

LES TRAITEMENTS PESTICIDES A DÉBIT RÉDUIT EN CULTURE FRUITIÈRE TROPICALE

ESSAI DE PRÉVISION DES ATTAQUES DE *CERCOSPORA* EN GUADELOUPE

par H. GUYOT et J. CUILLÉ

Ce travail placé sous la direction de H. GUYOT et J. CUILLÉ a été réalisé grâce au concours des techniciens de la Station de l'I. F. A. C. de Guadeloupe et du Laboratoire de Défense des Cultures de Paris. P. AUTOUR, P. OLIVIER, H. LOCHMANN, B. BLANCHET, M. VOLLET et J. BELMONT ont réalisé un travail matériel considérable pour assurer chaque semaine, pendant près de deux ans, les observations sur plus de deux cents bananiers. Mille cinq cents graphiques hebdomadaires ont été relevés, analysés heure par heure et traduits en courbes.

Les résultats obtenus sont suffisamment probants pour faire l'objet de la note ci-après. Ils méritent d'être vérifiés et repris dans des conditions écologiques différentes. Dès à présent ils apportent un élément d'appréciation facile pour l'agronome qui cherche à localiser avec plus de précision le moment des attaques de Cercospora.

Nous espérons que le traitement « sur ordre » avec les huiles minérales appliquées à débit réduit, permettra de limiter le nombre des applications.

L'utilisation de pesticides efficaces, capables de limiter le développement d'un parasite, conditionne certainement le succès d'un traitement. Le second impératif de la réussite réside dans le choix de l'époque des interventions et de leur périodicité.

Pour la lutte contre *Cercospora musae*, comme pour bon nombre d'autres champignons, le plus simple consiste à protéger la plante pendant la période critique de l'année par des applications fongicides répétées et d'espacer ensuite les traitements en saison sèche, moins propice au développement du cryptogame.

Cependant cette méthode due à R. LEACH est pratiquée surtout pour les applications de bouillie bordelaise. Elle conduit à réaliser des traitements chaque quinzaine en saison humide et parfois plus d'une fois par mois en saison sèche : 20 à 22 traitements sont alors nécessaires.

Cette pratique « d'assurance » ne fait courir aucun risque au planteur, mais l'entraîne à des dépenses importantes constituées en grande partie par des traitements parfaitement inutiles.

On ne peut l'abandonner, qu'en possédant la certitude d'intervenir de façon suffisamment efficace pour anihiler instantanément l'attaque fongique et aussi de prévoir aussi exactement que possible le moment de l'infection.

La première de ces deux conditions est réalisée, puisqu'avec les huiles minérales appliquées par atomisation, l'attaque de *Cercospora* peut être arrêtée, même lorsque le champignon a développé son mycélium à l'intérieur des tissus foliaires (J. BRUN). Avec les sels de cuivre, dont la bouillie bordelaise, l'action du fongicide ne se manifeste que par l'inhibition de la production de conidies ou de leur germination (R. LEACH).

Il en résulte que le système de prévision devrait tenir compte de ce seul moment où le champignon est sensible à l'action du produit antifongique.

Dans ce but, étudiant en Guadeloupe les possibilités de prévoir les attaques de *Cercospora*, nous avons repris les travaux antérieurs et tenté de tirer le maximum d'indications de l'étude de la formation et de la durée des rosées.

On sait en effet, depuis des travaux de STAHEL, de LEACH et de CALPOUZOS que la présence d'eau sur la feuille est nécessaire pour permettre la germination des conidies. Par ailleurs, l'émission des organes de reproduction, conidies ou ascospores ne peut se faire qu'en atmosphère très humide. A la suite des études faites à la Jamaïque par LEACH, il était apparu que les bananiers situés sous ombrages, et sur lesquels la rosée ne se formait pas, étaient épargnés en grande partie par *Cercospora*. Des recherches très précises avaient été faites tant sur l'émission du tube germinatif que la formation d'appressoria. Le rôle de la lumière avait également été envisagé.

Ces recherches montraient que la rosée était le facteur limitant le plus important, quant aux possibilités de reproduction du champignon, toute lutte préventive avec des produits cupriques devait donc être basée sur l'étude du régime des rosées.

En 1955-56 nous avons monté une expérimentation consistant à cultiver plusieurs petites parcelles de bananiers sous des ombrages artificiels plus ou moins denses. Les résultats furent d'une netteté remarquable :

absence totale de rosée, absence de *Cercospora*. Quelques extrémités de feuilles développées à l'extérieur des abris étaient normalement cercosporées.

Dans le même temps, nous avons monté un roséographe enregistreur photographique avec une jauge de DUVDEVANI (à paraître), qui nous permettait de reconnaître avec une grande précision la durée des rosées. De ces observations, qu'il est inutile de relater par le détail étant donné leur peu d'intérêt pratique, nous devons conclure que, si la rosée est bien un facteur déterminant, une limitation naturelle de l'attaque de *Cercospora* peut très bien se produire en même temps que des rosées très abondantes.

Il en résulte que la prévision des infections est peut-être possible en se basant sur les variations du régime des rosées, quoique les piègeages des ascospores et des conidies paraisse plus certain. Mais si l'on ne se préoccupe que du développement des taches sur les feuilles il existe d'autres facteurs plus intéressants à étudier.

Pour la suite de ces recherches, nous avons donc supposé que des organes de reproduction pouvaient être émis toute l'année et nous n'avons plus examiné que le développement végétatif. Il va sans dire que la méthode que nous nous efforçons de définir ci-après est absolument sans valeur pour des traitements préventifs, avec les fongicides cupriques notamment. Elle ne peut donner des chances de réussite qu'avec les huiles minérales ayant une action curative bien établie.

ÉVALUATION DE L'ATTAQUE DE CERCOSPORA

La principale difficulté rencontrée pour rechercher une corrélation entre le développement du champignon et les principaux facteurs microclimatiques réside dans l'évaluation de la progression du cryptogame au moment même où les autres mesures sont effectuées : (mesures de l'humidité atmosphérique, de la température, de la pluviosité, etc...).

Un grand nombre d'échelles d'évaluation des symptômes provoqués par *Cercospora* a déjà été utilisé par les différents auteurs : WARDLAW, LEACH, DANTAS, MERNY et col., HOLLIS et BRUN. Pour notre part, à ces systèmes basés en général sur l'importance de la surface foliaire détruite par le champignon, il nous fallait ajouter des notations concernant les stades les plus précoces de l'apparition du champignon. Nous sommes donc arrivés à l'échelle suivante :

- STADES : 1. A. Taches blanches ou jaunes (White ou Yellow spotting) sur moins d'1/4 de la feuille
 1. B. Taches blanches ou jaunes (White ou Yellow spotting) sur plus d'1/4 de la feuille
 2. A. Taches elliptiques (nécroses) sur moins d'1/4 de la feuille
 2. B. Taches elliptiques (nécroses) sur plus d'1/4 de la feuille
 3. 1/4 de feuille nécrosée
 4. 1/2 de la feuille
 5. 3/4 de la feuille

Dans chacun de nos quinze postes d'observations, chaque semaine quatre feuilles en voie de déroulement

étaient marquées à l'emporte-pièce, et les observations portaient sur les feuilles marquées les semaines précédentes. A un moment donné, on possédait ainsi, sur différents bananiers, une image correspondant à un bananier théorique émettant une feuille chaque semaine.

Dans la pratique si nous marquions quatre feuilles, nous ne retenions ensuite que la feuille la plus attaquée par *Cercospora*.

La poursuite des observations pendant deux années sur la majorité des postes et pendant trois ans sur notre station de recherches de Neufchâteau nous a permis d'avoir une idée assez nette du développement de *Cercospora* dans les différents microclimats de la Guadeloupe.

L'expression de ces résultats peut être faite de deux façons : dans la première, nous pouvons relever pour chaque semaine l'état sanitaire de notre bananier idéal : c'est la notation habituelle pratiquée dans la bananeraie lorsque l'on évalue la surface foliaire saine sur des bananiers de différents âges. Une telle courbe peut être intéressante pour évaluer l'action d'un traitement, mais dans le cas présent elle ne peut être d'aucune utilité pour déterminer si les conditions climatiques de telle ou telle semaine ont eu une influence sur le développement du champignon.

En effet, si l'on repère une période pendant laquelle le stade moyen est élevé, il faudrait déterminer quelle a été la ou les semaines favorables, compte tenu du passé de toutes les feuilles. Certaines feuilles, les plus anciennes, auraient pu se trouver placées dans des conditions alternativement favorables ou défavorables au développement de *Cercospora*.

Seule une étude statistique complexe pourrait permettre alors de faire quelque lumière. Afin d'éviter cet inconvénient majeur, nous avons décidé, pour chaque semaine, de ne retenir que les changements de stades observés.

Les résultats que l'on obtient de cette manière sont résumés par la figure 1. Dans ce schéma chaque ligne verticale représente une feuille de bananier et la date portée à l'origine (bas) indique la date de son déroulement (numéro de la semaine).

Cette feuille est observée pendant 14 semaines. En suivant chaque ligne verticale de bas en haut, nous avons représenté par des cercles les différents changements de stades. Lorsque deux ou trois cercles concentriques sont portés, ils indiquent le passage de la feuille par autant de stades entre deux observations hebdomadaires.

Un cercle de fort contour indique les stades 1 A et 1 B.

Un cercle noir, les stades 2A et 2B.

Un cercle blanc, les stades 3, 4 et 5 que nous n'avons pas différenciés ici pour la clarté du graphique.

Un cercle barré correspond à la dernière observation.

Chaque ligne inclinée représente une semaine donnée, définie par son numéro aux deux extrémités (40^e semaine = 1^{er} au 7 octobre).

En suivant chaque ligne inclinée, on rencontrera tous les changements de stades des différentes feuilles en observation cette même semaine.

Une intersection de la ligne « semaine » et de la ligne feuille qui ne comportera pas de cercle indiquera donc que la feuille est demeurée au même stade.

Prenons un exemple de la double exploitation possible de ce graphique :

La feuille en voie de déroulement marquée la 30^e semaine (ligne verticale 30) porte un premier cercle au point d'intersection de la 5^e ligne oblique (comptée de bas en haut), cette ligne est celle de la 35^e semaine. Ce cercle représentant un stade 1, on voit que ce premier stade a été observé sur la feuille cinq semaines après le déroulement.

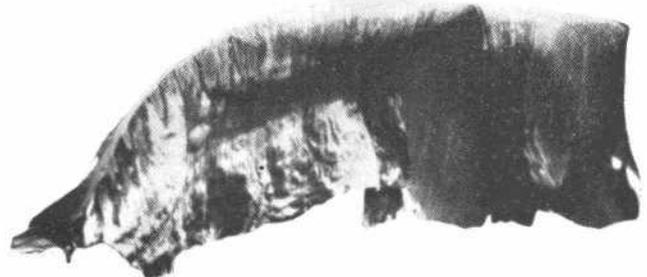
En suivant cette verticale 30, on trouve ensuite à l'intersection de l'oblique 36 un disque noir entouré d'un second cercle : il indique qu'en une semaine la feuille est passée du stade 1B à 2A puis 2B. La feuille demeure ensuite à ce même stade 2B jusqu'à la 39^e semaine où un cercle blanc indique l'apparition du stade 3. A partir de ce moment chaque semaine la feuille franchit un nouveau stade jusqu'à la 42^e semaine.

On voit, en notant que les verticales de ce graphique 1 (Fig. 2) que la durée des différents stades est inégale et essentiellement variable :

la durée du stade 0, ou période d'incubation, varie de 2 à 5 semaines ;

le passage de 1 à 2 est en général rapide, 1 à 2 semaines ;

PHOTO 1. — Attaque de *Cercospora* (stade 4).



la durée du stade 2A ou B est certainement celle qui nous donne les meilleures indications. En effet, c'est elle qui se trouve allongée, souvent plus que la période d'incubation, lorsque le développement du champignon est faible (voir graphique 2) ;

les stades 3, 4 et 5 se succèdent généralement à l'intervalle d'une semaine.

Nous constatons donc deux faits importants : le premier est que l'infection se produit pratiquement toute l'année, dans les conditions de la Guadeloupe, la période d'incubation étant allongée en période défavorable au développement de *Cercospora*. En second lieu nous remarquons que la limitation naturelle de la maladie s'effectue au stade 2 (taches nécrotiques, black spotting).

En revenant au graphique 1, si nous suivons une ligne oblique, la ligne 45 par exemple (correspondant à l'observation effectuée lors de la 45^e semaine) nous comptons 6 changements de stades, alors que cette oblique a 11 points d'intersections avec les lignes verticales ; les feuilles 32, 33 et 34 ayant dépassé le stade 5 ne sont plus comptées.

Pour cette 45^e semaine, nous avons donc porté à la partie supérieure du graphique le nombre 6 (changements de stades), le nombre 11 (nombre de feuilles en observation), 55 % est donc le pourcentage de changements de stades (6/11) pour la 45^e semaine.

Si nous portons en courbe les pourcentages obtenus pour chaque semaine de l'année, nous obtenons le graphique 3.

Ce graphique est beaucoup plus utilisable que le graphique 2, puisqu'il nous donne semaine par semaine, le développement de l'attaque, schématisé non plus par une droite, mais par un point. On remarque l'allure

en dents de scie de cette courbe 3 a, il est certain qu'elle est en partie artificielle, puisque nous savons de façon certaine par la courbe 2 que certains stades tels que 0-1 et 2-3 ont toujours une durée supérieure aux autres : parmi les 13 ou 14 feuilles observées au même moment, la moitié se trouvera obligatoirement à ces stades et celles que soient les conditions ne pourront évoluer en moins de 2 à 3 semaines au maximum. Après un sommet important, il faut donc s'attendre à un point plus bas. On peut limiter ces irrégularités en traçant une courbe moyenne (3 b) en faisant la moyenne de la valeur de chaque point avec la somme de la demi-valeur des deux points voisins.

Pour l'interprétation des résultats cette allure de dents de scie ne présente cependant pas un inconvénient majeur, puisque l'écartement des dents est une indication utile de la durée des stades.

Nous ne multiplions pas les exemples de courbes de *Cercospora* obtenues de cette manière, car nous les étudierons ensuite comparées aux conditions climatiques.

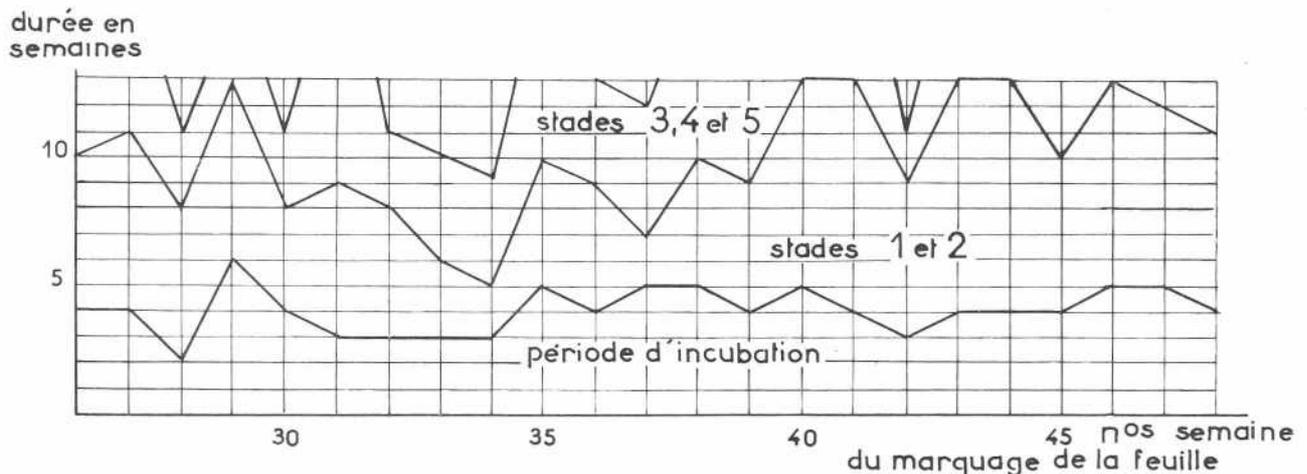
Facteurs écologiques.

Nous savons que le schéma simplifié du développement de *Cercospora* en fonction des conditions ambiantes est le suivant (CALPOUZOS) :

L'émission des organes de reproduction, conidies ou ascospores, se produit, à la faveur d'une humidité élevée. La résistance des spores, tant à la siccité de l'air qu'aux fortes températures (plus de 35° C) est suffisante pour assurer leur survie, pendant un long temps.

Dans cette phase du cycle, on ne peut donc attendre

FIG. 2. — Graphique faisant apparaître la durée des différents stades à chaque époque de l'année.



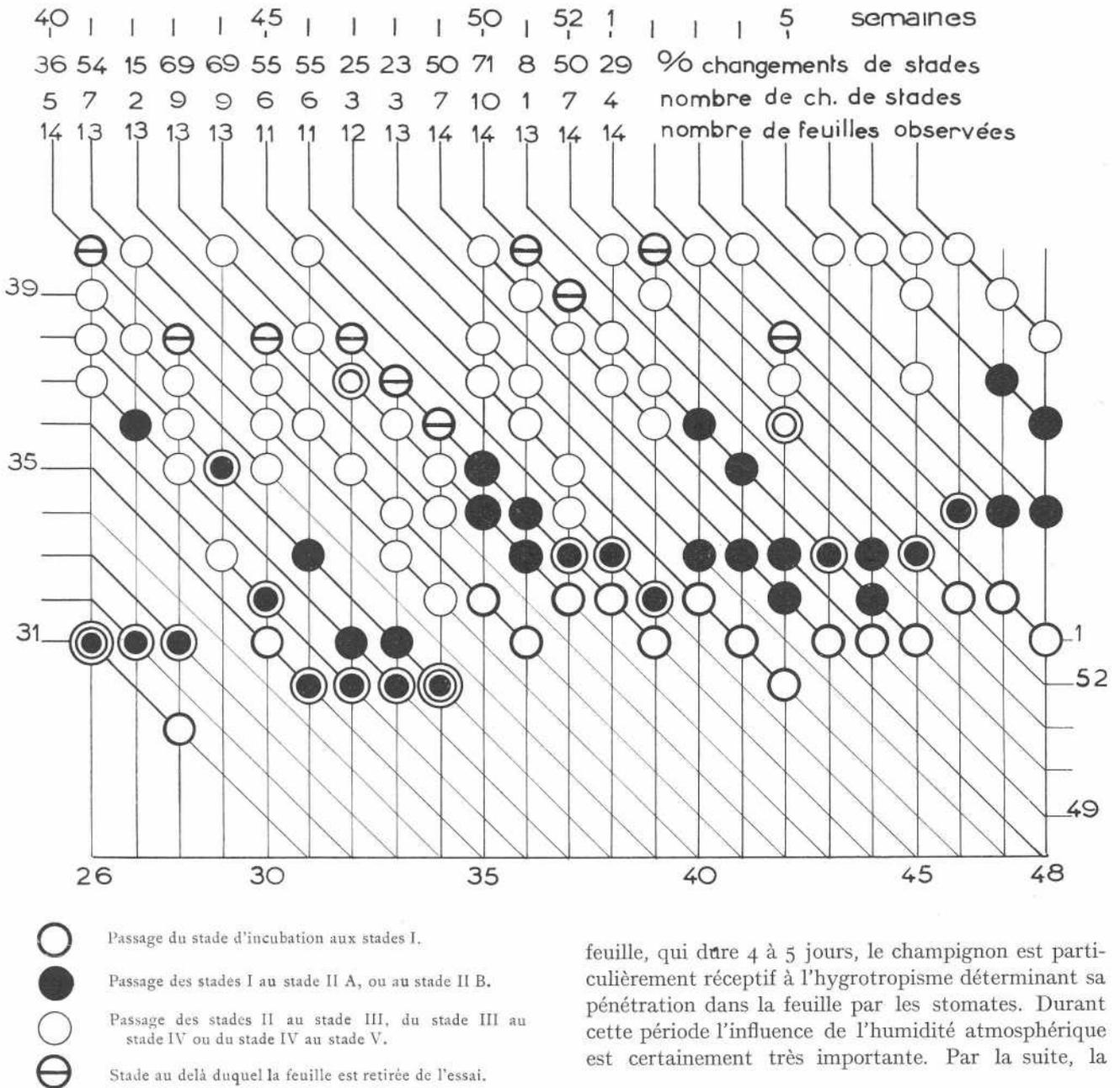
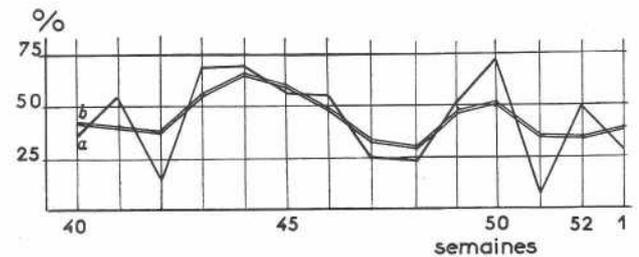


FIG. 1. — Courbe indiquant les changements de stades.

feuille, qui dure 4 à 5 jours, le champignon est particulièrement réceptif à l'hygotropisme déterminant sa pénétration dans la feuille par les stomates. Durant cette période l'influence de l'humidité atmosphérique est certainement très importante. Par la suite, la

FIG. 3. — Exemple de courbes des pourcentages de changements de stades a) courbe réelle b) courbe moyenne.



une corrélation très nette avec conditions climatiques. Lorsque le champignon forme, à partir des spores, un tube germinatif il est très sensible aux conditions ambiantes : la germination se produit rapidement, 12 heures (CALPOUZOS) ; on peut donc admettre qu'en toutes saisons les conditions favorables à cette germination peuvent se trouver réunies. Lors du cheminement des filaments germinatifs à la surface de la

croissance du mycélium, dans la phase de développement interne est influencée surtout par la température.

Il se peut que l'humidité influe sur la vitesse de développement de *Cercospora* au moment où le mycélium, ressortant de la feuille, se répand à sa surface par ses hyphes avant de pénétrer à nouveau dans les parenchymes.

Partant de cette hypothèse de travail que, seule la période du développement mycélien était à retenir, nous avons considéré comme facteurs déterminants l'humidité atmosphérique et la température de l'air. On aurait pu logiquement y ajouter la lumière, mais nous n'étions pas en mesure d'entreprendre une telle étude.

Hygrométrie.

On remarque que pour *Cercospora* comme pour la plupart des autres champignons, les principaux actes biologiques de l'espèce nécessitent une hygrométrie élevée : sporulation, germination, développement mycélien aérien.

Nous avons donc décidé de relever chaque jour le nombre d'heures à une hygrométrie élevée supérieure à 95-97 %. Nous supposons donc que dans une semaine, temps constituant notre unité, le nombre d'heures à plus de 95 % d'humidité constitue en quelque sorte la somme d'humidité favorable au développement utilisable par le champignon.

Nous ajoutons que du point de vue physiologique, nous aurions dû choisir 98-100 %, mais notre expérimentation étant faite uniquement en plein champ, nous avons préféré prendre une marge de sécurité plus grande justifiée par les difficultés de réglage et d'étalement des hygromètres enregistreurs.

Température.

La donnée biologique la plus importante, à notre avis, a été fournie par CALPOUZOS, qui étudiant au laboratoire le développement des cultures de *Cercospora* en fonction de la température est parvenu aux résultats ci-après :

TEMPÉRATURE C°	CULTURES TAMPONNÉES				CULTURES NON TAMPONNÉES	
	Souche C-10 b		Souche E-9		Souche C-10b	Souche E-9
	Poids sec mg	erreur	Poids sec mg	erreur	Poids sec mg	Poids sec mg
11 ± 1	6	± 0,55	3	± 1,41	5	1
15 ± 0,25	49	± 4,70	9	± 3,46	50	21
20 ± 2	152	± 8,95	41	± 0,71	71	44
25 ± 0,5	245	± 12,82	29	± 4,35	161	23
30 ± 0,5	5	± 0,89	1	± 0,58	0	1
35 ± 0,5	0	0,0	0	0,0	0	0

Si d'après ces chiffres obtenus par CALPOUZOS, on établit une courbe de développement de *Cercospora* en fonction de la température (Fig. 4), on peut supposer que le développement est de 100 à 25° C et que pour chaque température différente, le pourcentage de croissance est proportionnel. On voit qu'au-dessous de 25°, la croissance diminue de 8 % par degré C alors qu'au-delà de 25° C la diminution est de 20 % par degré C.

Comme pour l'humidité, nous avons recherché, avec

la température, le nombre d'heures favorables au développement du champignon chaque semaine.

Pour ce faire, nous relevons le graphique classique d'un thermomètre enregistreur, et notons le nombre d'heures de la semaine à chaque température (Fig. 5).

On obtient par exemple le relevé suivant :

23°-4 h ; 24°-19 h ; 25°-30 h ; 26°-53 h ; 27°-20 h ; 28°-21 h ; 29°-15 h ; 30°-6 h.

Il suffit ensuite de remplacer chaque température par son coefficient biologique indiqué ci-avant

(FIG. 4) pour obtenir un chiffre conventionnel indiquant la somme thermique favorable au champignon.

TEMPÉ- RATURE	COEFFICIENT		NOMBRE D'HEURES	=	TOTAL THERMIQUE
23°	84	×	4	=	336
24°	92	×	19	=	1 748
25°	100	×	30	=	3 000
26°	80	×	53	=	4 240
27°	60	×	20	=	1 200
28°	40	×	21	=	840
29°	20	×	15	=	300
30°	0	×	6	=	0
Total.					11 664

Le maximum possible est obtenu pour 25° C et correspond à 168 heures × 100 soit 16.800.

Le minimum thermique compatible avec le développement de *Cercospora* ne peut être déterminé qu'empiriquement, avec cette méthode, puisque les trop hautes températures se trouvent confondues avec les plus basses pour réduire le coefficient.

Recherche des corrélations.

L'étude a porté sur les données recueillies sur 15 stations d'observations réparties dans les différents microclimats de la Guadeloupe. Du 15 avril 55 au mois d'août 1956, les relevés ont été faits régulièrement chaque semaine sur tous ces postes. Après le cyclone de 1956, un seul poste a pu être maintenu, celui de notre station de Neufchâteau.

Par la suite les résultats ont été comparés avec ceux qui étaient obtenus en Martinique et en Afrique. Le poste d'observation de Neufchâteau nous a permis éga-

lement de comparer les résultats dans le temps sur trois campagnes de *Cercospora*.

On voit à la figure 6 schématisant les résultats obtenus à Neufchâteau, que l'allure des trois courbes : *Cercospora*, hygrométrie et température, est nettement comparable. L'étude précise des 42 autres courbes qu'il ne nous est pas possible de représenter ici, nous conduit à admettre que les principales conjonctures peuvent être les suivantes (graphique 7) :

FIG. 4. — Développement du mycélium de *Cercospora* en fonction de la température.

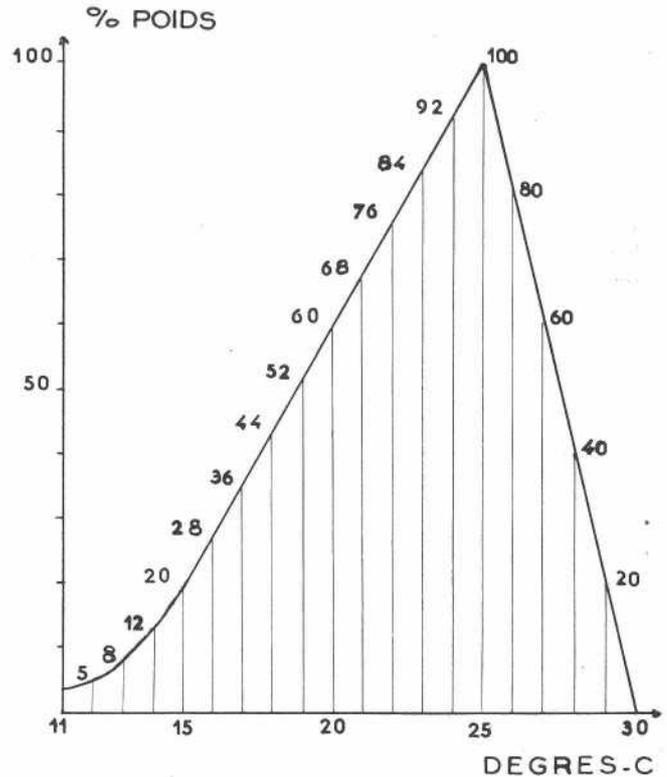
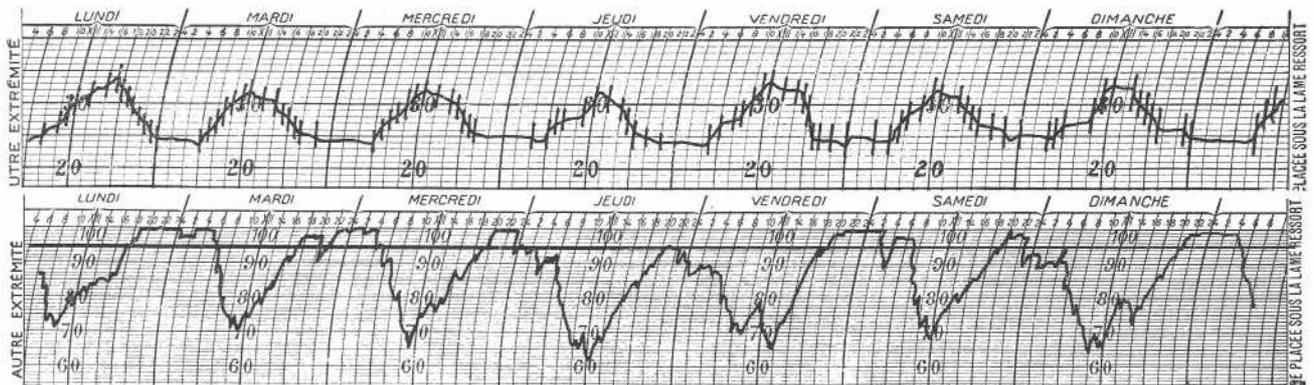


FIG. 5. — Graphique hebdomadaire de thermo-hygromètre préparé pour les comptages.



I.F.A.C - STATION DE NEUFCHATEAU -

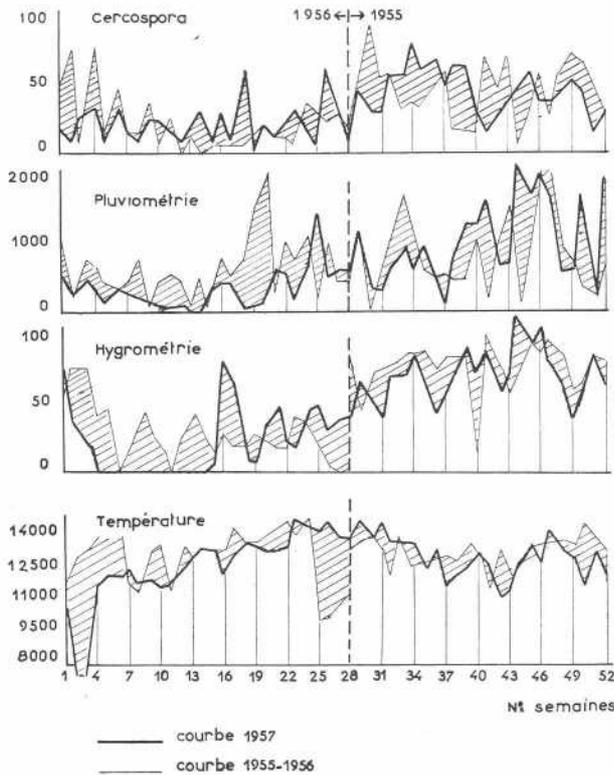
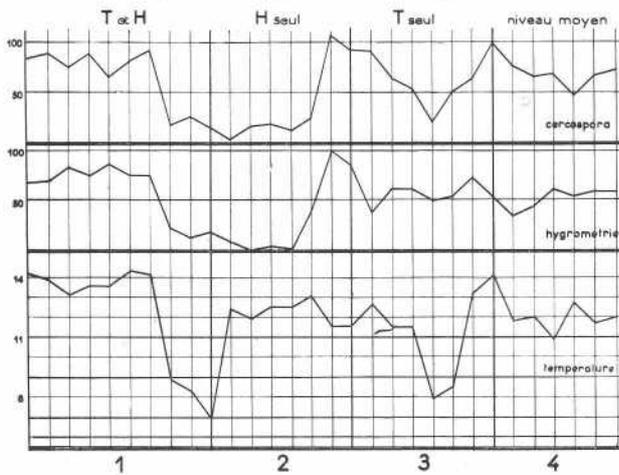


Fig. 6. — Exemple des résultats d'un poste écologique pendant 2 ans.

Fig. 7. — Courbes montrant les différentes comparaisons possibles de Température, Hygrométrie et Cercospora.



1. Le niveau du développement est élevé, sa décroissance rapide suit exactement la chute simultanée des deux autres courbes : température et hygrométrie. L'inverse se produit également lorsque le niveau de l'infection est faible, sa reprise suit exactement la remontée des deux courbes.

2. La courbe des températures, se maintient à un niveau élevé, supérieur à 11 ou 12 000, la limitation est alors le fait de très faibles valeurs de la courbe d'humidité. Il est à remarquer que, dans ce cas, lorsqu'un seul facteur devient limitant, il est nécessaire qu'il adopte des valeurs beaucoup plus basses pour agir que lorsque la réduction est obtenue par la diminution simultanée des deux facteurs.

3. La limitation est le fait de la température seulement, inférieure à 10 000-11 000.

4. Les valeurs d'humidité et de températures demeurent voisines du minimum compatible avec le développement de *Cercospora*, l'attaque est régulière mais faible.

Ces quatre faciès de courbes peuvent être réunis sur la même courbe, mais bien souvent ils correspondent chacun à l'allure annuelle des observations d'une station.

Les valeurs absolues relevées sont les suivantes :

	VALEURS		
	FORTES	LIMITES	FAIBLES
Cercospora	60-100	50	0-40
Humidité	60-100	50	0-20
Température	12 000-14 000	11 000	8 000-10 000

Allures de l'attaque de *Cercospora* en Guadeloupe.

Treize de nos quinze postes d'observations ont été relevés suffisamment longtemps entre 1955 et 1956 pour nous permettre d'avoir une image de grandes attaques de *Cercospora* au cours de l'année et des facteurs limitants. L'attaque s'est toujours produite avec une valeur élevée soit de notre coefficient « température » soit de l'humidité. Lorsque les deux facteurs n'étaient pas à leur maximum au moment de l'attaque, la valeur la plus faible dépassait toujours la limite de 50 heures pour l'hygrométrie et de 11 000 pour la température.

Les limitations se sont produites selon les combinaisons de température et d'hygrométrie indiquées ci-avant.

Ces données ne permettent pas de dresser une carte écologique de *Cercospora* en Guadeloupe, les microclimats y sont trop variés pour permettre une telle entreprise, chaque plantation doit y être équipée d'un ou de deux appareils enregistreurs, pour permettre une

prévision valable. Nous fournissons donc ces résultats avec seulement l'indication de la plantation afin de ne pas induire en erreur les planteurs voisins.

Ces données ne sont valables que pour la campagne 55-56, et ne peuvent servir de base pour les traitements à venir. Chaque année selon la durée de la sai-

NOM DE LA PLANTATION	LIMITATION NATURELLE	FACTEUR	OBSERVATIONS
Ermitage	15 oct. à 15 mars	T + H	
Jacquemelle (Trois Rivières)	15 oct. à 15 avril	T + H	
Fond Gaîne.	30 nov. à fin avril	T + H et T seul	
Espérance (Sainte-Marie).	15 juil. à 15 janv.	T + H et H seul	
Neufchâteau (I. F. A. C.)	15 mars à 15 mai		
Bois Debout	1 ^{er} janv. à fin avril	T + H et H seul	
Grand Camp (Gourbeyre)	15 août à 15 avril	T seul et H seul	
Champ-Fleury.	15 oct. à 15 mai	H seul	
Pointe Carbet (Trois Rivières)	fin oct. à fin mars	H seul	
La Coulisse (Baillif)	1 ^{er} juin à fin avril	H seul	
Suco (Mineurs)	15 août à fin mars ?	H seul	doc. incomplets
Versailles	15 août à 15 mars ?	H ? ?	— —
Dugomier (Saint-Claude)	15 août à 1 ^{er} nov.	T seul	
	1 ^{er} févr. à 15 avril	T seul	
	7 déc. à 15 avril		

T + H, la limitation est due à l'abaissement simultané de la valeur de la température et de l'hygrométrie.

H seul, seule la courbe d'hygrométrie à une faible valeur.

T seul, seule la courbe des températures à une faible valeur.

son sèche, il faudrait se baser sur les graphiques du thermo-hygromètre enregistreur pour établir de nouvelles prévisions.

Dans l'état actuel de nos connaissances il faut se borner à noter les grandes variations de l'attaque de *Cercospora*. Il serait imprudent, en période d'infection, de se servir de cette méthode pour déterminer exactement la semaine du traitement à réaliser.

* * *

Après avoir défini les éléments de cet essai d'avertissement, il nous faut en apporter la critique.

Nous devons remarquer, en premier lieu, que toutes les données recueillies l'ont été uniquement par des observations faites dans les plantations même. Le système de notations et sa signification biologique sont évidemment discutables. Nos résultats semblent cependant suffisamment probants pour admettre que le développement mycélien est l'élément d'après lequel on peut juger des possibilités de développement de *Cercospora*. L'objection de la durée inégale des stades que nous avons choisie et ce dans des conditions climatiques homologues demeure et contribue certainement à produire des irrégularités dans nos courbes.

Remarquons cependant que nous avons toujours en observation, sensiblement le même nombre de feuilles à des stades différents. Lorsqu'un changement se produit sur cet échantillonnage de stades de *Cercospora*, il porte donc toujours à peu près sur le même matériel biologique.

L'enregistrement de la température et de l'hygrométrie se fait au moyen d'appareils enregistreurs classiques de météorologie, déposés dans des abris standards internationaux placés dans la bananeraie.

Aussi bien les valeurs absolues obtenues que l'allure des courbes elles-mêmes sont donc différentes de celles qu'on obtiendrait avec des appareils de mesures plus précis placés au niveau des feuilles.

Nous devons en conclure que les valeurs notées se rapprochent des valeurs réelles, mais avec une marge d'erreurs que nous n'avons pas calculée. Nous avons estimé que l'allure des variations obtenues de cette façon devait être la même que celle des variations mesurées au niveau de la feuille. Ce postulat est certainement faux pour les hautes températures. Mais, si l'on admet l'inhibition de la croissance à partir de 30° C environ, l'enregistrement des températures plus élevées importe peu.

Pour les basses températures, les chances d'erreurs

sont plus faibles, le rayonnement thermique n'étant plus en cause. Nos courbes auraient donc une signification avec un décalage dû à l'inertie thermique et hygrique de l'abri sous lequel les appareils se trouvent placés.

Devant ces approximations, inévitables dans un travail réalisé en plein champ, la définition de l'optimum thermique de *Cercospora* pour l'établissement des coefficients semble pouvoir permettre aussi une certaine approximation pouvant tenir aux qualités intrinsèques des différentes souches de *Cercospora*. Ce point aussi serait à vérifier.

Dans son état actuel, cette méthode d'avertissement a déjà rendu des services appréciables au Cameroun, ou au cours de la campagne 1957-58 elle a été appliquée pour la prévision des traitements (à paraître). Les données que nous avons consignées doivent être encore complétées par des observations dans la nature, mais les renseignements du thermo-hygromètre suffisent, dans la plupart des cas, pour prévoir l'apparition d'une attaque de *Cercospora*.

La courbe de pluviométrie (courbe fig. 6) est intéressante aussi à étudier mais donne des indications beaucoup moins précises. Il semble en effet que les pré-

cipitations atmosphériques n'aient pas une action directe sur le développement de *Cercospora*. Elles influent par les modifications qu'elles apportent aux autres conditions climatiques : augmentation de l'humidité relative de l'air et uniformisation de la température qui tend alors, en climat tropical, à se stabiliser aux environs de 25°. Remarquons que les très fortes pluies ne sont pas un facteur limitant bien appréciable.

Conclusion.

Toute approximative qu'elle soit cette méthode d'avertissement semble devoir être utilisable pour définir les périodes de fortes attaques de *Cercospora*, en ne tenant compte que de l'hygrométrie et de la température ambiantes. Son utilisation systématique à un grand nombre de plantations accompagnée de traitements aux huiles minérales appliqués sur ordre nous dira si elle est susceptible d'être suivie à la lettre.

Dans l'immédiat si elle ne servait qu'à faire économiser un traitement par an aux producteurs de bananes, nous estimerions que nous avons obtenu un résultat tangible.

RÉFÉRENCES CITÉES

- CALPOUZOS L. *Cienfuegos*, CUBA, 1955.
 BRUN J. *Fruits*, Vol. 13, N° 1, 1958 p. 3-14.
 DANTAS B. *Bol. Techn. Inst. Agric.* Norte, Brazil, 1948.
 GUYOT et CULLÈ. *Fruits*, Vol. 11, N° 4, 1956, p. 141-150.
 GILEAD M. et ROSENAN N. *Israel Exploration Journal*, Vol. 4, N° 2, 1954.
 HOLLIS J. P. *Sigatoka Disease of Banana*, Rapport dactylographié.
 LEACH R. Kingston Grover Printer, 1946.
 — *Trop. agric. Trinidad*, T. 15, N° 5, 1941.
 — *Nature*, London C. L. G. 3824, 1943.
 MERNY G. *Fruits*, juillet 1949. Vol. 4, N° 7, p. 263.
 STAHEL C. *Trop. Agric. Trinidad*, XIV, 1937.
 WARDLAW C. W. *Trop. Agric. Trinidad* 11, 173-175.

