LA LUTTE CONTRÔLÉE CONTRE LE CERCOSPORA AUX ANTILLES

APPLICATION DE TECHNIQUES D'OBSERVATION ET DE NUMÉRATION DE LA MALADIE BILAN DE TROIS ANNÉES DE TRAITEMENT A CYCLE LONG (fongicide systémique huileux)

J. GANRY et J.P. MEYER*

LA LUTTE CONTROLÉE CONTRE LE CERCOSPORA AUX ANTILLES
Application des techniques d'observation et de numération de la maladie. Bilan de trois années de traitement à cycle long (fongicide systémique huileux).

J. GANRY et J.P. MEYER (IFAC)

Fruits, oct. 1973, vol. 28, n°10, p. 671-680.

RÉSUMÉ - Dans un premier chapitre sont exposées les principales applications des techniques d'observation et de numération de la Cercosporiose :
- détermination des dates de traitement et contrôle d'efficience dans le cas de traitements au «benomyl huileux»,
- comparaison de divers produits ou formulations,
- recherche des conditions d'efficacité optimale des traitements, en considérant : la relation entre surface foliaire réceptrice et durée d'efficacité, les possibilités quant aux modifications des doses de produits ou des fréquences d'applications.

Dans un second chapitre, l'examen de l'évolution des traitements à cycle long aux Antilles, permet de dresser un bilan positif à plusieurs titres :
- aspect financier : réduction des coûts,
- protection de l'environnement par la réduction des fréquences,
- aspect technique : l'accumulation des données bioclimatiques, au cours de ces trois années de traitement, a permis de mettre au point une méthode de prévision de la durée des cycles, basée essentiellement sur les données climatiques.

Suite aux deux articles (1) et (2) parus sous ce même titre et concernant les bases climatiques de **l'avertissement** et les techniques d'observation et de numération de la maladie, qui se référaient principalement aux techniques de traitement classique (huile minérale seule ou additionnée de fongicide de couverture), nous donnons ici le prolongement de ces études au cas de **l'emploi de fongicides systémiques**. Ceux-ci donnent lieu à des traitements plus espacés puisque les nouvelles feuilles émises après une première application sont protégées par diffusion du principe actif vers les nouveaux organes formés (3). Les critères d'avertissement utilisés antérieurement, relatifs à des cycles courts, doivent être adaptés au cas des **«cycles longs»** (traitements plus espacés).

Cette adaptation a pu se faire en suivant de nombreux exemples de cycle de traitement, grâce aux techniques d'observation et de numération de la maladie. Dans un premier chapitre, nous exposerons quelques illustrations des principales applications qui en ont été faites. Dans un deuxième chapitre, nous indiquerons l'évolution des traitements à cycle long aux Antilles, ainsi que les critères **d'avertissement** adaptés, auxquels nous avons abouti et qui sont utilisés actuellement.

APPLICATION DES TECHNIQUES D'OBSERVATION ET DE NUMÉRATION DE LA MALADIE

Les méthodes d'observation et de numération de la maladie aboutissant à **l'état d'évolution** et au **niveau d'infestation** ayant été décrites en détail (2), nous rappellerons simplement que **l'état d'évolution** tient compte surtout de la présence et de la vitesse d'évolution de jeunes stades définis par J. BRUN (3), sur les cinq dernières feuilles émises, alors que le **niveau d'infestation** se réfère plus au nombre de stades et à leur degré de maturité au moment de l'observation, et ce, sur l'ensemble des dix dernières feuilles.

Voici quelques exemples d'application tirés de l'examen des pointages hebdomadaires **d'état d'évolution** et **niveau d'infestation.**

* - J. GANRY, IFAC - B.P. 53, Basse Terre (Guadeloupe)
J.P. MEYER, IFAC - B.P. 153, Fort-de-France (Martinique)

Détermination des dates de traitement et contrôle d'efficience.

Les méthodes d'observation et de numération de la maladie ont été utilisées pour suivre l'évolution de la Cercosporiose après traitement et pour déterminer la date du traitement suivant (longueur du cycle de traitement). Nous envisagerons le cas le plus général de traitements à cycle long, effectués avec un fongicide systémique (benomyl) en suspension huileuse (125 g de bénomyl pour 15 litres d'huile par hectare traité). Ces traitements sont effectués par des avions spécialement équipés.

Nous présentons deux exemples illustrant les modalités d'utilisation de ces méthodes pour l'avertissement et le contrôle.

Le premier (Morne d'Or) est celui d'une zone basse (50-80 m) de Guadeloupe, dont les conditions climatiques au cours de l'année sont souvent peu favorables au développement de la Cercosporiose.

Le second (Grand Etang) est celui d'une zone d'altitude (400-500 m) humide, dont les conditions climatiques sont très souvent favorables au développement de la Cercosporiose (les seules limitations étant d'ordre thermique).

Exemple n°1.

Le **premier traitement** (10/6/72) se traduit par une régression des symptômes évolutifs (baisse de l'état d'évolution) et un peu plus tardivement par une amélioration de l'état sanitaire (baisse du niveau d'infestation) : cette régression correspond à des conditions climatiques peu favorables au développement de la maladie (évaporation et températures limitantes).

On note finalement un palier, correspondant à l'absence totale de symptômes sur les dix premières feuilles des bananiers observés.

A l'observation du 17/9/72 on note l'apparition de symptômes évolutifs sur jeunes feuilles, se traduisant par une remontée de l'état d'évolution (R'1). Cette reprise de la maladie coïncide bien avec le retour à des conditions climatiques relativement favorables au développement de la Cercosporiose (R1) : évaporation (> 22 mm) favorable à la maladie. Conditions thermiques assez favorables à la maladie. La remontée du niveau d'infestation, décalée de deux semaines par rapport à l'état d'évolution, correspond à l'apparition de stades déjà évolués (stades III à V).

Pour être efficace et pour éviter d'atteindre un niveau trop élevé de la maladie, le traitement aurait dû être réalisé entre le 1er et le 10 octobre (état d'évolution < 1.500 ; niveau d'infestation < 1.100).

En fait, ce traitement a dû être effectué beaucoup plus tardivement, surtout en raison des mauvaises conditions météorologiques qui ont affecté le mois d'octobre.

Ce retard au traitement s'est traduit par une aggravation de l'état sanitaire, atteignant le niveau élevé de 4.000.

Le **deuxième traitement** a été effectué le 6/11/72. Son action est peu nette. Certains stades régressent, mais on note une reprise d'évolution quinze jours après traitement (R'2) (source d'inoculum présente sur feuilles basses). Un traitement d'appoint à l'huile seule, effectué le 23/11, permet de prolonger l'action du traitement au benlate huileux jusqu'au 7/1/73. (Le rôle d'un traitement complémentaire à l'huile est surtout de bloquer les stades évolués et de diminuer ainsi les risques d'auto-infestation).

Exemple n°2.

Le premier traitement au «bénomyl huileux» (22/7/71) succédant à un traitement à l'huile seule (12/7) se traduit par une suppression des symptômes deux semaines après traitement. Les premiers symptômes apparaissent après trois semaines, avec nette reprise au bout de cinq semaines.

Six semaines après traitement, l'état d'évolution atteint le niveau 2.200, malgré un niveau d'infestation encore faible (niveau 500). Cette montée rapide (R'1) semble directement liée aux conditions d'évaporation plus favorables à la maladie. On procède alors au deuxième traitement au «bénomyl huileux» (3/9/71).

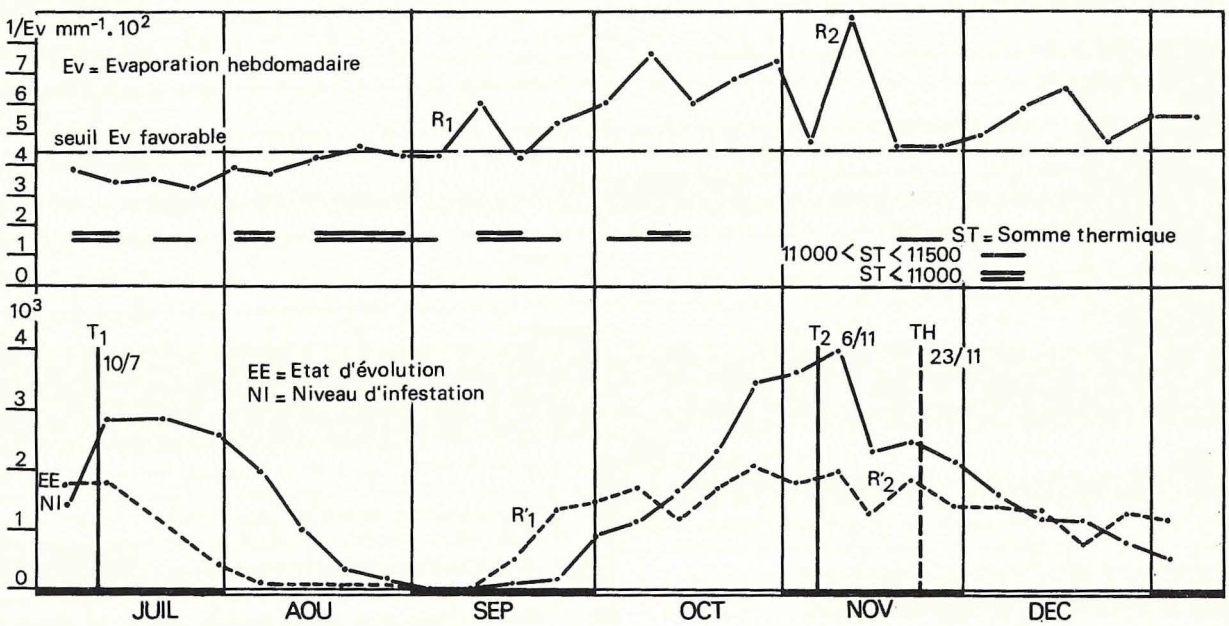


figure 1 • DETERMINATION DES DATES DE TRAITEMENT ET CONTROLE D'EFFICIENCE (Morne d'or).

La régression d'évolution observée est peu importante et de courte durée. Le niveau d'infestation ne subit aucune diminution. Ce peu d'efficacité peut être imputé à deux causes :

- mauvaises conditions d'exécution du traitement (temps pluvieux)
- état d'évolution trop élevé lors du traitement.

La remontée de l'évolution (R'2) apparaît trois semaines après traitement. Cette remontée succède aux conditions très favorables à la maladie (R2).

Le **troisième traitement** (14/10) est effectué après six semaines alors que la maladie atteint un état d'évolution de 2.800 et un niveau d'infestation de 1.800, ce qui correspond déjà à un état critique. Ce traitement, bien qu'effectué à un niveau élevé de la maladie, a été réalisé dans de bonnes conditions, ce qui explique la régression très nette observée tant sur l'état d'évolution que sur le niveau d'infestation.

L'amélioration se poursuit pendant quatre semaines après le traitement, la reprise R'3 correspondant aux conditions d'évaporation très favorables (R3).

Le **quatrième traitement** (29/11/72) est effectué au bout de six semaines, pour un état d'évolution de 1.600 et un niveau d'infestation de 800.

Ce traitement se traduit par un blocage dans la progression de la maladie, sans régression nette. L'apparition de conditions thermiques limitantes se traduit nettement, quatre semaines après traitement par une réduction de la maladie et une prolongation d'efficacité du traitement.

Remarques.

De ces deux exemples, choisis volontairement dans des sites écologiques différents, il est possible de tirer quelques constatations :

- nous notons déjà une durée d'action des traitements différente d'une zone à l'autre (huit à douze semaines dans le premier cas, six semaines dans le deuxième cas) ;
- nous remarquons également que si le traitement est effectué alors que la maladie a atteint un niveau trop élevé (état d'évolution supérieur à 1.500 et (ou) niveau d'infestation supérieur à 1.100) son efficacité est réduite, à moins qu'il ne soit réalisé dans de très bonnes conditions météorologiques (pas de pluies, pas d'ascendance thermique ...).
- dans le cas d'un traitement au «bénomyl huileux» peu marquant, suite à un niveau d'infestation trop élevé, il semble intéressant d'effectuer un traitement complémentaire à l'huile seule, afin de mieux assainir les bananiers et de diminuer ainsi les risques d'auto-infestation à partir des feuilles nécrosées.

Conclusion.

Les méthodes d'observation et de numération de la maladie apparaissent ici comme ayant un rôle différent, mais complémentaire dans la pratique des avertissements et du contrôle de la Cercosporiose à grande échelle.

La méthode de l'état d'évolution, traduisant la vitesse d'apparition des divers stades de la maladie, permet de détecter très tôt le déclenchement d'une atteinte et donc de prévoir un traitement qui pourra être effectué à temps. Elle sert donc surtout à l'avertissement.

La méthode du niveau d'infestation permet de contrôler l'efficacité des traitements antérieurs et d'apprécier le niveau général de la maladie dans une parcelle ou une zone.

Elle permet de tester à posteriori le mode de détermination des rythmes de traitement et d'indiquer s'il est nécessaire de les réduire ou de les intensifier.

Comparaison de divers produits ou formulations.

Ces techniques d'observation et de numération de la maladie étant suffisamment sensibles pour traduire la manifestation d'une nouvelle attaque ou le blocage d'évolution de la maladie, elles apparaissent intéressantes pour comparer

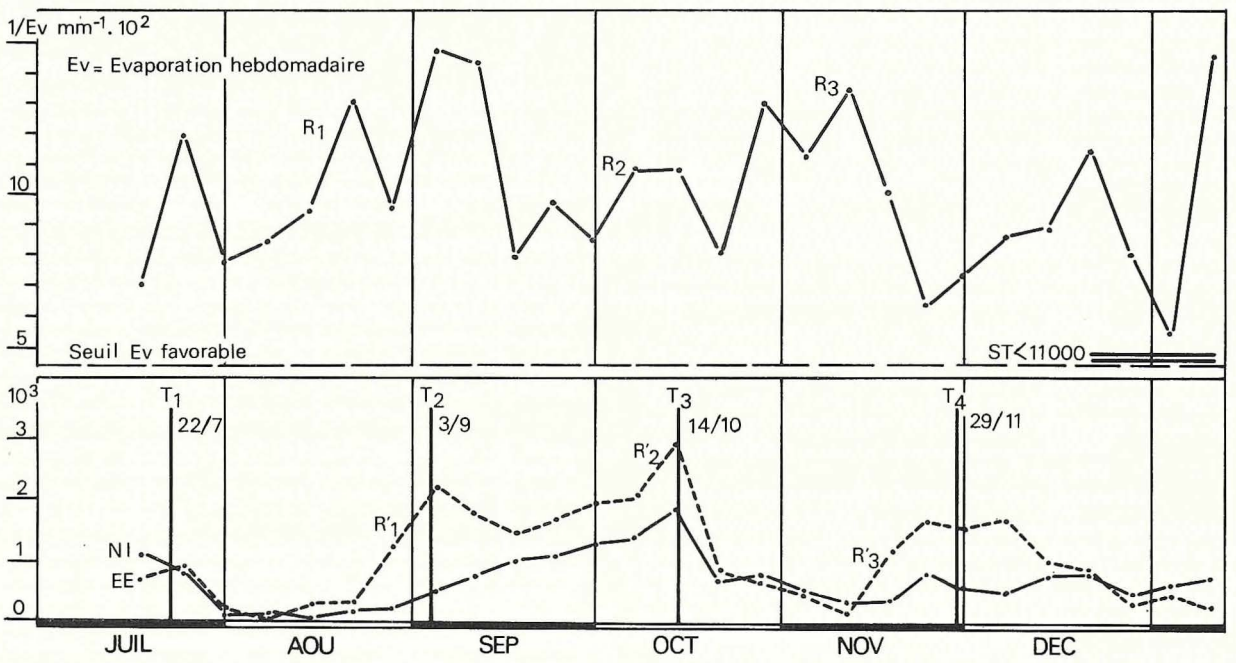


figure 2 • DETERMINATION DES DATES DE TRAITEMENT ET CONTROLE D'EFFICIENCE (Grand Etang).

l'efficacité de divers produits de traitement sur des périodes de temps assez courtes. On détecte, en effet, l'action individuelle de chaque traitement, comme de chaque «pointe climatique» provoquant une nouvelle attaque. L'examen des graphiques permet alors d'apprécier l'effet de blocage obtenu par chaque produit. On obtient ainsi une indication plus rapide que celle fournie par les méthodes d'observation et de numération courantes, qui ne traduisent en général qu'un effet d'assainissement après une série de traitements et qui reflètent mal l'effet d'une «pointe climatique» à l'échelle d'une semaine.

A titre d'illustration, les figures 3 et 4 indiquent d'une part l'état d'évolution et le niveau d'infestation relevés dans une parcelle d'environ 2 ha, traitée pour moitié par des produits différents, d'autre part les données d'évaporation et de somme thermique correspondantes.

Deux secteurs égaux A et B d'une même parcelle ont été traités en atomisation à dos avec, pour A, 16 litres d'huile et 125 g de bénomyl/ha et pour B la même dose d'huile et 125 g de carbendazim.

Il ressort de l'examen des graphiques, les observations suivantes :

Le premier traitement effectué le 5/1, en conditions de moyenne infestation, comparables pour les deux secteurs, a eu lieu après une semaine à conditions climatiques particulièrement favorables au déclenchement de nouvelles attaques (évaporation du 25/12 au 1/1 de 14,6 mm, somme thermique non limitante) : dans le cas de cet essai (premier traitement avec un produit systémique sur des bananiers au stade 10-12 feuilles, (voir paragraphe «Surface foliaire et durée d'efficacité» plus loin) ces conditions climatiques ont déclenché une nouvelle attaque qui n'a pas été bloquée entièrement par T1 : elle se traduit par une remontée de l'état d'évolution (R1) dès le 23/1, remontée sensiblement égale pour A et B, et qui se stabilise simultanément pour les deux secteurs, les conditions climatiques des semaines suivantes étant redevenues peu favorables à la maladie. Cependant, les nouveaux stades ainsi apparus ont pu poursuivre leur évolution, ce qui se traduit par une remontée du niveau d'infestation (RN1) : celui-ci atteint dès le 6/2 un niveau de

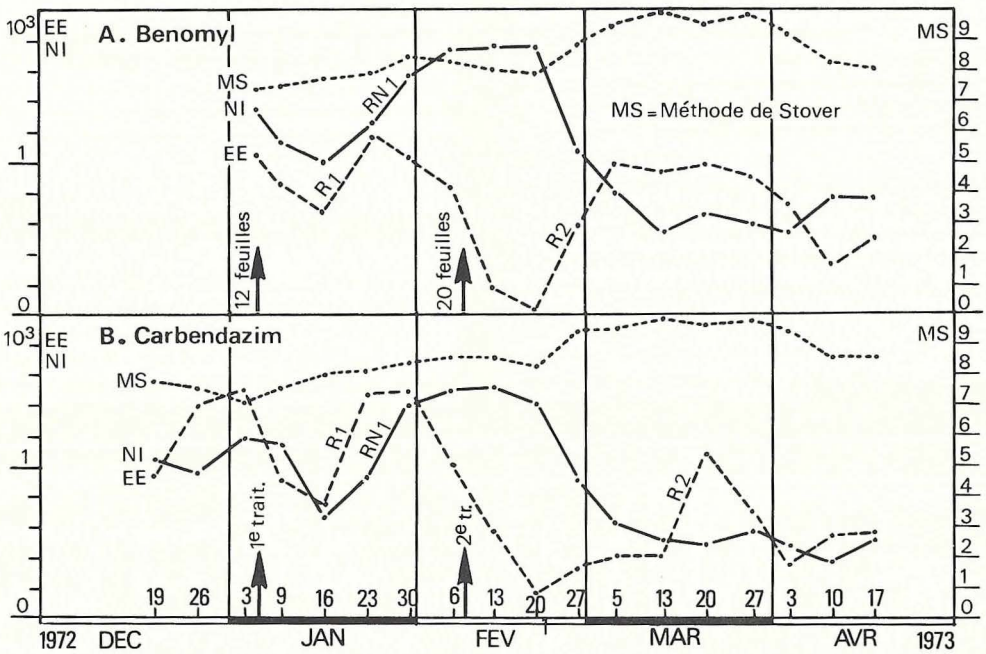


figure 3 • ETAT D'EVOLUTION ET NIVEAU D'INFESTATION.

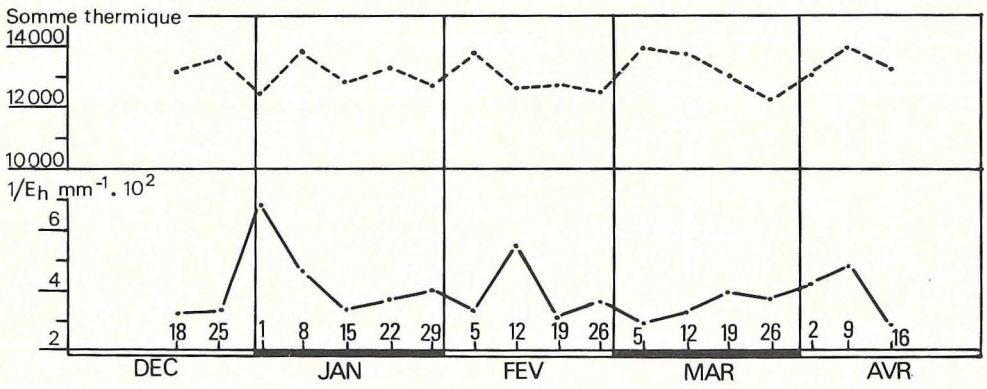


figure 4 • SOMME THERMIQUE ET INVERSE DE L'EVAPORATION HEBDOMADAIRE.

1.700 pour A et 1.500 pour B, nécessitant le deuxième traitement T2.

Ces niveaux sont encore très comparables et on peut estimer que les deux produits ont eu des effets identiques contre cette première attaque.

Une deuxième attaque, un peu moins importante est déclenchée par les conditions climatiques de la semaine du 5 au 12/2 : elle se traduit par une remontée de l'état d'évolution (R2) plus rapidement sur A (ce qui s'explique par la proximité d'une lisière assez mal contrôlée lors de la première attaque), mais l'évolution est bien freinée dans les deux cas, car le niveau d'infestation n'est pas affecté. Les conditions climatiques suivantes ne sont pas propices à de nouvelles contaminations importantes et il n'y avait donc plus lieu d'effectuer d'autre traitement.

Il ressort donc que les deux produits utilisés présentent une efficacité comparable, dans les conditions de cet essai, celles-ci étant caractérisées essentiellement par deux semaines isolées de conditions très favorables, mais non entretenues.

A titre indicatif, il est porté sur la figure 3 les relevés obtenus par la méthode de STOVER simplifiée (moyenne sur 50 bananiers du numéro d'ordre de la première feuille présentant des nécroses, au sens stade 5 de BRUN, 3) : on voit qu'un effet d'assainissement n'apparaît que deux à trois semaines après le deuxième traitement, soit sept semaines après le premier et que les effets non négligeables des semaines du 25/12 au 1/1 et du 5 au 12/2, n'ont pas eu apparemment d'incidence.

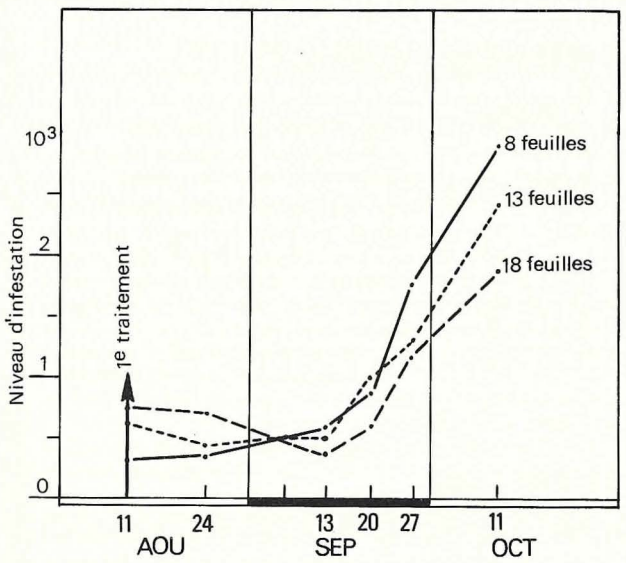


figure 5 • Morne-Etoile 1971. RELATION ENTRE L'AGE DU BANANIER ET LA DUREE D'EFFICACITE DU TRAITEMENT.

Recherche des conditions d'efficacité optimale des traitement.

Le coût élevé des traitements en cycles longs justifie une optimisation plus poussée des modalités d'application. Des méthodes de mesure sensibles de la maladie dans les conditions pratiques de traitement à l'échelle de la parcelle ou de la plantation sont dans ce cas indispensables pour répondre à des points précis, dont quelques-uns ont pu être résolus ou abordés.

Surface foliaire et durée d'efficacité.

Un problème courant est le choix du stade végétatif à partir duquel le premier traitement est nécessaire ou intéressant, pour des jeunes bananiers. Deux essais identiques ont été suivis en Martinique et en Guadeloupe pour comparer la durée d'efficacité d'un premier traitement sur des bananiers de stades végétatifs différents.

La figure 5 indique l'évolution des niveaux d'infestation de trois lots de dix bananiers choisis dans une parcelle selon leur état végétatif : le premier lot comportait 18 feuilles, le deuxième treize feuilles et le troisième huit feuilles. L'ensemble de la parcelle avait été maintenu à un niveau d'infestation comparable (calcul correctif de huit à dix feuilles pour le lot 3), par des traitements à l'huile seule, jusqu'à la date du premier traitement effectué au bénomyl+huile.

L'évolution ultérieure montre clairement que les bananiers au stade végétatif le moins avancé (lot 3) atteignent le niveau d'infestation le plus élevé, bien qu'au départ ils aient été les moins infestés.

La figure 6 nous indique une évolution analogue, observée lors d'un essai identique réalisé en Guadeloupe, la seule différence étant que la parcelle contenant les trois lots, n'avait eu aucun traitement au moment du choix des lots et du premier traitement effectué à l'huile bénomyl. Dans ce cas aussi, l'efficacité la plus longue est obtenue pour le lot 1 (18 feuilles) et le lot 3 se retrouve très proche du lot 2, en fin de cycle, alors qu'il était nettement moins infesté au départ.

Ces deux essais confirment donc une action plus efficace du traitement proportionnellement au nombre de feuilles au départ. Ceci semble s'expliquer par le fait que chaque lot reçoit une quantité de produit fongicide proportionnel à sa surface foliaire, les concentrations appliquées étant les mêmes pour tous les lots. Il en est de même dans la pratique où il est difficilement concevable d'appliquer des traitements à concentration adaptée pour chaque carré selon son stade végétatif.

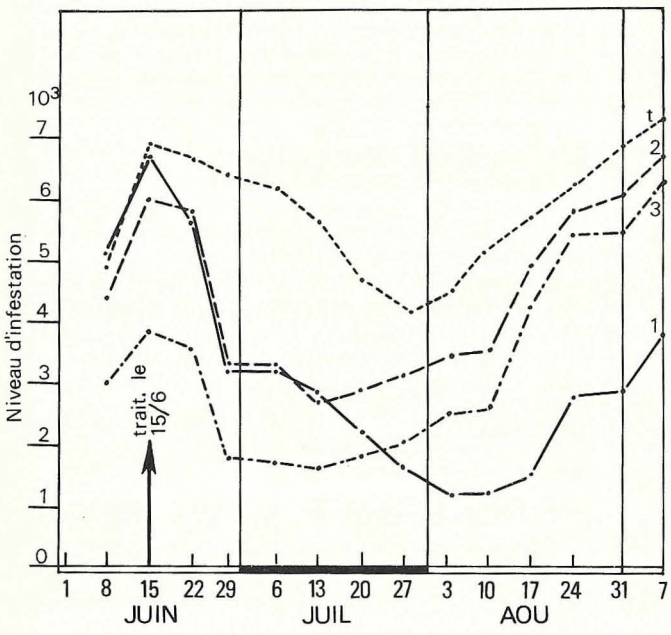
Il ressort cependant que dans la pratique, il faut s'attendre à une durée d'action plus restreinte sur des carrés de jeunes bananiers, qu'il faudra donc surveiller plus particulièrement.

Il apparaît aussi qu'il est préférable et intéressant de traiter séparément les carrés trop jeunes (par des applications à l'huile seule par exemple) en attendant qu'ils atteignent un stade végétatif plus avancé pour mieux rentabiliser les traitements systémiques plus onéreux effectués sur le reste de la plantation.

Indications sur les combinaisons dose-fréquence.

Nous avons vu que les traitements au bénomyl huileux à grande échelle se font actuellement à raison de 125 g de bénomyl dans 15 litres d'huile par hectare. Il faudrait savoir si dans certains cas il ne serait pas intéressant d'accroître les doses de produit afin d'augmenter l'efficacité du traitement.

Dans ce but nous avons procédé à quelques tests dans les-



t = témoin.
1 = bananiers traités au stade 18 feuilles.
2 = " " " " 13 feuilles.
3 = " " " " 8 feuilles.

figure 6 • Neufchateau 1971. RELATION ENTRE L'AGE DU BANANIER ET L'EFFICACITE D'UN TRAITEMENT AU BENLATE HUILEUX (APPLICATION AVEC ATOMISEUR A DOS).

quels nous comparions trois doses de produit appliquées à deux fréquences différentes (une fois par mois et deux fois par mois). On réalise d'une part des observations de la maladie (état d'évolution et niveau d'infestation) et d'autre part des dosages biologiques du bénomyl dans les feuilles (3).

Sans entrer dans le détail des opérations (essais encore en cours) nous nous bornerons à n'indiquer que les premières conclusions, toutes les données chiffrées n'étant pas encore à notre disposition : il ne semble pas être intéressant d'augmenter les doses de produit ; par contre, l'augmentation des fréquences d'application est très bénéfique. Par exemple, on obtient une efficacité bien supérieure en appliquant 125 g de produit deux fois par mois plutôt que 250 g de produit une fois par mois.

Nous avons également essayé d'augmenter la dose de produit à grande échelle : 200 g de bénomyl/ha appliqué le 13 juin 1972 à Vernou ; nous n'avons constaté aucun allongement du cycle par rapport à la dose 125 g.

L'opération coûteuse consistant à augmenter la dose à l'hectare n'est donc pas intéressante. Il vaut mieux traiter plus souvent et à **bon escient.**

Par contre, il faudrait savoir si en zones réputées peu favorables à la maladie (zones basses par exemple) il ne serait pas financièrement intéressant de diminuer les doses de produit à l'hectare pour obtenir un résultat comparable à celui obtenu avec la dose actuelle.

Conclusion.

La présentation de ces quelques courbes et des diverses applications qu'il est possible d'en tirer montre que les méthodes de notation et de calcul de l'état d'évolution et du niveau d'infestation constituent un outil de travail intéressant aussi bien pour le contrôle et l'avertissement de traitements à grande échelle, que pour des essais particuliers (essai de produits, dose, etc.). Il faut remarquer cependant que les observations nécessaires au calcul de l'état d'évolution et du niveau d'infestation demandent des observateurs bien entraînés et pas mal de temps. Cependant, si jusqu'à présent ces observations ont été faites à des fréquences hebdomadaires, pendant la phase de mise au point de la méthode et pour des études particulières, il apparaît, après analyse d'un grand nombre de courbes, qu'il est suffisant, dans beaucoup de cas, d'effectuer des observations plus espacées.

En effet, l'avertissement et le contrôle des traitements à grande échelle ainsi que la connaissance écologique des diverses zones permettent de limiter le nombre des observations, surtout après chaque traitement, pendant la phase d'efficacité quasi sûre du produit, à condition cependant d'avoir contrôlé l'application et d'avoir l'assurance qu'elle a été bien faite.

BILAN DE TROIS ANNÉES DE TRAITEMENTS A CYCLES LONGS (fongicides systémiques huileux)

Introduction et évolution des traitements à cycle long aux Antilles.

Après une série d'essais effectués sous contrôle d'observations foliaires sur des plantations isolées de Martinique et de Guadeloupe, une première expérience à grande échelle a été entreprise à partir de juin 1971 en Guadeloupe, sur un groupe de propriétés totalisant environ 600 ha, réparties dans les divers sites écologiques de la zone bananière. La programmation des traitements a été réalisée par l'IFAC, en se basant sur les méthodes d'observation et de numération de la maladie, précédemment décrites. Cette expérience a permis de se rendre compte de la variation des durées de cycle de traitement nécessaires selon les zones écologiques, et à partir de cela d'estimer un coût global dans l'hypothèse d'une généralisation de ce type de traitement pour l'ensemble de la zone bananière. On a pu déterminer ainsi des durées minima d'efficacité selon les zones :

- efficacité minimum de quatre à cinq semaines en conditions très favorables à la maladie (zones d'altitude comprises entre les hauteurs de la Lézarde = Vernou et celles de Trois-Rivières).
- efficacité minimum de six à dix semaines en conditions favorables à assez favorables à la maladie (dans les zones de moyenne altitude situées entre Vernou et Bananier).
- efficacité de plus de dix semaines en conditions peu favorables à la maladie (zones basses de Petit-Bourg à Bananier , zones basses et de moyenne altitude de Trois-Rivières et Gourbeyre, zones de Baillif-Saint Claude).

Si l'on admet approximativement que :

- 20 p. cent des surfaces sont en zones très favorables à la maladie avec une moyenne d'efficacité minima de cinq se-

maines,

- 45 p. cent des surfaces sont en zones favorables à assez favorables à la maladie avec une moyenne d'efficacité de huit semaines.
- 35 p. cent des surfaces sont en zones peu favorables à la maladie avec une moyenne d'efficacité de quatorze semaines.

La moyenne (t) de durée d'efficacité minimum d'un traitement pour toute la zone bananière sera d'environ neuf à dix semaines :

$t = (5 \times 0,2) + (8 \times 0,45) + (14 \times 0,35) = 9,5$ semaines.

Ce résultat laisse espérer une économie substantielle par rapport au traitement classique à l'huile seule, et il a déterminé l'extension en lutte généralisée par traitement à fongicide systémique sur l'ensemble de la zone bananière de Guadeloupe, dès le début de la campagne 1972, en utilisant les mêmes méthodes de programmation des traitements. Les résultats de cette campagne 1972 ont donné entière satisfaction, tant sur le **plan financier** que sur celui de la **protection de l'environnement,** de par la limitation considérable du nombre moyen d'applications d'huile minérale.

On a réalisé une économie de 20 p. cent de l'année 1972 sur 1971 bien que les conditions globales de 1972 aient été bien plus favorables à la maladie qu'en 1971 : on doit donc s'attendre en moyenne à une économie nettement plus importante, surtout qu'en plus certains planteurs avaient exigé, lors de cette première campagne, des traitements supplémentaires «de sécurité» parce qu'ils étaient habitués à bénéficier de traitements beaucoup plus fréquents.

En Martinique, l'évolution a été différente, du fait que le principe d'une lutte généralisée n'est pas adopté par la majorité des planteurs, qui traitent donc leur propriété à titre individuel. La conséquence majeure en est un coût beaucoup plus élevé en produit et en application aérienne, ce qui réduit très largement l'intérêt financier de ces nouvelles techniques de traitement. Le seul intérêt qui subsiste est la limitation du nombre d'applications huileuses. Ce seul aspect positif n'a pas suffit à entraîner l'augmentation attendue de l'emploi des produits systémiques : ils sont utilisés actuellement sur moins du tiers de la surface bananière de Martinique.

Cependant, ces résultats nettement positifs dans l'ensemble (l'exemple le plus probant est celui de la zone bananière de Guadeloupe traitée en lutte généralisée), n'ont pas été obtenus sans réticences diverses.

En effet, les traitements à cycles longs imposent certaines contraintes nouvelles auxquelles les planteurs ou responsables des applications n'étaient pas soumis lors des traitements classiques à fréquence élevée. Ces contraintes sont essentiellement de deux ordres : qualité des traitements et surveillance précise des zones généralement mal traitées par application aérienne.

En effet, étant donné que les traitements sont effectués à intervalles assez longs, il est indispensable qu'ils soient réalisés d'une manière homogène et très méticuleuse, dans de bonnes conditions météorologiques. Un traitement mal fait (vent important, ou pluie survenant après l'application) ou une mauvaise application localisée (zone d'ascendance, lisières, etc.) et non décelée entraînera des destructions sévères du feuillage avant le traitement suivant. Ce genre d'accident était moins fréquent lorsque les traitements étaient effectués tous les 10-15 ou 20 jours avec l'huile minérale seule, car la probabilité de négliger plusieurs fois le même endroit était moindre, ce qui limitait considérablement les risques de nécroses massives.

Il est donc indispensable d'assurer une bonne surveillance au moment du traitement aérien et de pouvoir effectuer des retouches au sol avec des appareils à dos par exemple afin de maîtriser les foyers d'infestation (deux choses dont beaucoup de planteurs avaient bel et bien perdu l'habitude, du fait des traitements à cycles courts effectués de façon systématique).

Toutefois, ces nouvelles techniques de traitement ont pu s'implanter assez rapidement, permettant :

- **de limiter** nettement **les coûts,** notamment lorsque ces traitements sont appliqués dans le cadre d'un programme de traitement de lutte généralisée,
- **de limiter dans tous les cas le nombre d'applications huileuses** et par là même **les risques de pollution.** Il ressort aussi qu'une programmation rentable des traitements ne peut se faire qu'en tenant compte au plus près des possibilités d'évolution de la maladie : soit par des observations foliaires nombreuses, soit par l'analyse des traitements et de la localisation des foyers d'infestation. En ce sens, les nombreuses observations foliaires réalisées au cours de ces trois années donnent dès à présent des indications intéressantes sur les relations «éléments climatiques - durée d'efficacité des traitements» dans le cas du fongicide systémique utilisé (bénomyl).

Indications sur les relations entre éléments climatiques et rythmes de traitements dans le cas de cycle long.

Selon les conditions écologiques différentes des diverses zones traitées (altitude humide au vent, altitude sous le vent, moyenne altitude, zones basses), nous avons obtenu des rythmes de traitement variant entre quatre et dix huit semaines, ce qui laisse à supposer l'existence d'une relation entre conditions climatiques et durée d'efficacité d'un traitement.

Remarques préliminaires.

Nous rappelons qu'un traitement au «bénomyl huileux» est déclenché lorsque l'état d'évolution dépasse le seuil 1.500 et le niveau d'infestation le seuil 1.100. La remontée de l'état d'évolution permet de prévoir un **traitement probable** ; si le niveau d'infestation accuse également une remontée (avec souvent un certain décalage dans le temps), le traitement est alors programmé fermement en veillant à ce que son exécution soit réalisée avant l'atteinte des seuils critiques.

Selon les zones, les délais d'exécution sont variables :

- pour une zone basse, on fixe en général un délai d'exécution plus long (15-20 jours) car les potentialités d'évolution de la maladie y sont faibles (conditions climatiques souvent peu favorables (faible inoculum).
- par contre, en zone d'altitude il faut souvent intervenir rapidement (délai de 5 à 8 jours) car les contaminations y sont massives (fort inoculum) et les conditions climatiques favorables.

Dans un programme de traitements il est indispensable de toujours laisser la priorité aux zones d'altitude les plus vulnérables.

Compte-tenu de ces quelques indications sur la détermination des durées de cycle de traitement, nous avons divisé ces derniers en trois catégories :

- **cycles normaux** (respectant les seuils de la maladie).
- **cycles perturbés** : les traitements sont effectués alors que les niveaux de la maladie sont trop élevés (auto-infestation) ou bien lorsque la zone traitée se trouve au voisinage d'un foyer d'infestation.

Dans ces cas là, la durée d'efficacité du traitement se trouve raccourcie par la présence d'un fort inoculum.

- **cycles prolongés** par l'action bénéfique de températures limitantes surtout si elles interviennent en fin de cycle de traitement.

Relations entre éléments climatiques et rythme de traitement.

Dans un précédent article (1) nous avions montré qu'une bonne relation existait entre l'inverse de l'évaporation hebdomadaire et le développement de la Cercosporiose en zone témoin. Compte-tenu de ce précédent résultat, il nous a paru intéressant d'étudier la relation entre la durée d'efficacité d'un traitement à cycle long et l'évaporation hebdomadaire.

Nous avons dans un premier temps pensé relier la longueur d'un cycle de traitement à la moyenne des évaporations hebdomadaires correspondant à ce cycle.

L'inconvénient majeur de cette dernière donnée est qu'elle donne un poids égal aux conditions climatiques agissant en début et en fin de cycle.

Or, au regard des courbes d'évolution et d'infestation, nous avons pu constater que le comportement de la maladie après traitement peut se scinder en deux phases :

● L'évolution de la maladie au cours des deux à trois semaines qui suivent le traitement semble dépendre surtout de deux éléments :

- le niveau de la maladie (infestation - évolution) au moment du traitement,
- la qualité du traitement (surtout conditions météorologiques : pluies, ascendances thermiques, également obstacles naturels, etc.).

Les conditions climatiques ont un rôle certain mais non dominant.

● Après cette période de deux à trois semaines et dans le cas d'un traitement réalisé dans de bonnes conditions, l'efficacité du produit semble liée aux conditions climatiques.

La durée d'efficacité sera d'autant plus longue que les conditions climatiques seront moins favorables. Toute pointe climatique favorable aura d'autant plus de poids sur l'évolution de la maladie, qu'elle se situera en période de baisse d'efficacité du produit (diminution de la concentration dans les feuilles).

Nous avons pensé qu'une «moyenne pondérée» depuis le dernier traitement pouvait réaliser les deux conditions suivantes :

- donner un poids plus important aux éléments climatiques des dernières semaines écoulées,
- tenir compte des conditions climatiques «cumulées» depuis le dernier traitement.

Nous avons donc relié directement «la moyenne de **l'évaporation** hebdomadaire pondérée **depuis le dernier traitement**» à la **durée du cycle** correspondant.

Le mode de calcul de la moyenne pondérée est le suivant :

soit E_1 l'évaporation hebdomadaire de la première semaine après traitement ;
soit E_2 l'évaporation hebdomadaire de la deuxième semaine après traitement ;
soit E_3 l'évaporation hebdomadaire de la troisième semaine après traitement ;
soit E_n l'évaporation hebdomadaire de la nième semaine après traitement.

La moyenne pondérée pour la deuxième semaine s'écrit

$$E_{p2} = \frac{E_1 + E_2}{2}$$

La moyenne pondérée pour la troisième semaine s'écrit

$$E_{p3} = \frac{E_3 + E_{p2}}{2}$$

$$E_{p4} = \frac{E_4 + E_{p3}}{2}$$

La moyenne pondérée pour la nième semaine s'écrit

$$E_{pn} = \frac{E_n + E_{p(n-1)}}{2}$$

soit :

$$E_{pn} = \frac{E_n}{2} + \frac{E_{(n-1)}}{2^2} + \frac{E_{(n-2)}}{2^3} + \ldots + \frac{E_{(n-i)}}{2^{(i-1)}} + \ldots + \frac{E_2 + E_1}{2^{(n-1)}}$$

La figure 7 représente le couple «moyenne pondérée de l'évaporation hebdomadaire depuis le dernier traitement»

- durée du cycle de traitement correspondant ; une distinction a été faite entre cycles normaux, cycles perturbés et cycles prolongés.

● Nous voyons apparaître une **relation linéaire** assez nette entre la moyenne E_p et la durée des **cycles normaux** ($R = 0{,}90$ pour $N = 47$).

La durée du cycle de traitement peut varier de trois-quatre semaines dans les conditions les plus favorables à la maladie ($E_p < 10$ mm), à quatorze semaines et plus dans les conditions les moins favorables ($E_p > 25$ mm).

Dans ce dernier cas, l'allongement du cycle n'est pratiquement pas dû à l'action du fongicide systémique, mais à l'action limitante des facteurs climatiques. Le rôle du fongicide a été de stopper complètement tout symptôme évolutif en début de cycle.

● Dans le cas de cycle perturbé, c'est-à-dire lorsque l'inoculum est très important dans la zone traitée, les durées d'efficacité sont très réduites (réduction pouvant atteindre sept semaines).

Nous voyons ressortir nettement ici l'intérêt majeur, d'une part de toujours **traiter à bon escient** (pour éviter d'atteindre un niveau critique), d'autre part de **lutter systématiquement contre tout foyer d'infestation.**

● Dans le cas de cycles prolongés, nous voyons l'action bénéfique que peuvent avoir les températures limitantes (sommes thermiques 11.000) sur l'allongement du cycle. Il convient donc d'en tenir compte dans la prévision des traitements.

Possibilités d'applications pratiques de ces résultats pour l'avertissement.

L'élément de base de l'avertissement climatique est le réseau de postes climatiques répartis dans la zone bananière. Treize postes existent en Guadeloupe et neuf en Martinique. Les données climatiques utilisées pour l'avertissement sont l'évaporation hebdomadaire et la somme thermique [cf. Mode de calcul, (1)].

Dans le cas de traitements à cycle long, l'évaporation permet de calculer, semaine par semaine, la «moyenne pondérée de l'évaporation hebdomadaire» (E_p) à partir du dernier traitement.

La figure 7 permet de connaître la durée possible du cycle normal de traitement, compte tenu des valeurs de E_p.

Exemple pratique de détermination de la durée d'un cycle normal à partir de E_p (températures non limitantes).

Considérons une zone écologique A dont on possède les

données climatiques hebdomadaires et examinons les diverses possibilités en fonction de l'évolution de E_p.

Dans le tableau qui suit, chaque semaine après traitement, nous portons l'évaporation hebdomadaire E (mm), sa moyenne pondérée depuis le dernier traitement E_p (mm), et la durée probable du cycle «t» (déterminée à partir de la figure 7).

Quatre semaines après traitement (période au bout de laquelle il faudrait refaire un traitement dans le cas de conditions très favorables) nous pouvons prévoir une **durée probable** du cycle de traitement : si les conditions climatiques restent stationnaires au cours des semaines à venir, nous pouvons prévoir un cycle de neuf semaines correspondant à E_p = 18,2. Nous pouvons dès à présent programmer un traitement **probable** pour la neuvième semaine.

Cas n° 1 : Comme escompté, les conditions climatiques varient peu ; à mesure que la neuvième semaine approche nous pouvons confirmer le traitement à effectuer.

Cas n° 2 : Dès la cinquième semaine nous notons une aggravation des conditions climatiques (E = 10,6 mm).
La moyenne pondérée E_p est égale à 14,2 mm, ce qui correspond à un cycle de sept semaines.
Le traitement qui avait été prévu pour la neuvième semaine devra être avancé de deux semaines, avec passage en zone prioritaire.

Cas n° 3 : Dès la cinquième semaine, on assiste à une amélioration des conditions climatiques.
La moyenne pondérée atteint la valeur de 23,0 mm, ce qui correspond à un cycle probable de douze semaines.
Nous pouvons donc ajourner le traitement prévu et en fixer l'exécution **probable** au cours de la douzième semaine.
Les conditions se maintenant stationnaires, le traitement sera effectué la douzième semaine.

Il faut noter que les trois cas envisagés précédemment ne sont pas toujours aussi simples dans la pratique.

En effet, les cas «situation stationnaire», «aggravation », «amélioration» peuvent se combiner dans leurs successions. Il faut donc s'attendre à devoir modifier tout programme probable de traitement au regard des variations hebdomadaires.

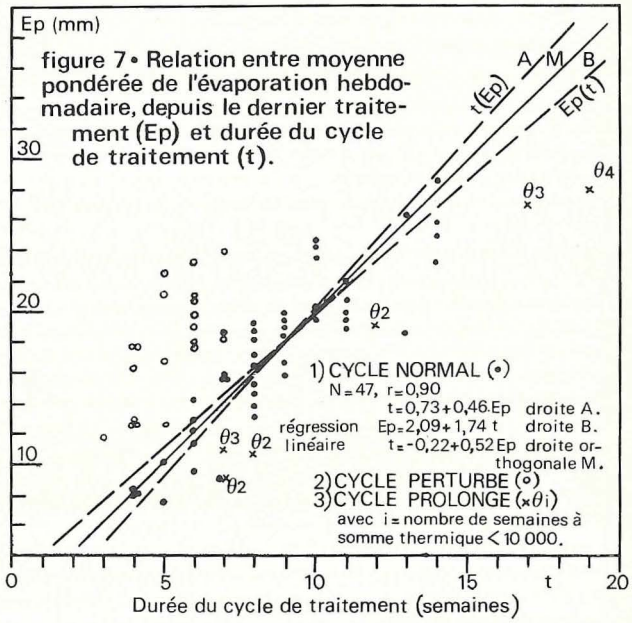


figure 7 • Relation entre moyenne pondérée de l'évaporation hebdomadaire, depuis le dernier traitement (Ep) et durée du cycle de traitement (t).

En conclusion, en conditions normales, les éléments climatiques permettent de prévoir un **programme probable** de traitements, plusieurs semaines à l'avance (à partir de la troisième ou quatrième semaine après traitement).

S'il y a une modification brutale des conditions climatiques, les traitements devront être avancés dans le cas d'une aggravation et ils pourront être retardés dans le cas d'une amélioration.

• Cycle prolongé.

Dans le cas de sommes thermiques inférieures à 11.000 intervenant au cours du cycle, la durée du cycle de traitement pourra être prolongée, surtout si cette action se situe

Semaines après traitement				E mm	E_p mm	T sem.			
1				16,0					
2				15,2	15,6	8			
3				19,2	17,4	9			
4				18,2	17,8	9			
	Situation stationnaire			Aggravation			Amélioration		
	I			II			III		
	E	E_p	t	E	E_p	t	E	E_p	t
5	18,2	18,0	9	10,6	14,2	7	27,8	23,0	12
6	18,6	18,3	9	14,0	14,1	7	23,8	23,4	12
7	17,7	18,0	9	13,7	13,9	7*	23,6	23,5	12
8	18,4	18,2	9				25,5	24,5	12-13
9	18,0	18,1	9*				22,3	23,4	12
10							23,4	23,4	12
11							24,2	23,8	12
12							23,8	23,8	12*

* - réalisation d'un traitement au «bénomyl huileux».

en fin de cycle (la prolongation correspond en général au nombre de semaines à somme thermique limitante).

• Cycle perturbé.

Un inoculum trop important (fort niveau d'infestation lors du traitement au voisinage d'un foyer d'infestation) réduit de plusieurs semaines la durée du cycle. Dans ce cas, les techniques d'observation de la maladie restent le moyen principal pour apprécier les potentialités d'infestation d'une zone donnée et elles sont également le seul moyen sûr de prévision des traitements.

De toute manière, que ce soit dans les cas de cycles normaux, de cycles perturbés ou de cycles prolongés, les techniques d'observation de la maladie devront toujours être utilisées dans un minimum de sites comme moyen de contrôle de l'avertissement climatique. Le nombre des observations sera réduit dans les zones à cycle normal ; par contre, un effort tout particulier sera porté dans les zones à cycle perturbé.

Conclusion.

Dans le cadre d'un programme de lutte intégrée contre la Cercosporiose, pour lequel existe une collaboration très étroite entre services de prévisions et services de traitement, l'avertissement climatique représente un outil de travail relativement précis dans la majorité des cas et permet de réaliser des commandes directes de traitement à effectuer par zone, compte-tenu des renseignements de contrôle des précédents (date, qualité).

D'un autre côté, s'il s'avère d'un emploi insuffisant dans les cas de fortes infestations (cycle perturbé) en zone à conditions climatiques très favorables à la maladie, il permet cependant de bien définir ces zones, par rapport à celles ou les conditions restent moyennes : on pourra donc reporter l'effort de surveillance (observations foliaires) sur des zones bien délimitées, sachant que les autres ne risquent pas de présenter de danger immédiat, ce qui est d'un intérêt non négligeable pour la répartition des tâches d'une équipe de contrôle forcément limitée en nombre.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'expérience et les résultats acquis durant ces trois années de traitement avec un fongicide systémique huileux démontrent nettement les avantages de la lutte contre la Cercosporiose dans le cadre d'un groupement, ce qui s'explique facilement par les caractéristiques de ces nouvelles techniques et par les contraintes qu'elles imposent.

D'une part, en ce qui concerne la rentabilité financière, seul un groupement permet une réduction du prix du produit et du coût des applications aériennes (qui doivent pouvoir se faire par zone écologique et non par plantation individuelle).

Le problème du coût des traitements avec un fongicide systémique est bien entendu primordial, puisqu'il peut aller du double dans le cadre d'un groupement bien organisé, à plus du triple en lutte individuelle, par rapport au traitement classique, ce qui dans ce dernier cas réduit à peu de chose les possibilités d'économie.

D'autre part, ce coût élevé exige une **programmation précise** des traitements pour leur assurer une rentabilité optimale. Cette programmation doit être fondée :

- soit sur des observations foliaires nombreuses et suivies, ce qui n'est pas réalisé sur toutes les plantations en traitement individuel,
- soit plus simplement sur les données d'un réseau d'avertissement climatique, avec des contrôles bien répartis. Un tel réseau ne peut être pleinement efficace que si l'on connaît les dates et conditions d'applications des traitements effectués. On pourra ainsi effectuer des traitements par zone écologique, à condition d'avoir la garantie que toutes les plantations soient traitées correctement pour ne pas créer des foyers de perturbation. Cette centralisation des renseignements et la garantie de traitement en tout point d'une zone, ne seront obtenues valablement que par une équipe responsable d'une lutte généralisée pour une zone, ou un ensemble de zones bananières, travaillant en étroite relation avec le service effectuant les traitements, à savoir les pilotes.

Il reste cependant important de ne pas aboutir à un désintéressement des responsables de plantation pour ces problèmes. Une coopération étroite entre services d'avertissement et de traitement et responsables de plantations demeure indispensable.

Elle devrait permettre :

- une meilleure surveillance des traitements, surtout en zones critiques et peu accessibles ;
- une intervention rapide dans tous les cas de traitements localement mal exécutés, par l'emploi du moyen le mieux approprié (retouches au sol ou traitement aérien d'appoint).

BIBLIOGRAPHIE

1. GANRY (J.) et MEYER (J.P.).
La lutte contrôlée contre le Cercospora aux Antilles.
- Bases climatiques de l'avertissement.
Fruits, vol. 27, n°10, p. 665-676, 1972.

2. **- Techniques d'observations et numération de la maladie.**
Fruits, vol. 27, n°11, p. 767-774, 1972

3. BRUN (J.).
La Cercosporiose du bananier en Guinée.
Étude de la phase ascosporée de *Mycosphaerella musicola* LEACH.
Thèse, Paris 1963.

4. BARON (M.).
Dosage, migration et distribution d'un fongicide systémique
(Benomyl) dans les feuilles de bananier.
Fruits, vol. 26, n°10, p. 643-650, 1971.