

Les taches noires (fruitlet core rot) et leathery pocket de l'ananas en Côte d'Ivoire.

Recherche des principaux facteurs explicatifs.

X. MOURICHON, X. PERRIER, Béatrice THIBAUD*

FRUITLET CORE ROT AND LEATHERY POCKET OF PINEAPPLE IN COTE D'IVOIRE.
RESEARCH INTO THE MAIN EXPLANATORY FACTORS.

X. MOURICHON, X. PERRIER and Béatrice THIBAUD.

Fruits, Jun. 1987, vol. 42, n° 6, p. 343-352.

Research has been carried out on the main explanatory factors of fruitlet core rot and leathery pocket caused by *P. funiculosum*. A great many biological and climatic descriptors recorded from floral induction up to harvesting have been studied by step-by-step multiple regression. Among these, hygrometry, between the fifth and ninth week after floral induction, and radiation, between 30 and 40 days before harvesting, are the main two factors which control the levels of fruitlet core rot infestation. In this study, leathery pocket seem to be closely connected with the population levels of the mite *Steneotarsonemus ananas* in the flowers 9 to 10 weeks after floral induction.

Il est nécessaire de rappeler, ici les premiers résultats relatifs à certains aspects des relations hôte-parasite dans le couple ananas-*Penicillium funiculosum* (MOURICHON, 1983 a). *P. funiculosum* se révèle en Côte d'Ivoire comme l'agent principal, d'une part, de la maladie des taches noires (TN) qui se caractérise à la récolte par une nécrose des yeux, plus ou moins évoluée dont l'aspect est variable tant en coloration qu'en fermeté, et d'autre part, des Leathery pocket (LP) qui correspondent à une subérafication des loges ovariennes.

Le suivi saisonnier de la maladie des taches noires qui nous a permis de mettre en évidence une dynamique des infestations, et la réalisation d'inoculations expérimentales, indiquent la forte réceptivité des stades phénologiques de l'inflorescence précédant l'anthèse. La mise en évidence d'une étroite relation entre le niveau d'infestation et le facteur pluviométrie nous apporte comme information supplémentaire que la contamination serait effective entre la cinquième et la huitième semaine qui suivent le traitement d'induction florale (TIF). Ces périodes de développement de l'inflorescence apparaissent comme les moments

LES TACHES NOIRES (FRUITLET CORE ROT) ET LEATHERY POCKET DE L'ANANAS EN COTE D'IVOIRE.
RECHERCHE DES PRINCIPAUX FACTEURS EXPLICATIFS.

X. MOURICHON, X. PERRIER et Béatrice THIBAUD.

Fruits, Juin 1987, vol. 42, n° 6, p. 343-352.

RESUME - Les principaux facteurs explicatifs de la maladie des taches noires (fruitlet core rot) et leathery pocket causés par *P. funiculosum* ont été recherchés. Un grand nombre de descripteurs biologiques et climatiques relevés depuis l'induction florale jusqu'à la récolte ont été étudiés par régression multiple pas à pas. Parmi ceux-ci l'hygrométrie, entre la cinquième et la neuvième semaine après l'induction florale et le rayonnement, entre 30 et 40 jours avant la récolte, sont les deux principaux facteurs contrôlant les niveaux d'infestation en taches noires. Les leathery pocket apparaissent dans cette étude étroitement liés aux niveaux de population de l'acarien *Steneotarsonemus ananas* dans les fleurs à 9 et 10 semaines après l'induction florale.

«clés» de la contamination et certaines composantes du climat interviendraient comme des facteurs contrôlant cette phase parasitaire et dont le niveau d'action reste à préciser.

Nous avons émis à cet effet plusieurs hypothèses :

- 1) Dans le cas où le *P. funiculosum* est le seul organisme impliqué dans la maladie, on peut imaginer que la dispersion conidienne n'est réalisable ou efficace qu'en fin de saison des pluies, ces dernières pouvant jouer un rôle important dans la multiplication de l'inoculum.
- 2) Des animaux (acariens-insectes) interviennent comme «vecteurs» à un certain niveau de la maladie constituant avec *P. funiculosum* un complexe parasitaire étroitement lié au climat. Il faut rappeler que l'acarien *Steneotarsonemus ananas* est à cet effet souvent cité dans la littérature bien que son intervention n'ait jamais été expérimentalement démontrée (HEPTON et ANDERSON, 1968 ; LE GRICE et MARR, 1970 ; PETTY, 1977 ; ROHRBACH *et al.*, 1981 ; MOURICHON, 1983 b).

L'objet de cette étude est de vérifier le degré de parti-

* - MOURICHON - Laboratoire de Phytopathologie, PERRIER et THIBAUD - Service de Biométrie - IRFA.CIRAD - B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER CEDEX

cupation de cet acarien à la phase de dissémination du *P. funiculosum* et de son intervention au cours de la phase de contamination en tant que vecteur au sein même des fleurs, avant l'anthèse, ou encore en tant que générateur de blessures à l'origine des sites de pénétration du champignon.

On étudie également, en étroite relation avec ce qui est précédemment décrit, l'action de certains composants du climat sur les stades précoces du processus infectieux (pluviométrie, hygrométrie, température) ou au cours de la maturation des fruits.

MATERIEL ET METHODES

Il est nécessaire, avant d'exposer les résultats, de rappeler ici les différentes étapes caractéristiques du développement de l'inflorescence des 'Cayenne lisse' en Côte d'Ivoire.

L'inflorescence commence à être visible au fond de la rosette des feuilles, 5 semaines en moyenne après le traitement d'induction florale (TIF), la floraison vraie débute au bout de 8 semaines environ avec l'épanouissement des fleurs au bas (début de floraison, DF) de l'inflorescence et prend fin (FF) après l'ouverture des fleurs du haut. La date théorique de début de récolte (DR th) se situe à 21 semaines environ après le TIF.



Plantes hôtes utilisées.

Les expérimentations portent principalement sur la variété 'Cayenne lisse', la seule cultivée à grande échelle en Côte d'Ivoire, et, pour le besoin de certaines études, sur la variété 'Perolera'.

Evaluation des niveaux d'infestation à la récolte.

L'ensemble des observations est réalisé sur 25 parcelles, choisies en raison de leurs différentes dates de traitement d'induction florale, situées dans un domaine agricole soumis aux règles et aux exigences de la commercialisation (DOM), et également sur un essai de plantations mensuelles (PM). Dans le premier cas et pour chaque carré de récolte, 100 fruits sont repérés sur le terrain (calibre 1800 g-2000 g environ) 10 jours avant la date de récolte théorique. Ils ne subissent aucun traitement de maturation (éthrel) et sont récoltés au stade de maturité externe 1/4 jaune-3/4 vert. Le dénombrement des taches noires (TN) est effectué après épluchage des fruits ; c'est la méthode que nous utilisons pour l'observation des effectifs élevés. Dans le cas de l'étude sur PM, un échantillon de 60 fruits est prélevé à chaque récolte mensuelle et étudié selon la méthode des spirales : chaque fruit subit un écoeurage à l'emporte-pièce et les 8 spires qui le constituent sont séparées. Chaque œil est alors coupé transversalement et on observe à la fois TN et LP. Cette technique présente l'avantage de noter le stade d'évolution de chaque nécrose.

Les fruits étudiés sont systématiquement pesés, sans couronne, et le nombre d'yeux par spire est relevé.

Evaluation des niveaux de population de *Steneotarsonemus ananas*.

L'étude de la dynamique de *S. ananas* dans l'essai PM porte sur 5 inflorescences prélevées au hasard sur des parcelles de 60 plants. Sur le domaine, 5 inflorescences groupées sont prélevées sur trois sites représentatifs du carré étudié (3 x 5). Les 5 inflorescences constitutives d'une unité de prélèvement subissent les manipulations suivantes.

Dix fleurs (ou yeux) sont extraites au hasard sur les huit spires de l'inflorescence. Trois niveaux de prélèvement sont définis selon le rang des yeux à partir de la base du fruit :

- Niveau 1 : 2ème et 3ème fleurs de chaque spire
- Niveau 2 : 6ème et 7ème fleurs de chaque spire
- Niveau 3 : 10ème et 11ème fleurs de chaque spire.

Trois types de comptage sont réalisés : à la face interne des bractées (b), à l'extérieur (e) et à l'intérieur des fleurs (i). Les bractées et les fleurs (sans bractées) sont lavées séparément dans une solution d'éthanol à 50° (S1 et S2). Les fleurs lavées sont soigneusement décortiquées dans une troisième solution (S3). Après décantation, les trois solutions sont filtrées (sur filtre 800µ) et concentrées au cours d'une deuxième décantation. Les comptages sont effectués sous cellule, et les résultats sont exprimés en nombre de *S. tarsonemus* pour 50 bractées ou 50 fleurs (intérieur ou extérieur).

Les périodes de prélèvement et les modalités d'observation sont précisées ci-dessous :

	5	6	7	8	9	10	semaines après TIF
	b	b	b e i	b e i	b e i	b e i	niveaux de prélèvement
PM	*	*	***	***	***	***	périodes de prélèvement
DOM		*		***		***	

Paramètres climatiques étudiés.

Nous nous sommes intéressés à trois paramètres pouvant agir entre l'induction florale et la floraison sur le développement des taches noires et des leathery pocket : pluviométrie, hygrométrie et température, ainsi qu'à un paramètre agissant sur l'évolution interne du fruit pendant la phase finale : le rayonnement global.

● **Pluviométrie** : 5 paramètres, P (-4/1) à P (13/17) sont définis par sommation des pluies quotidiennes sur des périodes de 5 semaines, de 1 mois à 4 mois après le TIF, ces périodes se chevauchant d'une semaine (voir graphique).

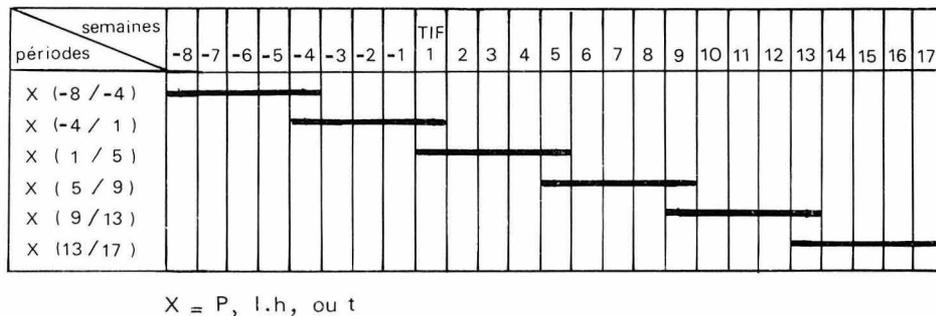
● **Hygrométrie** : Un indice hygrométrique (I.h.) est calculé en additionnant les nombres d'heures d'hygrométrie hebdomadaire entre 80 et 90 p. 100, 70 et 80 p. 100, etc. multipliés par un coefficient de pondération :

$$I.h. = NH(80-90) + 3 NH(70-80) + 5 NH(60-70) + 7 NH(50-60).$$

Les coefficients de pondération ont pour objet de donner des poids élevés aux faibles hygrométries ; l'indice ainsi défini est un critère de sécheresse.

Les sommations sur 5 semaines permettent de créer les variables I.h. (-8/-4) à I.h. (13/17).

• **Température (t) :** trois classes de températures sont retenues : 20-25°C ; 25-30°C ; 30-35°C : le nombre d'heures dans chacune d'elle est calculé de façon hebdomadaire puis également par période de 5 semaines consécutives.



• **Rayonnement global :** la décade 0 étant la décade de récolte, les sept variables retenues correspondent au rayonnement global décadaire (en MJ/m²) des sept décades avant récolte (R1 à R7).

RESULTATS

Dynamique de *Steneotarsonemus ananas*.

Nous avons dénombré les populations de *S. ananas* sur les inflorescences d'ananas de la cinquième à la dixième semaine après le TIF selon trois niveaux de prélèvements (voir techniques). Cette étude menée sur 13 mois avait pour objectif d'étudier la dynamique verticale de cet acarien et sa répartition sur les faces internes des bractées de bas en haut de l'inflorescence. Nous avons reporté sur la figure 1 le nombre moyen d'individus par date d'observation, selon les trois niveaux.

On constate que le *S. ananas* est présent sur les bractées dès leurs premières ébauches et la population devient très importante rapidement sur le niveau inférieur de l'inflorescence avec un maximum dès 7 semaines après TIF environ, soit une semaine avant le début de la floraison vraie. La même évolution est observée sur la partie médiane des fruits (niveau 2) avec un maximum à TIF + 8 mais elle concerne une quantité plus faible de tarsonèmes. La migration de ces tarsonèmes apparaît liée à des stades phénologiques proches de la floraison vraie. On trouve encore moins d'individus dans la partie supérieure des inflorescences. Le maximum d'acariens est dénombré, tous niveaux confondus, à TIF + 7, et la population se répartit comme suit : 55 p. 100 de tarsonèmes sur le niveau inférieur, 33 p. 100 sur le niveau médian et 12 p. 100 sur le niveau supérieur. Cette dynamique met en évidence une migration verticale des *S. ananas* qui, vivant en épiphyte dans un premier temps à la surface des plantes, migrent très tôt après le TIF le long des pédoncules floraux.

Les faces internes des bractées sont très tôt des sites privilégiés pour ces tarsonèmes qui s'y multiplient jusqu'à l'anthèse. La population décroît très fortement ensuite, et nous avons étudié si cette diminution était due, et dans quelle proportion, à un déplacement de celle-ci vers l'intérieur des fleurs. Dans une deuxième expérimentation qui porte sur 25 mois d'observations, nous nous sommes intéressés au déplacement de ces acariens de l'extérieur vers l'intérieur des fleurs situées uniquement dans la partie inférieure des inflorescences. On constate (figure 2) que ces

tarsonèmes sont déjà présents dans les fleurs avant leurs ouvertures (TIF + 7) et que leur population augmente progressivement pour atteindre un maximum à TIF + 9.

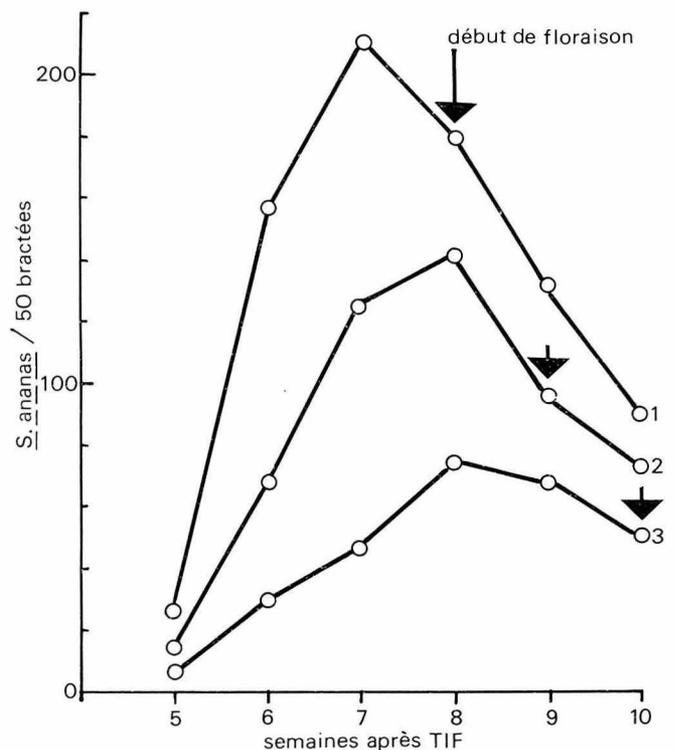


FIG. 1 • EVOLUTION DES POPULATIONS DE *STENEOTARSONEMUS ANANAS*. Moyennes sur 13 mois, sur les faces internes des bractées et selon trois niveaux de prélèvements de bas en haut des inflorescences : 1 = 2^e et 3^e fleurs, 2 = 6^e et 7^e fleurs, 3 = 10^e et 11^e fleurs.

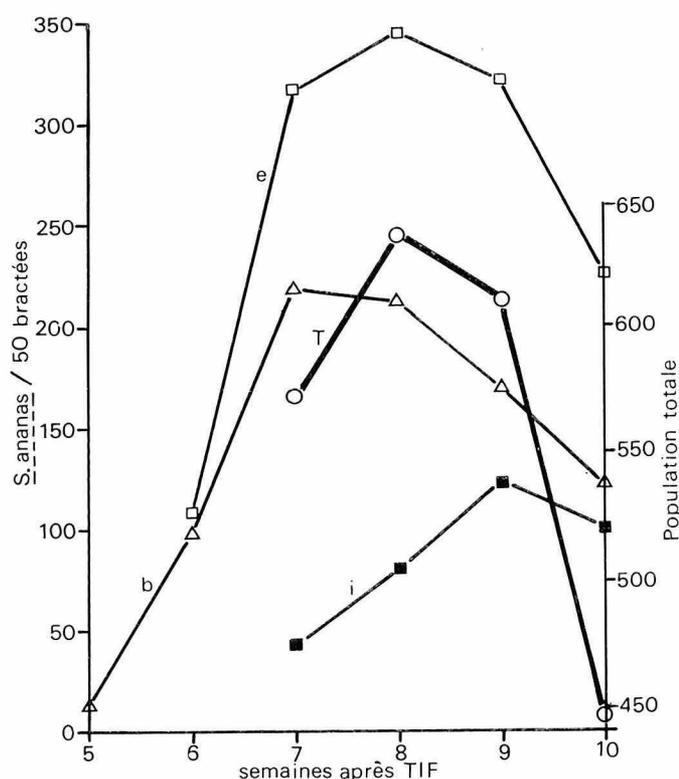


FIG. 2 • EVOLUTION DE *S. ANANAS*. Moyennes sur 25 mois de la 5^e à la 10^e semaine après TIF sur les faces internes des bractées (b) à l'extérieur (e) et à l'intérieur (i) des fleurs.
T = population totale.

Ainsi, après un développement sur les faces internes des bractées, les populations de *S. ananas* se déplacent au cours de la septième semaine environ après TIF vers la surface des fleurs et vers l'intérieur de celles-ci non encore ouvertes. Cette migration est très certainement liée à un tactisme vers les glandes nectarifères lesquelles présentent un début d'activité juste avant l'anthèse (OKIMOTO, 1948).

Les valeurs présentées ici sont des moyennes de populations sur 25 mois. Si les dynamiques mensuelles sont les mêmes, les niveaux de populations diffèrent beaucoup d'un mois à l'autre comme le démontre le tableau 1. Ces différences sont liées pour une grande part à l'action de certaines conditions climatiques sur le développement de ces acariens (pluviométrie - température).

Dynamique saisonnière des infestations (taches noires).

La figure 3 indique les différents niveaux de TN relevés dans l'essai plantations mensuelles et dans certaines parcelles du domaine. On y observe des périodes favorables (fin 1984, avril 1985, fin 1985) ou défavorables (juin, juillet, août 1985) au développement de la maladie. On note également une bonne concordance, malgré les différentes modalités d'observations, dans les différents niveaux d'infestations relevés dans l'essai de plantations mensuelles (PM) et le domaine (DOM), notamment durant la période très favorable de novembre-décembre 1984.

Influence de certaines conditions climatiques sur l'expression parasitaire.

- Du TIF à la floraison.

Deux paramètres climatiques, l'hygrométrie et les basses températures (20-25°C) apparaissent corrélés de façons significatives avec le développement des taches noires (figure 4 B-C). Les deux paramètres sont eux-mêmes très fortement corrélés (avec un r variant de 0,76 à 0,89) selon la période considérée (nous verrons plus loin que l'hygrométrie nous paraît être le facteur prépondérant pour la réalisation du processus infectieux. Il est intéressant de confirmer ici l'importance de la période, - 5 semaines à 9 semaines après TIF - que nous avons décrite dans une étude précédente comme la période décisive correspondante à des stades phénologiques bien précis de l'inflorescence au cours desquels se réalisent les phases précoces de l'infestation.

TABLEAU 1 - Moyennes et écarts types des populations de *S. ananas* sur 25 mois de la cinquième à la dixième semaine après TIF.

semaines après TIF	b		e		i	
	\bar{x} (min-max)	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
5	15,5 (0-90)	24,9				
6	99,8 (3-450)	101,2				
7	217,2 (51-723)	151,4	315,1 (69-951)	196,1	43,6 (6-114)	30,3
8	210,8 (84-364)	84,9	343,6 (147-589)	112,8	80,9 (27-310)	57,1
9	167,5 (54-481)	91,8	321,2 (129-706)	147,3	123,5 (21-291)	64,4
10	120,9 (45-364)	75,1	225,4 (69-580)	127,3	103,2 (18-256)	63,2

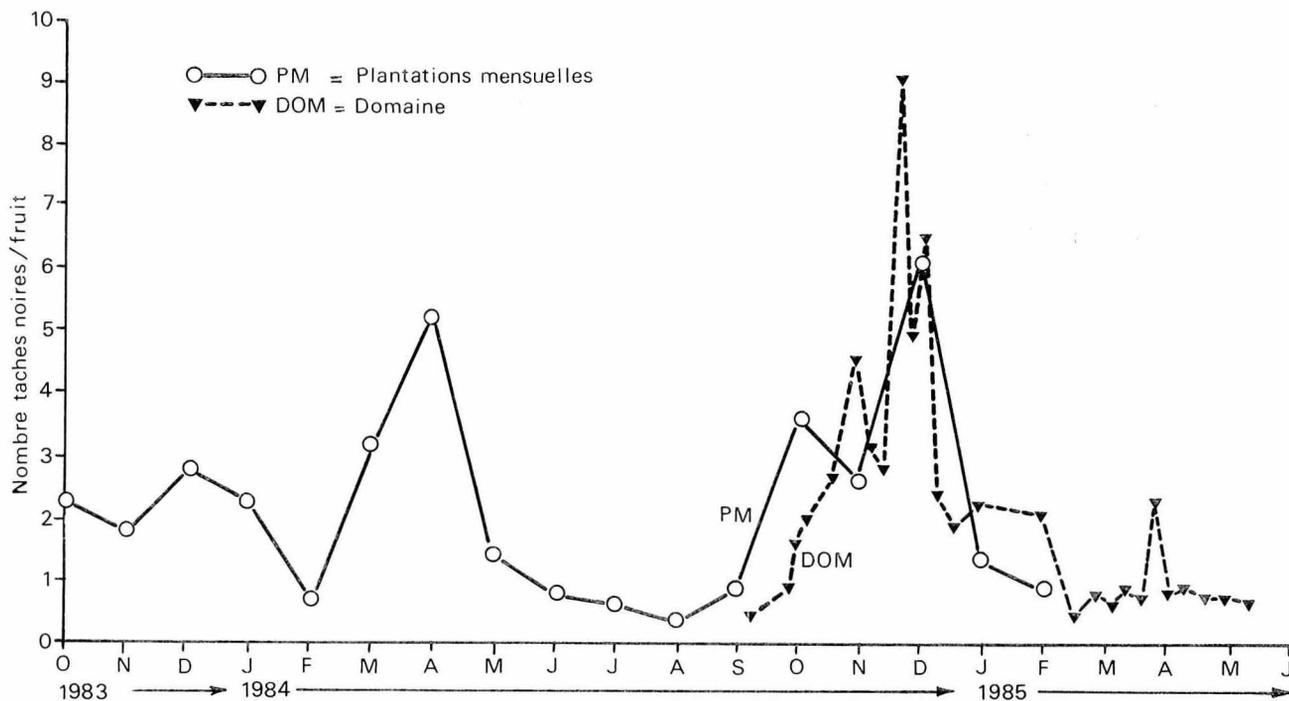


FIG. 3 • DYNAMIQUE SAISONNIERE DES INFESTATIONS EN TACHES NOIRES (TN) SUR L'ESSAI PLANTATIONS MENSUELLES (PM) ET SUR LE DOMAINE (DOM).

Par contre la présence de leathery pocket paraît répondre à des exigences climatiques inverses de celles décrites pour les taches noires et sans période favorable vraiment distincte (figure 4 E-F).

- Au cours de la maturation des fruits.

Nous avons recherché une relation entre le rayonnement global avant récolte (R1 à R7) et le développement de *P. funiculosum* (figure 4 D). Celle-ci apparaît nettement pour la quatrième décade avant récolte.

Recherches des principaux facteurs explicatifs des TN et LP.

Un certain nombre de facteurs paraissent donc pouvoir jouer sur les niveaux d'infestation :

- la population de tarsonèmes et les facteurs climatiques pouvant la modifier ,
- les conditions climatiques plus ou moins favorables agissant sur le niveau d'inoculum,
- les caractéristiques des fruits et les facteurs climatiques pouvant l'influencer.

TABLEAU 2 - Régression multiple pas à pas entre le nombre de leathery pocket et l'ensemble des variables explicatives.

Palier 1 - Variable entrée i(9+10).

	Coefficient de régression	Ecart type	F (1,15)	Proba (%)
i(9+10)	0,0010	0,002	21,874	0,03
Terme constant : 0.0651				
Ecart type résiduel	= 0,1154			
r**2	= 0,59			
r	= 0,77			

Palier 2 - Variable entrée l.h. (13/17)

	Coefficient de régression	Ecart type	F (1,14)	Proba (%)	r**2 partiel
l.h. (13/17)	0,0035	0,0015	5,379	3,45	0,277
i (9+10)	0,0010	0,0002	25,128	0,02	0,642
Terme constant : 0,0675					
Ecart type résiduel	= 0,1015				
r**2	= 0,71				
r	= 0,84				

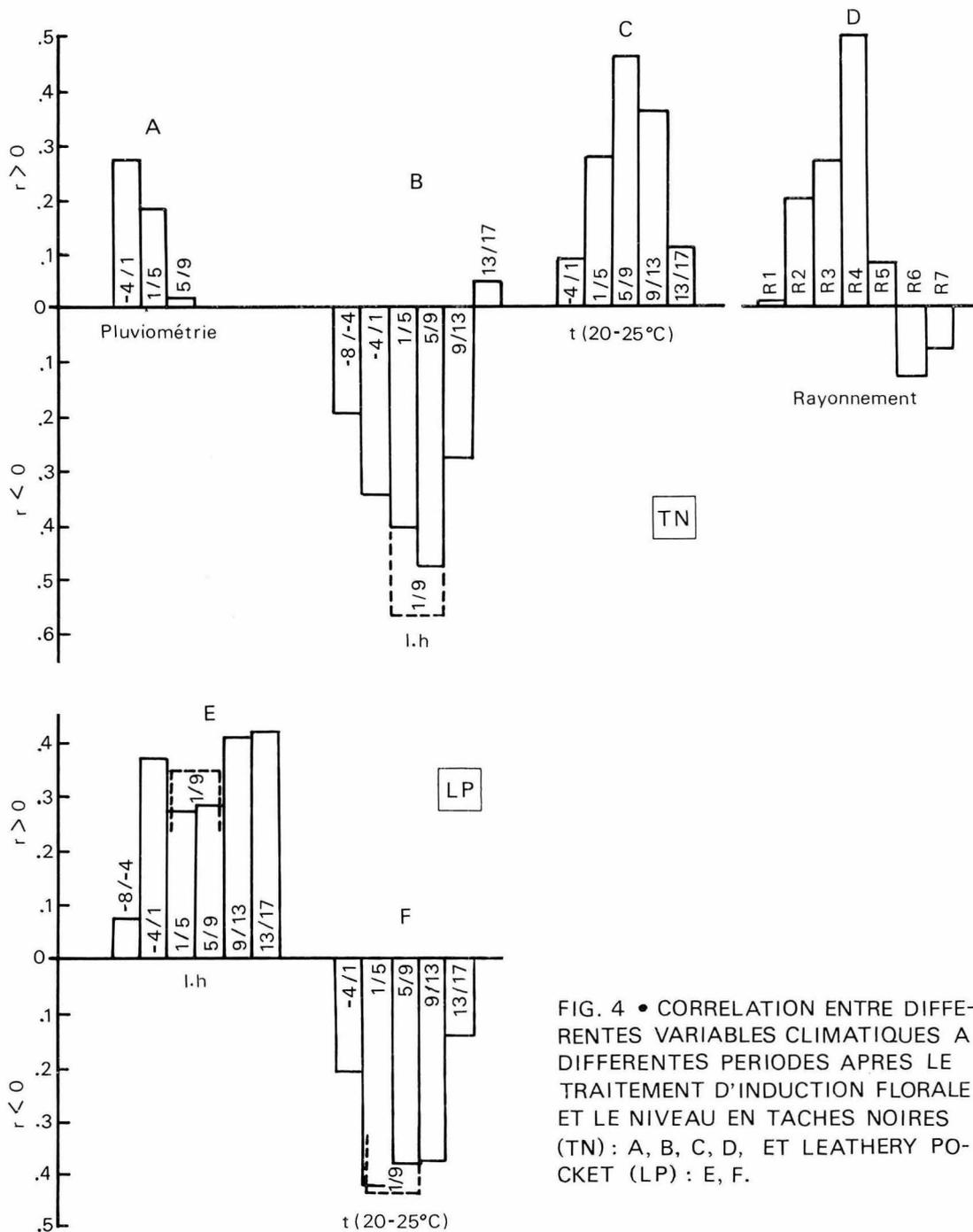


FIG. 4 • CORRELATION ENTRE DIFFÉRENTES VARIABLES CLIMATIQUES A DIFFÉRENTES PERIODES APRES LE TRAITEMENT D'INDUCTION FLORALE ET LE NIVEAU EN TACHES NOIRES (TN) : A, B, C, D, ET LEATHERY POCKET (LP) : E, F.

Nous avons recherché, par régression multiple pas à pas, à isoler parmi toutes ces variables un sous-ensemble ayant le meilleur pouvoir explicatif du nombre de taches noires et de leathery pocket.

• Leathery pocket.

Les populations de tarsonèmes à l'intérieur des fleurs à 9 semaines (i9) et 10 semaines (i10) après l'induction florale ont un pouvoir explicatif équivalent : respectivement 0,70 et 0,69. Ces deux variables ont donc été réunies pour former le paramètre i(9+10).

La régression multiple (tableau 2) sort ce paramètre en premier palier ; il exprime 59 p. 100 de la variabilité de TN ($r = 0,77$). La part de variation non expliquée par i(9+10) est bien corrélée avec l'indice d'hygrométrie entre 13 et 17 semaines, cette variable apparaît donc en second palier et permet d'expliquer 71 p. 100 de la variation de LP d'où un coefficient de corrélation multiple de 0,84. Aucune autre variable n'a de pouvoir explicatif suffisant. La présence de *S. ananas* apparaît déterminante pour l'initiation des leathery pocket, et il est de plus intéressant de noter l'importance non négligeable des hygrométries élevées 13 à 17 semaines après le traitement d'induction florale soit 5 semaines environ après la floraison vraie qui correspond

à une période où l'on observe effectivement les premiers développements de ce faciès.

Une étude sur la variété 'Perolera' très sensible à ce type d'infection (tableau ci-dessous) montre bien l'apparition précoce des leathery pocket (dès 11 semaines après TIF) dans lesquels on dénombre systématiquement un nombre important de *S. ananas* (10 individus en moyenne par LP à TIF + 11 semaines).

nombre de semaines après le traitement d'induction florale	11	15	20
nb LP/2000 yeux	17,01	43,82	60,19
nb TN (LP)/2000 yeux *	0,00	0,00	4,48
nb <i>S. ananas</i> /LP	9,52	30,50	20,80

* - nombre de TN ayant pour origine un développement en LP

• Taches noires sur l'essai plantations mensuelles (PM).

Le rayonnement global entre 30 et 40 jours avant la récolte (R4) est comme nous l'avons vu un facteur explicatif important ($r = 0,51$) (figure 4 D; 5).

La variable hygrométrie entre cinq et neuf semaines [I.h.(5/9)] après TIF qui avait une corrélation de 0,48 (figures 4 B ; 6) avec TN apparaît au palier 2 et porte le pourcentage d'explication à 70 p. 100 et donc le r multiple à 0,84 (tableau 3).

Ce pourcentage d'explication peut être légèrement amélioré en remarquant que la liaison entre I.h. (5/9) et le résidu de la régression linéaire de TN avec R4 n'est pas linéaire (figure 7). La linéarisation de cette liaison amène à établir une nouvelle variable EI (5/9).

$$EI(5/9) = \text{Exp} [-0,0482 \text{ I.h. (5/9)} + 2,3203]$$

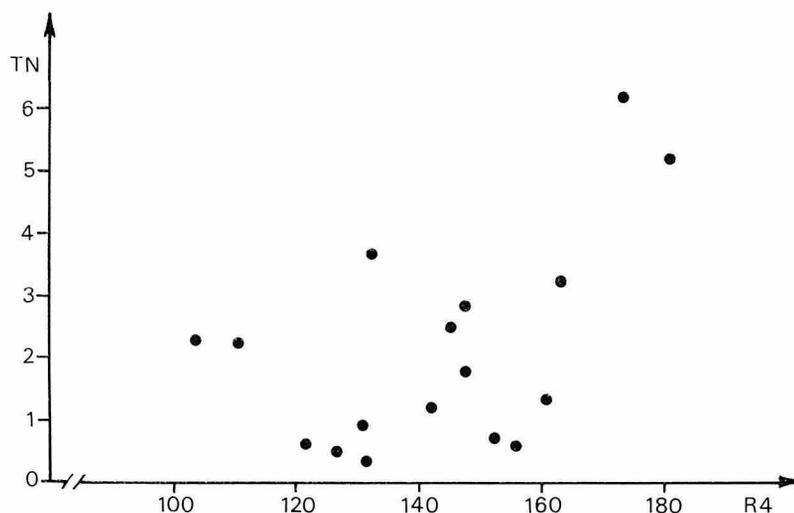


FIG. 5 • RELATION ENTRE TACHES NOIRES (TN) ET RAYONNEMENT GLOBAL DE LA 4^e DECADE AVANT RECOLTE (R4).

TABLEAU 3 - Régression multiple pas à pas entre le nombre de taches noires (TN) et l'ensemble des variables explicatives.

- Sans transformation de la variable hygrométrie.

- Après linéarisation $EI(5/9) = \text{exp} [-0,0482 \text{ I.h. (5/9)} + 2,3203]$

Palier 1 - Variable entrée R4

	Coefficient de régression	Ecart type	F (1,15)	Proba (%)
R4	0,0413	0,0179	5,30	3,45

Terme constant : 3,7356

Ecart type résiduel = 1,4978

r^{**2} = 0,26

r = 0,51

Palier 2 - Variable entrée I.h. (5/9)

	Coefficient de régression	Ecart type	F (1,14)	Proba (%)	r^{**2} partiel
R4	0,058	0,0123	22,12	0,03	0,61
I.h. (5/9)	0,07	0,0154	20,77	0,05	0,60

Terme constant : - 3,4707

Ecart type résiduel : = 0,9838

r^{**2} = 0,70

r = 0,84

Variable entrée EI (5/9)

	Coefficient de régression	Ecart type	F (1,14)	Proba (%)	r^{**2} partiel
R4	0,0648	0,0118	30,25	0,01	0,68
EI (5/9)	1,1128	0,2150	26,79	0,02	0,66

Terme constant : - 9,3838

Ecart type résiduel : = 0,9083

r^{**2} = 0,75

r = 0,86

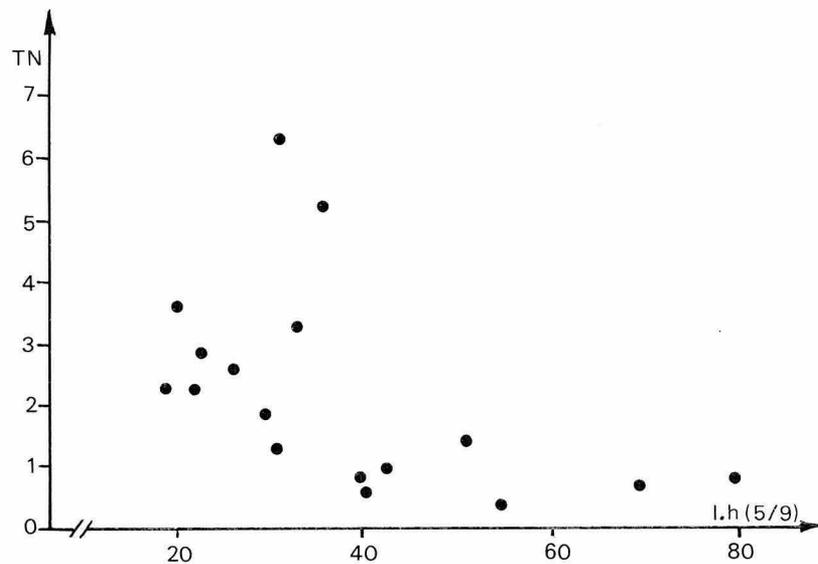


FIG. 6 • RELATIONS ENTRE TACHES NOIRES (TN) ET INDICE HYGROMETRIQUE ENTRE 5 ET 9 SEMAINES APRES TIF [I.h (5/9)].

Cette variable apparaît en palier 2 de la régression multiple et porte le pourcentage d'explication à 75 p. 100 d'où un r multiple de 0,86.

Cette transformation exponentielle ne doit pas être interprétée comme la traduction d'une action particulière de l'hygrométrie mais plus simplement du mode de codage choisi pour cette variable.

La bonne explication du nombre de taches noires par les seules variables, rayonnement global 4 décades avant récolte et indice d'hygrométrie pendant la floraison, laisse supposer un modèle relativement simple :

- établissement, pendant la floraison, d'un potentiel infectieux sous le contrôle de conditions climatiques (hygrométrie en particulier).

- expression de ce potentiel en fin de maturation du fruit sous la dépendance d'un facteur lié au rayonnement global à un instant bien précis.

La figure 8 traduit l'évolution de ces deux variables et leur impact sur les niveaux d'infestation.

• Sur le domaine (DOM).

L'expérimentation sur les 25 parcelles du domaine confirme l'analyse précédente et met en évidence le rôle très important de l'hygrométrie du TIF à la floraison [I.h.(1/9)] et le rayonnement global durant la période 30-40 jours avant récolte (R4).

$$\begin{aligned} \text{I.h.}(1/9)/\text{TN} & r = 0,649 \\ \text{I.h.}(1/9)/\text{R4}/\text{TN} & r = 0,76 \end{aligned}$$

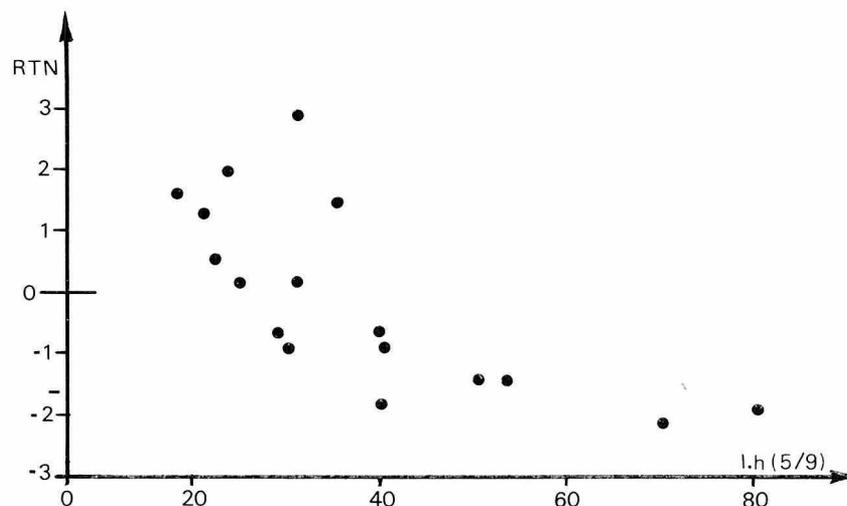


FIG. 7 • RELATION DE LA PART DE TACHES NOIRES NON EXPLI- QUEE PAR LA REGRESSION LINEAIRE (RTN) AVEC R4 POUR $\text{RTN} = \text{TN} - (0,0413 \text{ R4} - 3,7352)$ ET L' INDICE HYGROMETRIQUE [I.h (5/9)].

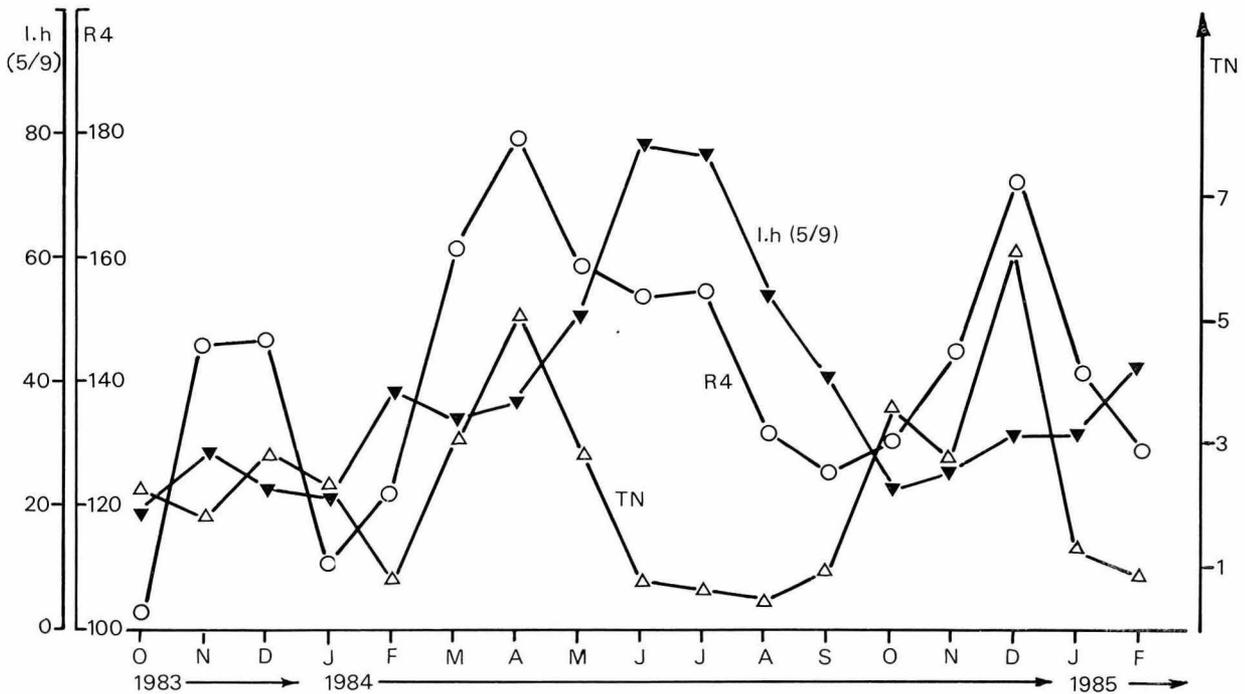


FIG. 8 • EVOLUTION DANS L'ESSAI PLANTATIONS MENSUELLES DE L'INDICE HYGROMETRIQUE [I.h (5/9)], DU RAYONNEMENT GLOBAL AVANT RECOLTE (R4) ET DU NOMBRE MOYEN DE TACHES NOIRES (TN).

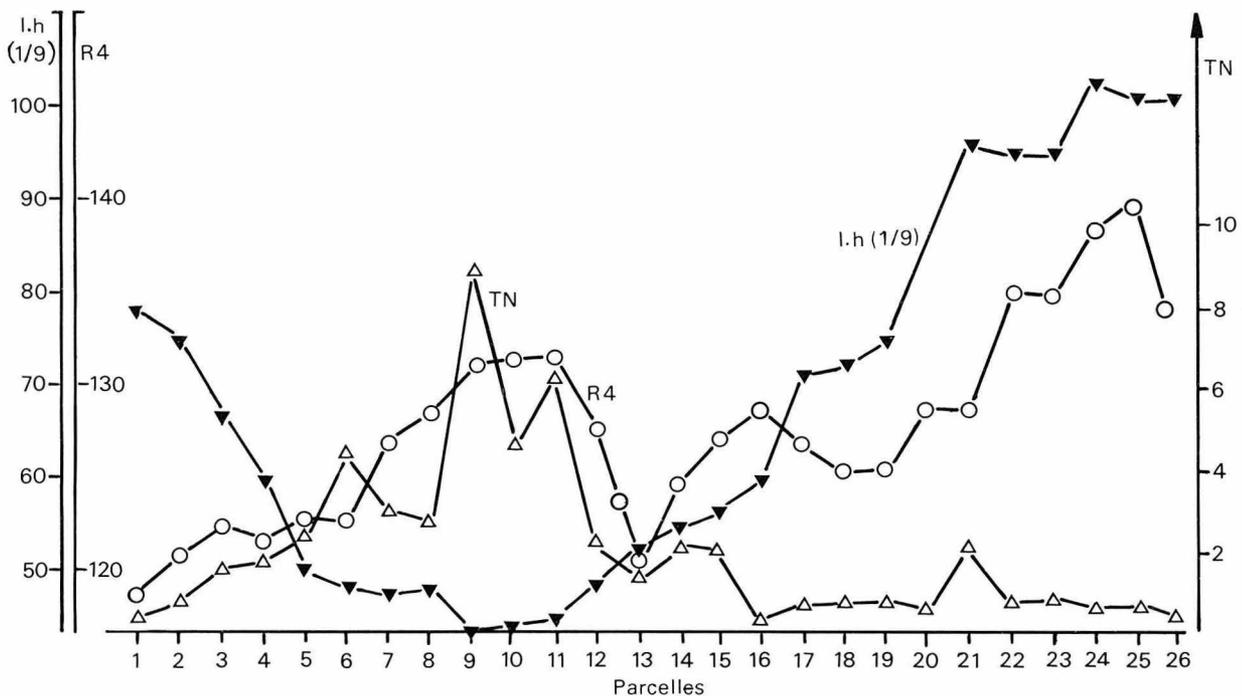


FIG. 9 • EVOLUTION SUR LE DOMAINE DE I.h (1/9), R4 ET TN, OBSERVEE SUR 26 PARCELLES RECOLTEES DE SEPTEMBRE 1984 A MAI 1985.

Toutefois, le rayonnement est un facteur explicatif moins important que dans l'étude sur plantations mensuelles. En effet, l'évolution dans le temps des deux variables (figure 9) montre deux périodes nettement distinctes l'une de l'autre : une première, favorable à l'expression parasi-

taire et une deuxième, nettement défavorable, où l'hygrométrie apparaît comme le facteur limitant. C'est au cours des périodes non limitantes que l'action du rayonnement paraît s'exercer.

DISCUSSION

Il apparaît clairement que les taches noires et les leathery pocket causés par le même champignon, le *P. funiculosum* sont le résultat de deux processus infectieux bien distincts.

L'étude de la dynamique de *Steneotarsonemus ananas* met en évidence une relation étroite entre le niveau de population de cet acarien au moment de l'ouverture des fleurs et la présence de leathery pocket, quelques semaines plus tard. Ces tarsonèmes sont à des degrés divers présents toute l'année sur les inflorescences et il semble qu'un seuil minimum de population soit nécessaire pour qu'une fraction d'individus à l'intérieur des fleurs (à TIF + 9 ; + 10) migre jusqu'aux loges ovariennes, soit par les canaux nectarifères, soit par les canaux stylaires, soit directement au travers des tissus intercapellaires sous la cavité florale (ce qui est le cas très souvent chez la variété 'Perolera').

Le fait qu'aucun facteur climatique en pré-floraison n'apporte une part d'explication supplémentaire au développement des LP nous laisse penser que *P. funiculosum*, quelles que soient les conditions climatiques, même si elles sont défavorables à la germination et à la croissance mycélienne, est transporté dans les loges ovariennes sous forme de conidies par *S. ananas*. Mais, il est également possible que l'importance de la présence des tarsonèmes soit telle qu'elle minimise le rôle des hygrométries élevées, du TIF à la floraison, nécessaires à la sporulation et au développement en saprophyte sur les pièces florales du champignon avant transport par les acariens.

Ce dernier aspect est bien mis en évidence en tant que facteur explicatif des taches noires. De basses hygromé-

tries entre le TIF et la floraison et plus particulièrement au cours des 5 semaines qui précèdent l'anthèse apparaissent limitantes pour l'apparition de ce faciès. Pour ROHRBACH et TANIGUCHI (1984), ce sont plutôt les basses températures (16-21°C) qui sont favorables et qui conditionnent à cette période la réussite de l'infection. Ces deux paramètres, hygrométries élevées et températures basses sont très corrélés, et si nous mettons l'accent sur l'hygrométrie, c'est compte tenu de nos connaissances sur les exigences thermiques du *P. funiculosum*. Les travaux de MISLIVEC et TUIITE (1970) sur le genre *Penicillium* indiquent en effet que *P. funiculosum* est une des espèces dont la température optimum de croissance est la plus élevée (30°C). De même ces auteurs mettent en évidence le rôle très important de l'hygrométrie sur ce champignon. La sporulation, d'une part, et la germination des conidies d'autre part ne peuvent s'effectuer en dessous des niveaux 86 p. 100 HR et 90 p. 100 HR respectivement.

Il ressort de cette étude que l'hygrométrie en période de préfloraison est le facteur limitant pour la formation des taches noires. En périodes non limitantes, le rayonnement en fin de maturation des fruits, ou un autre facteur qui lui est fortement corrélé (hautes températures) explique les hauts niveaux d'infestation. Le rôle de ce facteur sur la reprise de croissance de *P. funiculosum* ou sur la physiologie du fruit en relation avec la phase de latence de la maladie mérite d'être étudié plus précisément. Contrairement à ce qui est observé pour les leathery pocket, *Steneotarsonemus ananas* n'apparaît pas intervenir dans cette étude comme un facteur explicatif des taches noires. On restera toutefois prudent sur cette conclusion, car bien qu'une dynamique de cet acarien soit mise en évidence, les populations se situent peut-être toujours au-dessous du seuil minimum nécessaire à la contamination des inflorescences par *P. funiculosum*.

BIBLIOGRAPHIE

- HEPTON (A.) et ANDERSON (E. J.). 1968.
Inter fruitlet corking of pineapple fruit, a new disease in Hawaii.
Phytopathology, 58, 74-78.
- LE GRICE (D.A.) et MARR (G.S.). 1970.
Fruit diseases control in pineapple.
Farm. South Afric., 56, 9-12.
- MISLIVEC (P.B.) et TUIITE (J.). 1970.
Temperature and relative humidity requirement of species of *Penicillium* isolated from yellow dent corn kernels.
Mycologia, 62, 75-88.
- MOURICHON (X.). 1983 a.
Contribution à l'étude des taches noires (fruitlet core rot) et leathery pocket de l'ananas causés par *Penicillium funiculosum* THOM. en Côte d'Ivoire.
Fruits, 38 (9), 601-609.
- MOURICHON (X.). 1983 b.
Some aspects of fruitlet core rot of pineapple in Ivory Coast.
4th International Congress of Plant Pathology, Melbourne, Australia, 17-24 august 1983.
- OKIMOTO (M.C.). 1948.
Anatomy and histology of the pineapple inflorescence and fruit.
Bot. Gaz., 110, 217-231.
- PETTY (G.J.). 1977.
Leathery pocket in pineapples.
Farm. South Afric., Pineapple series H.2.
- ROHRBACH (K.G.), NAMBA (R.) et TANIGUCHI (G.). 1981.
Endosulfan for control of pineapple inter fruitlet corking, leathery pocket and fruitlet core rot.
Phytopathology, 9, 1006.
- ROHRBACH (K.G.) et TANIGUCHI (G.). 1984.
Effect of temperature, moisture and stage of inflorescence development on infection pineapple by *Penicillium funiculosum* and *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*.
Phytopathology, 74 (8), 995-1000.
- SINGLETON (V.L.) et GORTNER (W.A.). 1965.
Chemical and physical development of the pineapple fruit. II.- Carbohydrate and acid contents.
J. Fd. Sci., 30, 19-23.

