

f 30837

NOUVELLES DONNÉES SUR LE DÉROULEMENT DE LA MYCOSE À *NEOZYGITES FUMOSA* SUR LA COCHENILLE DU MANIOC *PHENACOCCLUS MANIHOTI*

B. LE RÛ & Y. IZIQUEL

ORSTOM, B.P. 181, Brazzaville, R.P. Congo

Cet article présente les résultats obtenus en 1987 sur des points non encore abordés précédemment dans le cadre de l'étude des circonstances épidémiologiques favorisant le déroulement de l'Entomophthorose à *Neozygites fumosa* (Speare) Remaudière et Keller, pathogène de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (*Hom. : Pseudococcidae*).

Il montre notamment que l'évolution de la maladie, très rapide, correspond à la succession de 2 phases : une première phase, d'implantation, fortement liée à la taille et à la structure des colonies et une deuxième phase (épizootique au sens strict) indépendante de leur taille et de leur structure.

Son évolution apparaît plus liée à la régularité des pluies qu'à la quantité d'eau.

Les conditions sont très favorables quand l'humidité relative est supérieure à 90 % pendant au moins 5 heures par jour de façon régulière.

Le rôle important joué par la durée d'humectation du feuillage est montré ici pour la première fois. La densité des conidies du pathogène dans l'air est proportionnelle aux taux de mycose observés dans les populations de *P. manihoti*.

MOTS CLÉS : *Phenacoccus manihoti*, *Neozygites fumosa*, durée d'humectation, densité d'inoculum, pièges englués, épizootologie.

L'Entomophthorale *Neozygites fumosa* (Speare) Remaudière et Keller pathogène de *Pseudococcidae* (Le Rû et al., 1985), a été mise en évidence sur *Phenacoccus manihoti* Mat. Ferr. (*Hom. : Pseudococcidae*) ravageur du manioc, *Manihot esculenta* Crantz (*Euphorbiaceae*), pour la première fois au Congo en 1982 (Le Rû, 1984).

Les études écologiques que nous avons entreprises en 1982 et 1985 ont permis de montrer, notamment, que le déclenchement de l'épizootie était conditionné par l'apparition simultanée, d'humidité relative supérieure ou égale à 90 % plusieurs jours de suite et, de températures minimales supérieures ou égales à 20 °C. Il semble également lié à la densité du ravageur (Le Rû, 1986, a & b).

En 1987, nous avons poursuivi nos recherches sur l'étude du rôle éventuel de la présence d'eau liquide à la surface des feuilles sur le déroulement de la maladie, en nous attachant plus particulièrement :

- 1) Au type de cadavres observé ; cadavres à spores ou à conidies (Le Rû et al., 1985).
- 2) A l'incidence de la taille des colonies.
- 3) A l'origine de l'inoculum dans la parcelle.

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 30.837 *exp 1*

31 OCT. 1990

Cote : B

Pour ce dernier point, nous avons expérimenté un piégeage sur papiers englués selon une méthode utilisée dans la capture des conidies de champignons phytopathogènes (Fitt *et al.*, 1985). Le procédé a permis également le piégeage de cochenilles saines et de cochenilles mortes de mycose. Les données ainsi recueillies ont été analysées dans notre étude.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'étude s'est déroulée en 1987 dans une parcelle de 2 000 m², installée sur jachère et située à Brazzaville. Les plants de manioc, de la variété M'PEMBE, âgés de 10 à 12 mois (plus de 2 mètres de hauteur), ont une densité de 1 pied/m². La parcelle subit sa 1^{re} colonisation de cochenilles ce qui suggère l'absence de mycose avant notre étude.

La dynamique de l'infestation a été étudiée hebdomadairement selon une méthode d'échantillonnage dérivée de celle de Fabres (1982).

L'opérateur choisit un premier sommet de tige à au moins 3 m de la bordure, puis il effectue un cheminement au hasard. Au bout de 5 pas il s'arrête, et prélève un sommet de tige. L'opérateur récolte ainsi de 10 à 30 sommités. Le nombre est préalablement fixé sur la base des densités et de la variance du nombre de cochenilles observé lors du comptage précédent. Les prélèvements sont placés individuellement dans des sacs en polyéthylène et conservés ensuite au réfrigérateur à 5 °C.

Nous n'avons pas opéré de distinction dans la répartition verticale des cochenilles sur un sommet de tige. En effet, la distinction entre feuilles inférieures, feuilles supérieures et feuilles du sommet de la tige, nous est apparue par trop arbitraire, notamment en fin de saison sèche, lorsque le nombre de feuilles est faible (souvent inférieur à 6) et la croissance du manioc très ralentie.

Toutes les cochenilles provenant des échantillons de sommités de manioc sont dénombrées sous la loupe binoculaire en mentionnant leur stade de développement — L1, L2, L3, L4 (L4 = femelle immature + femelle avec ovisac) — et leur état : vivantes ou mortes de mycose. Nous avons dénombré à part les cochenilles remplies de spores de résistances et celles productrices de conidies.

La présence d'eau liquide à la surface des feuilles a été mesurée à l'aide d'un enregistreur d'humectation de Woelfle (R. Fuess ; Berlin-Steglitz). Le piégeage des conidies dans l'air a été effectué à l'aide de la méthode mise au point pour *Botrytis fabae* Sardina pathogène de *Vicia fabae* L. par Fitt *et al.* (1985). Des morceaux de papier cellophane (16 × 25 mm) enduits d'abord avec de la glycérine (gélatine 1 g., glycérol 7 g., phénol 0,15 g., eau 6 ml), puis avec de la vaseline et de la paraffine à 12 % diluée dans de l'hexane sont enroulés autour de cylindres verticaux de 0,5 cm de diamètre. Ces derniers sont placés à 30, 60, 100 et 150 cm de hauteur, à raison de 5 rouleaux par hauteur. Les morceaux de papier cellophane sont récoltés chaque semaine et montés sur lames. Les conidies, les spores de résistance, les cochenilles saines et les cochenilles porteuses de conidies ou de spores sont dénombrés chaque semaine.

Les relevés climatiques (température, humidité relative, pluviométrie) ont été fournis par la station de Bioclimatologie de l'ORSTOM de Brazzaville située à 200 m de la parcelle.

RÉSULTATS

ALLURE GÉNÉRALE DES COURBES

La figure 1 indique l'évolution du nombre total de *P. manihoti*, des nombres de cochenilles vivantes ou tuées par la mycose, en regard des variations des paramètres

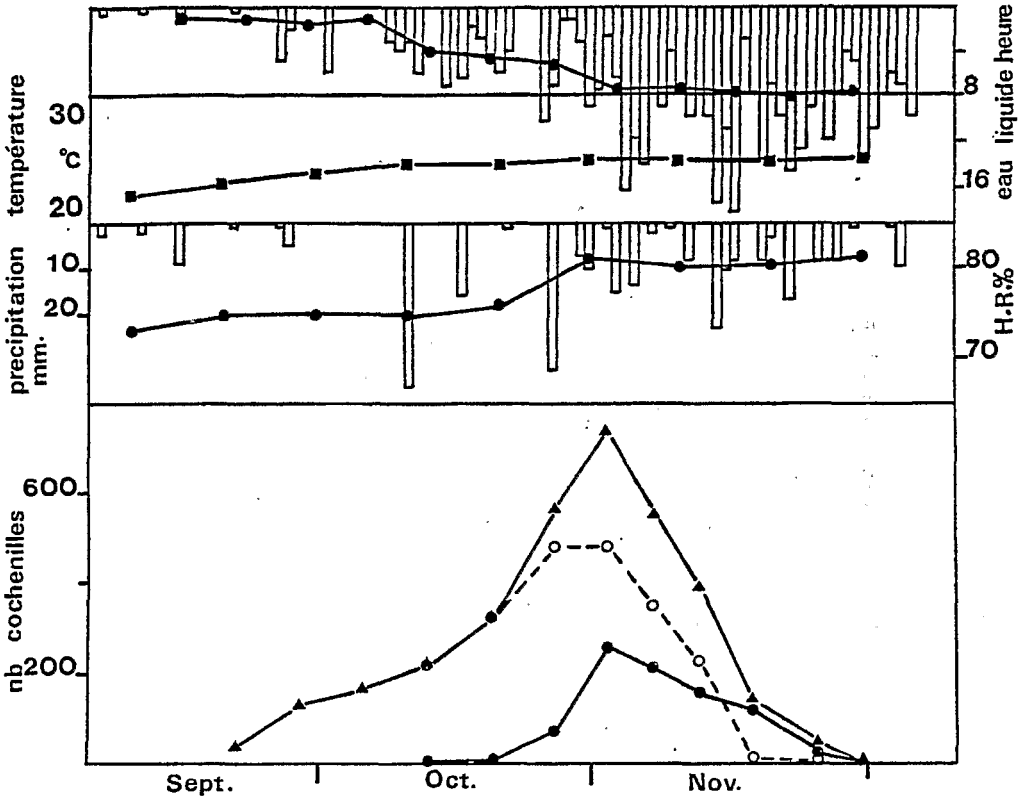


Fig. 1. Variations, de septembre à novembre 1987, des effectifs de *P. manihoti* (▲ — — ▲) du nombre de *P. manihoti* vivants (○ — — ○), ou tuées par la mycose *N. fumosa* (● — — ●) en relation avec les caractéristiques climatiques (température moyenne décadaire, pluviométrie, humidité relative moyenne décadaire, durée quotidienne d'humectation et durée moyenne hebdomadaire d'humectation).

climatiques. L'extension de la maladie, qui correspond à l'arrêt de croissance des populations de la cochenille, est très brutale. Elle est sous la dépendance de l'apparition simultanée d'humidité relative supérieure à 80 % plusieurs jours de suite, de températures minimales supérieures à 20 °C d'une augmentation de la fréquence des pluies et du nombre d'heures de présence d'eau liquide à la surface des feuilles. Elle se traduit par une augmentation très rapide du taux de plantes portant des individus morts de mycose : passant de 10 à 100 % respectivement entre le 19 et le 16 octobre. Cette situation est tout à fait comparable à celle que nous avons observée en 1982 et en 1985 dans des parcelles situées à Kombé (Le Rû, 1986, a & b). Si nous distinguons les cadavres à conidies et les cadavres à spores, nous remarquons que ces derniers s'observent surtout en fin d'épizootie (fig. 2).

INFLUENCE DES PLUIES, DE L'HUMIDITÉ RELATIVE ET DE L'EAU LIQUIDE

Le calcul des différents coefficients de corrélation entre les taux de cochenilles mortes de mycose, porteuses de conidies et porteuses de spores de résistance et les différents paramètres climatiques (tableau 1) indique que :

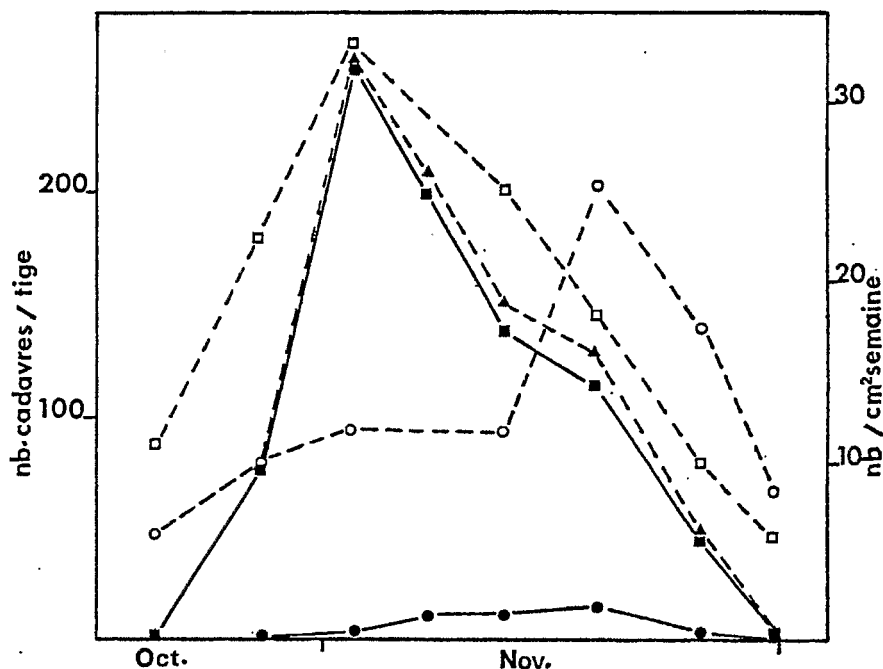


Fig. 2. Evolution des nombres de cochenilles mortes de mycose (▲—▲), de cadavres à conidies (■—■) et à spores (●—●), en regard des variations des nombres de conidies (□—□) et de spores (○—○) capturés à 1 mètre du sol.

- L'évolution de la maladie ne semble pas conditionnée par la quantité d'eau décadaire ($r = -0,33$). Elle semble en revanche liée à la régularité des pluies, même si la corrélation est faible ($r = 0,60$, $P < 0,05$). En effet, le début de l'épizootie correspond à une décade très pluvieuse (7 jours de pluies) caractérisée par des précipitations de faibles intensités (15 mm au maximum le 28 octobre) (fig. 1).

- Si l'évolution de la maladie semble bien liée à une augmentation du nombre d'heures par décade où l'H.R. $> 90\%$ ($r = 0,80$, $P < 0,01$), le nombre d'heures par jour de présence de cette humidité relative n'apparaît pas déterminant. En effet, la corrélation, faible, reste constante : 0,64 ; 0,64 et 0,62 respectivement pour un nombre d'heures par jour où l'humidité relative est supérieure à 90 % pendant plus de 5 h, plus de 10 h et plus de 15 h (tableau 1).

- Comme pour l'humidité relative, l'évolution de la maladie semble dépendre de l'augmentation du nombre d'heures décadaires de présence d'eau liquide à la surface des feuilles ($r = 0,70$) et du nombre d'heures quotidien de présence de cette eau liquide ($r = 0,83$; 0,81 et 0,56 respectivement pour un nombre d'heures > 5 h ; > 10 et > 15 h). L'importance du facteur eau liquide sur l'évolution de la maladie ressort assez nettement. Le déclenchement de la maladie semble conditionné par l'apparition d'eau liquide à la surface des feuilles pendant au moins 10 h/jour plusieurs jours de suite.

Des différents facteurs climatiques étudiés, la présence d'eau liquide à la surface des feuilles et l'humidité relative sont ceux qui semblent avoir la plus grande incidence sur la formation des cadavres à conidies et à spores (tableau 1).

TABLEAU I

Coefficients de corrélation entre les facteurs climatiques et les pourcentages, de cochenilles mortes de mycose, de cadavres à spores et de cadavres à conidies

	% de cochenilles mortes de mycose	% de cadavres à spores	% de cadavres à conidies
H.R. moyenne décadaire	0,71 (a)	0,44	0,72 (a)
Nb d'heures décadaires où H.R. > 90 %	0,80 (a)	0,69 (b)	0,79 (a)
Nb de jours/décade où H.R. > 90 % pendant au moins 5 heures	0,64 (b)	0,46	0,64 (b)
Nb de jours/décade où H.R. > 90 % pendant au moins 10 heures	0,64 (b)	0,63 (b)	0,63 (b)
Nb de jours/décade où H.R. > 90 % pendant au moins 15 heures	0,62 (b)	0,67 (b)	0,61 (b)
Nb d'heures/décade où eau liquide	0,70 (b)	0,71 (a)	0,85 (a)
Nb de jours/décade ou eau liquide > 5 heures	0,83 (a)	0,63 (b)	0,82 (a)
Nb de jours/décade ou eau liquide > 10 heures	0,81 (a)	0,77 (a)	0,80 (a)
Nb de jours/décade ou eau liquide > 15 heures	0,56	0,88 (a)	0,56
Nb de jours des pluies/décade	0,60 (b)	0,43	0,45
Quantité d'eau/décade	- 0,33	- 0,16	- 0,35

n = 12.

(a) : significatif à 1 %.

(b) : significatif à 5 %.

INFLUENCE DE LA TAILLE ET DE LA STRUCTURE DES COLONIES (TABLEAUX 2, 3 ET 4)

Lors du déclenchement de la maladie, la taille moyenne des colonies avec mycose est supérieure à celle des colonies sans mycose (tableau 2). De plus, le pourcentage d'individus morts de mycose est en relation avec la taille de la colonie, la corrélation reste forte, supérieure à 0,85 ($P < 0,01$) jusqu'au 7 novembre (tableau 3). Enfin, les colonies dont le rapport R (nombre de larves/nombre de ♀) est faible sont les plus infestées (tableau 4).

PIÈGEAGE DES COCHENILLES

Le piégeage a permis de récolter des cochenilles, quelques L4 et quelques L2 et L3, mais surtout des L1 qui représentent 95 % des captures. La majorité des cochenilles récoltées sont saines (plus de 99 %). Cependant, nous avons pu dénombrer quelques cochenilles porteuses de conidies ou de spores. En fait, les spores de résistance observées résultent probablement de l'éclatement de cadavres à spores sur les pièges englués. Les densités maximum de cochenilles ont été observées à 1 mètre de haut. Ce sont ces valeurs maximales qui ont été retenues pour la suite de l'exposé.

TABLEAU 2
Relation entre la taille de la colonie et l'implantation de la mycose

Date	n	S	Sm	% mycose
12.10.87	10	227,0	453,7 (a)	0,02
19.10.87	10	325,0	504,8 (a)	1,0
26.10.87	10	569,5	583,5	14,0

S = nombre moyen de cochenille saines sur l'ensemble des plantes attaquées.

Sm = nombre moyen de cochenilles saines sur les plantes portant également des individus morts de mycose.

TABLEAU 3
Relation entre la taille de la colonie et le nombre de cochenilles mortes de mycose

Date	n	r_s	P ₁	P ₂
12.10.87	10	0,967 (a)	70,0	0,02
19.10.87	10	0,946 (a)	90,0	1,0
26.10.87	10	0,862 (a)	100,0	14,0
02.11.87	10	0,924 (a)	100,0	35,0
07.11.87	10	0,857 (a)	100,0	37,60
18.11.87	10	- 0,126	100,0	88,50

(a) : significatif à 0,01 %.

n : nombre de colonies observées.

r_s : coefficient de corrélation de Spearman.

P₁ : pourcentage de plants portant des individus tués par la mycose.

P₂ : pourcentage d'individus tués par la mycose dans la population de cochenilles.

ORIGINE DE L'INOCULUM

Le piégeage a permis de récolter des conidies et des spores de résistance. Les densités maximum de conidies ont été observées à 1 mètre de haut, fin octobre, début novembre ; celles des spores de résistance à 60 cm de haut, fin novembre. Ce sont ces valeurs maximales qui ont été retenues pour la suite de l'exposé.

Conidies et cochenilles saines

La variation de la densité de conidies dans l'air est tout à fait parallèle à celle du nombre d'individus infectés producteurs de conidies (fig. 2). La chute de la densité des conidies correspond à celle des effectifs globaux, 36,8 ; 16,3 et 6,4 conidies/cm².semaine pour 262,3 ; 160,8 et 50,1 cadavres morts de mycose respectivement les 2, 12 et 25 novembre. La corrélation est forte, $r = 0,95$ ($n = 7$, $P < 0,01$). Comme la proportion de ♀ infectées par le champignon est beaucoup plus importante, on peut considérer que la majorité des conidies présentes dans l'air provient des ♀ (fig. 3).

Spores

Les densités de spores dénombrées sont beaucoup moins importantes que celles des conidies. Elles sont cependant toujours présentes avec un maximum en fin d'épizootie, fin

TABLEAU 4

Relation entre le nombre d'individus tués par la mycose et la structure des populations (caractérisée par le rapport $R = \frac{nb \text{ de larves}}{nb \text{ de } \varnothing}$)

Date	n	R	r _s
19.10.87	9	7,8	0,871 (a)
26.10.87	10	13,6	0,491
02.11.87	10	18,7	- 0,562
07.11.87	10	17,9	- 0,395
12.11.87	10	16,3	- 0,335

(a) : significatif à 1 %.
 n : nombre de colonies observées.
 r_s : coefficient de corrélation de Spearman.

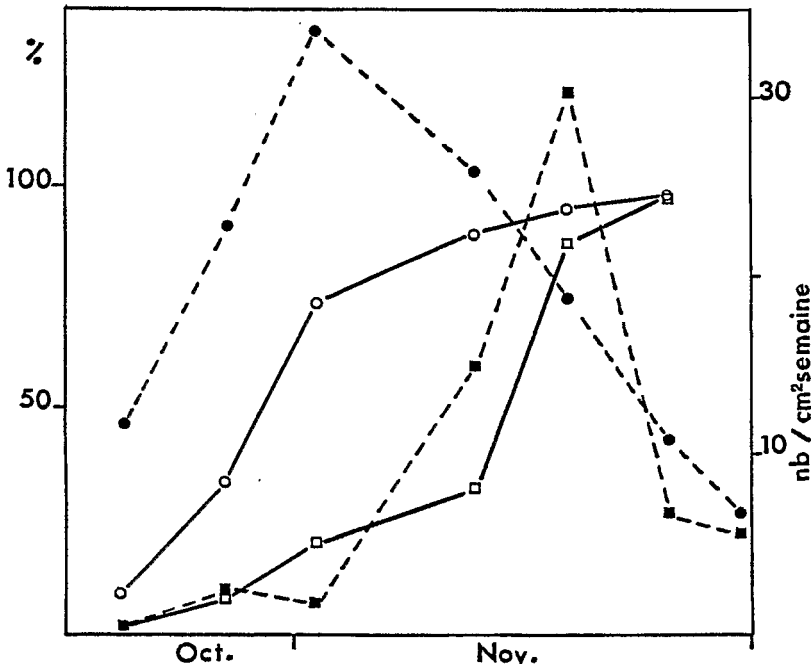


Fig. 3. Evolution des nombres de conidies (●—●) et de spores (■—■) capturées à 1 mètre du sol, en regard des nombres moyens de ♀ (○—○) et de larves (L1 + L2 + L3) (□—□) dans les colonies.

novembre ; 2, 1,2 et 16,2 spores/cm².semaine respectivement les 19 octobre et les 2 et 18 novembre. Comme pour les conidies, les variations de densité des spores dans l'air sont fortement corrélées avec le nombre de cadavres à spores, r = 0,84. La formation de ces dernières s'observe surtout en fin d'épizootie dans une population composée en majorité de larves (fig. 3).

DISCUSSION ET CONCLUSION

ALLURE DES GRADATIONS ET FACTEURS CLIMATIQUES

L'installation du pathogène est très rapide dans l'ensemble de la parcelle. L'acmé de l'épizootie est atteinte 20 jours à peine après l'apparition de la maladie. La succession de 2 phases est ici bien mise en évidence :

— une 1^{re} phase d'implantation de la maladie jusqu'à la fin octobre, fortement conditionnée par la taille et la structure des colonies ;

— une 2^e phase, de début à fin novembre, au cours de laquelle l'évolution de la maladie est indépendante de la taille et de la structure des colonies.

Lors de l'apparition de la maladie, les faibles densités d'inoculum rendent l'implantation de la maladie au sein des colonies d'autant plus improbable qu'elles sont petites et par conséquent de faible surface. Assez rapidement, fin octobre, la forte augmentation des densités d'inoculum (acmé du nombre de cadavres le 2 novembre) rend le facteur taille de la colonie négligeable. L'implantation plus rapide de la maladie dans les populations composées en majorité d'adultes n'est vraisemblablement pas liées à une plus grande sensibilité des ♀ au pathogène. Elle s'explique probablement par le fait que celles-ci ont une plus grande surface et une plus grande durée d'exposition à l'inoculum. Par rapport au modèle décrit par **Rabasse & Dedryver** (1982), concernant *Neozygites fresenii* (Nowakowski) Remaudière et Keller et le puceron *Aphis fabae* (Scopoli) (*Hom.* : *Aphididae*), où 3 phases se succèdent, le processus épizootique est ici plus rapide, aboutissant à la superposition des 2 premières phases. Il est en effet, difficile de différencier dans le cas de la cochenille du manioc, la phase d'apparition de la maladie, de sa phase d'extension.

En ce qui concerne le rôle joué par les facteurs climatiques, les observations faites en 1987 révèlent que l'évolution de la maladie est plus liée à la régularité des pluies qu'à la quantité d'eau. Des observations similaires ont été faites en Floride sur *Neozygites floridana* (Weiser et Muma) Remaudière et Keller pathogène d'acariens prédateurs de Citrus (Muma, 1955 ; Selhime & Muma, 1966).

Elles confirment l'importance de l'humidité relative sur l'évolution de la maladie, déjà mise en évidence en 1982 et 1985. Il semble cependant que l'humidité relative soit plus à considérer en terme qualitatif que quantitatif. Au cours d'une période donnée une répartition homogène du nombre d'heures où l'humidité relative > 90 % sera plus favorable sur l'évolution de la maladie qu'une répartition hétérogène. On peut penser que les phases de multiplication du pathogène sont plus régulières, permettant d'assurer une meilleure distribution dans le temps de l'inoculum.

Le rôle important joué par la durée d'humectation du feuillage sur l'évolution de la maladie est montré ici pour la 1^{re} fois. L'importance de ce paramètre sur le cycle des entomophthorales a été démontré expérimentalement en laboratoire et en serre à plusieurs reprises (**Wilding**, 1969 ; **Dedryver**, 1979 ; **Kramer**, 1980). Au champ, seul **Carruthers & Haynes**, (1986) ont abordé l'étude quantitative de ce paramètre ; ils ont en effet montré que l'habitat où la présence d'eau liquide était la plus longue, était le plus favorable à la conidiogénèse de *Entomophthora muscae* (Cohn) Fresenius, pathogène de *Delia antiqua* (Meigen) (*Diptera*, *Muscidae*). Un résultat similaire avait déjà été obtenu par **Allen & Kish**, (1976) sur *Nomuraea rileyi* (Farlow Samson) (*Hyphomycètes*) dont l'intensité de conidiogénèse est fortement corrélée avec la présence d'eau liquide à la surface des plantes.

L'évolution symétrique des courbes de la durée moyenne d'humectation hebdomadaire et de l'humidité relative décadaire montre clairement la représentativité de l'une par rapport à l'autre. En l'absence d'humectographe, la seule prise en considération de

l'humidité relative reste un bon critère climatique pour l'étude épidémiologique des Entomophthoroses.

DISSÉMINATION DE L'INOCULUM : DENSITÉS DES CONIDIES DANS L'AIR

Nous avons pu montrer la dissémination par le vent, des cadavres porteurs de conidies ou de spores. Comme dans le cas des quelques travaux réalisés dans ce domaine sur les Entomophthoroses de pucerons (Wilding, 1975 ; Wilding & Perry, 1980 ; Coremans-Pelseneer *et al.*, 1983), la densité de conidies de *N. fumosa* dans l'air est proportionnelle aux taux de mycose observés dans les populations de *P. manihoti*.

Par rapport au piège à succion employé pour la détermination de la densité des conidies dans l'air par ces auteurs, la méthode de piégeage employée ici présente semble-t-il une plus grande souplesse d'utilisation pour l'étude des Entomophthoroses :

— elle permet de multiplier aisément les lieux de capture, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de la parcelle ;

— elle permet le piégeage à différentes hauteurs (nous avons pu montrer que le nombre de conidies capturées est conditionné par la hauteur).

En conclusion, cette étude montre l'importance du facteur eau liquide à la surface des feuilles, clairement démontrée ici. Elle souligne l'intérêt et la nécessité pour toute étude au champ d'aborder l'étude des facteurs microclimatiques au niveau du feuillage ; les mesures macroclimatiques apparaissent souvent insuffisantes.

Elle s'appuie sur des données recueillies à l'intérieur de la parcelle. L'extension du piégeage aux abords du champ permettrait d'apprécier les modalités de contamination d'une parcelle à l'autre par conidies, par spores de résistance et par cadavres de cochenilles. De plus, nous avons travaillé dans un champ d'un an qui n'existait pas lors de la gradation précédente. Dans une culture de 2 ans, il importerait d'apprécier également la part de l'inoculum en place. En effet, les foyers de mycose se maintiennent à l'état enzootique tout au long de l'année dans les populations résiduelles de la cochenille (Le Rû, 1984).

Enfin, il faudrait tenir compte également du maintien de populations importantes de cochenilles sur *M. glaziovii* Mull. Arg. Euphorbiacée pérenne, tout au long de l'année. Elles constituent probablement une source importante de l'inoculum.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient MM. B. Papierok et J. L. Dumas pour l'aide apportée dans la mise au point du présent article.

SUMMARY

Some new observations on the epizootiology of *Neozygites fumosa* in populations of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti*

This paper gives results obtained in the Congo in 1987 on previously unstudied aspects of the epizootiology of *Neozygites fumosa* (Speare) Remaudière et Keller (*Entomophthorales*), a pathogen of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (*Hom. : Pseudococcidae*).

The disease spreads very rapidly, in 2 distinct phases : an initial, implantation, phase, strongly correlated with the size and structure of the host colonies and a 2nd phase (the epizootic phase in the strict sense), which is independant of these factors. The development of the epizootic appears to be

more closely related to the frequency of rainfall than with total rainfall. Conditions are highly favourable when the air humidity is greater than 90 % for at least 5 hours per day, consistently. The significance of the time during which the canopy remains wet is demonstrated for the first time. The density of conidia in the air is positively correlated with the level of infection in the *P. manihoti* population.

KEY-WORDS: *Phenacoccus manihoti*, *Neozygites fumosa*, wet-time, inoculum density, sticky traps, epizootiology.

Received : 7 July 1988 ; Accepted : 29 November 1988.

BIBLIOGRAPHIE

- Allen, G. E. & Kish, L. P. — 1976. Monitoring of microenvironmental parameters affecting the development of epizootics of *Nomuraea rileyi* on the velvetbean caterpillar in soybean, pp. 432-433. In : Proc. 1st Int. Coll. Invertebr. Pathol. — 9th, *Annu. Nat. Soc. Invertebr. Pathol. Queens Univ.*, Kingston, Ontario, Canada.
- Carruthers, R. I. & Haynes, D. L. — 1986. Temperature, moisture, and habitat effects on *Entomophthora muscae* [Entomophthorales : Entomophthoraceae] conidial germination and survival in the onion agroecosystem. — *Environ. Entomol.*, 15, 1154-1160.
- Coremans-Pelseneer, J., Villers, S. & Matthys, V. — 1983. Entomophthorales found on wheat aphids, in soil and air on the same field. Four years compared results. — *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniversiteit Gent.*, 48, 207-214.
- Dedryver, C. A. — 1979. Déclenchement en serre d'une épizootie à *Entomophthora fresenii* sur *Aphis fabae* par introduction d'inoculum et régulation de l'humidité relative. — *Entomophaga*, 24, 443-453.
- Fabres, G. — 1982. Bioécologie de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Pseudococcidae] en République populaire du Congo. I. Variations d'abondance et facteurs de régulation. — *Agron. Trop.*, 36, 369-377.
- Fitt, B. D. L., Creighton, N. F. & Bainbridge, A. — 1985. Role of wind and rain in dispersal of *Botrytis fabae* conidia. — *Trans. Br. mycol. Soc.*, 85, 307-312.
- Kramer, J. P. — 1980. The house fly mycosis caused by *Entomophthora muscae* : influence of relative humidity on infection and conidial germination. — *J.N.Y. Entomol. Soc.*, 88, 236-240.
- Le Rû, B. — 1984. Contribution à l'étude de l'écologie de la cochenille du manioc, *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Coccoïdæ, Pseudococcidae] en République populaire du Congo. — *Thèse de 3^e cycle, Paris XI*, (Orsay), 118 p.
- Le Rû, B. — 1986a. Etude de l'évolution d'une mycose à *Neozygites fumosa* [Zygomycètes. Entomophthorales] dans une population de la cochenille du manioc, *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Pseudococcidae]. — *Entomophaga*, 31, 79-89.
- Le Rû, B. — 1986b. The role of *Neozygites fumosa* in regulation of cassava mealybug populations. *Proc. of the 4th Intern. Coll. of Invertebr. Pathol.* — « Koningshof » Veldhoven ; Netherlands.
- Le Rû, B., Silvie, P. & Papierok, B. — 1985. L'Entomophthorale *Neozygites fumosa* pathogène de la cochenille du manioc, *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Pseudococcidae] en République populaire du Congo. — *Entomophaga*, 30, 23-29.
- Muma, M. H. — 1955. Factors contributing to the natural control on citrus insects and mites in Florida. — *J. Econ. Entomol.*, 4, 432-438.
- Rabasse, J. M. & Dedryver, R. A. — 1982. Facteurs de limitation des populations d'*Aphis fabae* dans l'Ouest de la France. IV. Nouvelles données sur le déroulement des épizooties à Entomophthoracées sur féverole de printemps. — *Entomophaga*, 27, 39-53.
- Selhime, A. G. & Muma, M. H. — 1966. Biology of *Entomophthora floridana* attacking *Eutetranychus banksi*. — *Fl. Entomol.*, 49, 161-168.

- Wilding, N.** — 1969. Effect of humidity on the sporulation of *Entomophthora aphidis* and *E. thaxteriana*. — *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 53, 126-130.
- Wilding, N.** — 1975. *Entomophthora* species infecting pea aphids. — *Trans. R. Entomol. Soc.*, 127, 171-183.
- Wilding, N. & Perry, J. N.** — 1980. Studies on *Entomophthora* in populations of *Aphis fabae* in field beans. — *Ann. Appl. Biol.*, 94, 367-378.