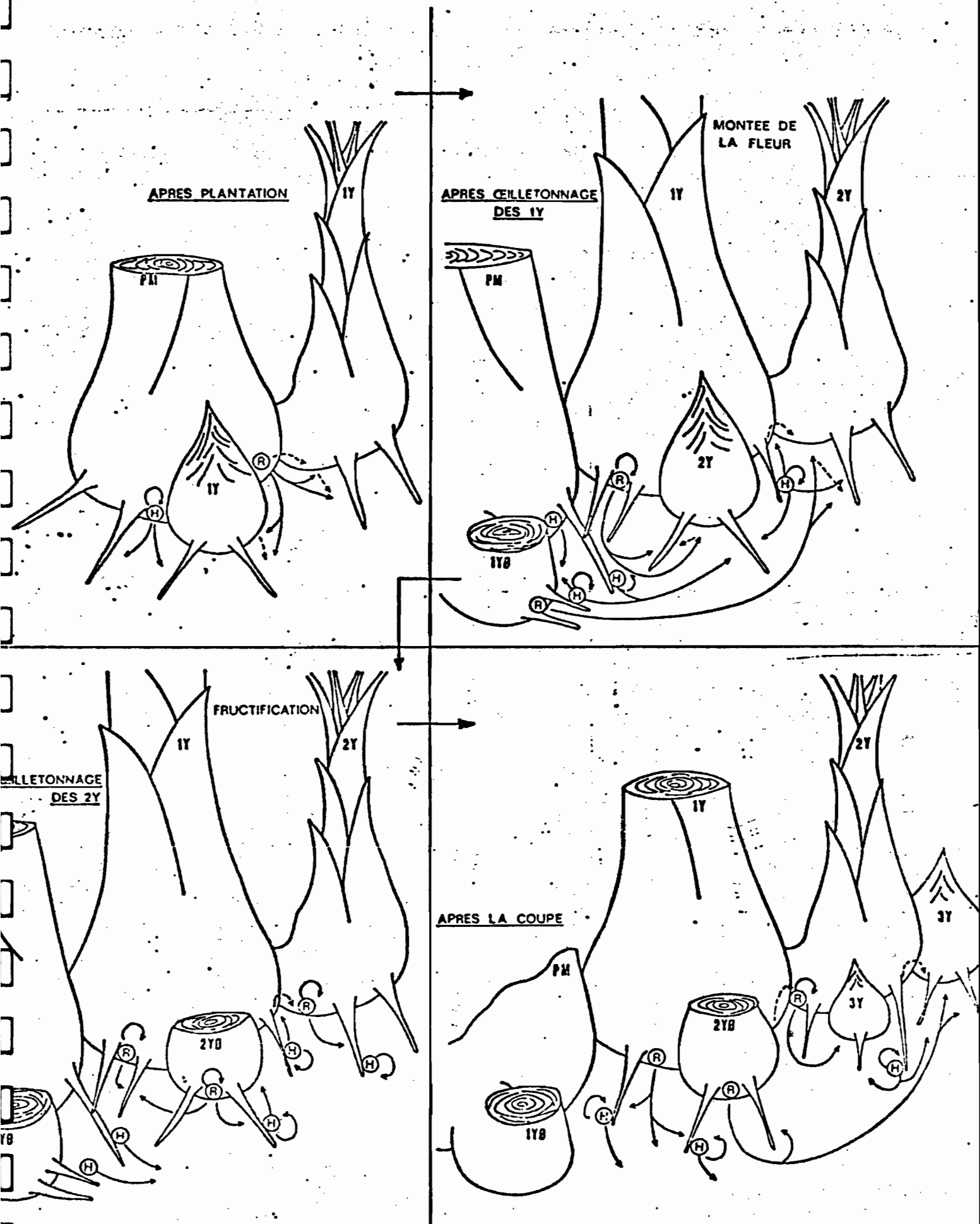


Fig. 14 : Migrations des populations de Radopholus (R) et d'Helicotylenchus (H) au pied d'un bananier oeilletonné mécaniquement.

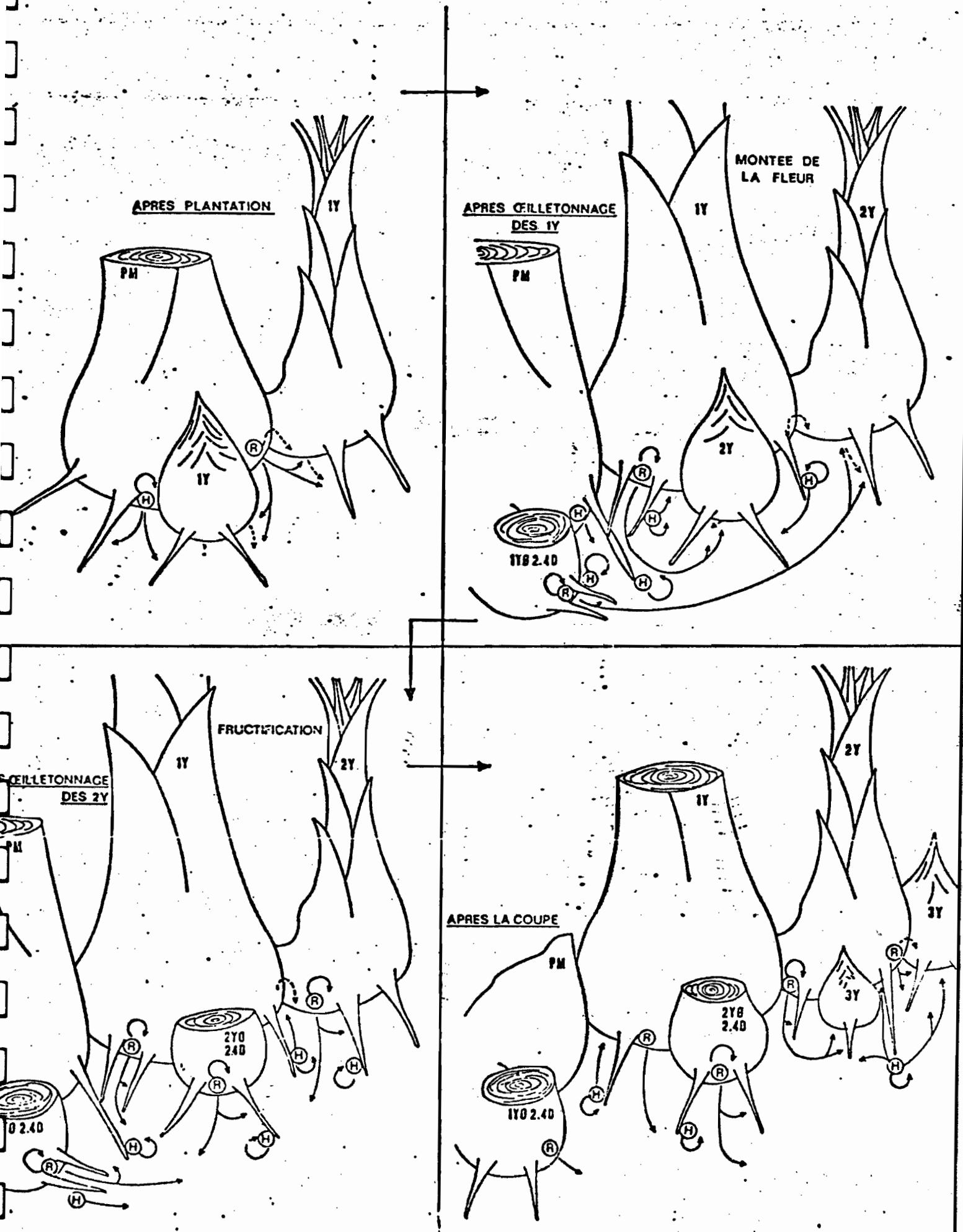


Fig. 15 : Migrations des populations de Radopholus (R) et d'Helicotylenchus (H) au pied d'un bananier oeilletonné chimiquement (2.4D).