

FRUITS



**TRAITEMENTS
A DEBIT REDUIT**
(1948 - 1958)

FRUITS D'OUTRE MER

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHES FRUITIÈRES OUTRE-MER

I. F. A. C.

Ce recueil n'apportera rien de nouveau aux lecteurs de "FRUITS" il leur permettra simplement de conserver, sous une même couverture, toute une série de publications traitant d'un même sujet.

Pendant les dix années qui séparent le premier rapport du dernier, les connaissances se sont développées ; les techniques de lutte se sont perfectionnées. Peu à peu les expérimentateurs ont débordé le cadre proposé en appliquant leurs moyens de traitements à d'autres objets.

C'est pourquoi s'il fallait donner un titre à ce petit recueil, nous choisirions : "Propriétés curatives de l'huile minérale et recherches sur les traitements à débit réduit".

Le décalage des dates entre ces différents rapports amène bien entendu quelques contradictions. Une évolution très nette peut être remarquée. C'est le sort de tout travail expérimental d'être très vite dépassé par l'expérimentation suivante.

Nous pensons cependant, que le lecteur aura une meilleure compréhension des derniers résultats en sachant par quel cheminement est passé l'expérimentateur..

Ajoutez à cette raison le désir que nous avons de conserver sous une belle reliure ce qui pour nous représente dix ans de notre vie et de nos efforts à l'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHES FRUITIÈRES OUTRE-MER.

SOMMAIRE

PREMIÈRE PARTIE

LES TRAITEMENTS FONGICIDES DES BANANERAIES

La maladie de Sigatoka du Bananier.....	J. BRUN
La lutte contre Cercospora musae dans les bananeraies de Guadeloupe.....	H. GUYOT
Utilisation des appareils de traitements en bananeraie.....	J. CUILLE et H. GUYOT
Les formules fongicides huileuses pour le traitement des bananeraies.....	H. GUYOT et J. CUILLE
La lutte contre Cercospora musae dans les bananeraies de Guadeloupe.....	H. GUYOT
Efficacités des différents modes de traitements.....	H. GUYOT et J. CUILLE
La Commission Caraïbe en Guadeloupe.....	H. GUYOT et J. CUILLE
Résultats pratiques obtenus en Guadeloupe lors des applications par brouillards légers huileux.....	H. GUYOT et J. CUILLE
La lutte contre le Charançon du bananier aux Antilles.....	H. GUYOT et J. CUILLE
Les traitements aériens en bananeraie contre Cercospora musae.....	J. CUILLE et H. GUYOT

DEUXIÈME PARTIE

LES TRAITEMENTS PESTICIDES A DÉBIT RÉDUIT EN CULTURE FRUITIÈRE TROPICALE

Introduction.....	R. GUILLIERME
Le matériel de traitement, son utilisation.....	J. CUILLE et H. GUYOT
Étude sur l'action des fongicides huileux dans la lutte contre la cercosporiose.....	J. BRUN
Les huiles de traitement, leur phytotoxicité.....	J. CUILLE et B. BLANCHET
Essai de prévision des attaques de Cercospora en Guadeloupe.....	H. GUYOT et J. CUILLE
Une campagne de lutte contre Cercospora au Cameroun.....	P. MERLE, J. CUILLE et F. DE LAROUSSILHE
Cercospora en Équateur.....	C. HERRERA VASCONEZ, H. GUYOT et J. CUILLE
Lutte contre le Charançon du bananier.....	H. LOCHMANN
Herbicides par atomisation (1 ^{re} partie).....	H. GUYOT et P. OLIVIER
Herbicides par atomisation (2 ^e partie).....	H. GUYOT et P. OLIVIER
Conclusion.....	J. CUILLE

TROISIÈME PARTIE

INDEX INDUSTRIEL ET COMMERCIAL

PREMIÈRE PARTIE

LES TRAITEMENTS FONGICIDES DES BANANERAIES

Après une mise au point sur la biologie de CERCOSPORA musae en 1948, il faut attendre 1953 pour obtenir des résultats très prometteurs, dans la lutte contre ce fléau. Les travaux réalisés pendant cette période ne sont pas rapportés ici, dus à G. MERNY et H. GUYOT, ils ont eu principalement pour but de noter la biologie du champignon et d'expérimenter les procédés classiques de lutte, difficilement applicables dans nos Antilles.

En 1951, les essais de nébulisation commencent, et les premiers résultats de 1953, montrent d'emblée qu'une méthode de lutte, d'une efficacité encore inégalée peut se dégager de ces essais.

C'est alors l'analyse des facteurs nouveaux: formation d'un nuage pouvant englober les plantes à protéger, étude de la fixation du produit et surtout rôle joué par l'huile minérale.

En 1955 le rôle curatif de l'huile seule avait été démontré et la technique de lutte était fixée. Après avoir utilisé 40 litres d'huile contenant 4 kg de cuivre métal, on s'achemine vers une réduction des débits passant à 25 litres par hectare, puis à 20 litres comme un maximum.

Les traitements se développent, nos collègues étrangers s'y intéressent et l'on étudie l'utilisation des appareils nouvellement mis sur le marché, les traitements aériens sont envisagés.

LA MALADIE DE SIGATOKA DU BANANIER

Causée par *Cercospora Musæ* Zimm.

par **Jacques BRUN**

LICENCIÉ ÈS-SCIENCES

INGÉNIEUR AGRICOLE

PHYTOPATHOLOGISTE A L'I.F.A.C.

La maladie de Sigatoka longtemps confinée à la région indo-malaise et à l'Australie a pris ces dernières années une telle extension dans toute l'aire de culture de la banane qu'elle est à juste titre considérée aujourd'hui comme un fléau faisant courir un gros danger à l'industrie bananière. Nous nous efforcerons dans les paragraphes qui suivent, de donner les principes essentiels qui doivent servir de base à toute lutte efficace contre le parasite.

Historique et répartition géographique.

La maladie a été signalée pour la première fois à Java en 1902 par ZIMMERMANN, puis par MASSEE à Fidji en 1912. C'est du nom d'un district de Fidji, où la maladie était active, qu'elle a tiré son nom de Sigatoka. A cette époque, la maladie était considérée comme une affection secondaire liée aux conditions locales et aux variétés cultivées dans ces régions. Cependant, aux environs de 1920, le parasite était mentionné au Queensland et, quelques années plus tard, y causait de sérieux ravages. Puis, en 1930, on signale le *Cercospora* à Ceylan. Il a fallu attendre les années qui ont précédé la seconde guerre mondiale pour que la maladie prenne, dans la région des Antilles et de l'Amérique Centrale, le caractère d'extrême gravité qu'on lui connaît maintenant. ROGER signale la maladie à la Guadeloupe en 1932, puis WARDLAW à la Trinité en 1934 ; depuis cette date le parasite a envahi toute l'aire bananière des Antilles, de l'Amérique Centrale et de l'Amérique du Sud, y causant des dégâts d'abord insignifiants qui prirent rapidement l'aspect d'un véritable désastre, faisant dire à WARDLAW, le spécialiste des maladies du bananier,

que la maladie de Sigatoka représentait le plus redoutable fléau qu'ait jamais connu la culture bananière.

En ce qui concerne les territoires bananiers de la France d'Outre-Mer, nous avons vu que les Antilles étaient gravement atteintes, les plantations de la Martinique et de la Guadeloupe sont sévèrement éprouvées et la production, surtout dans sa qualité, subit un préjudice considérable. Nous n'avons mentionné aucun territoire africain dans la liste des pays atteints par le *Cercospora*, en fait jusqu'à ces dernières années les documents sur la question faisaient totalement défaut. En 1938 HAMSFORD mentionnait la maladie en Uganda et l'année suivante SMART la signalait au Tanganyika. Quant aux territoires bananiers de l'Ouest africain, qui nous occupent plus particulièrement, il n'existe pas à ce jour de documents précis, la maladie n'y est connue que de date très récente par la mission du Professeur HEIM au Cameroun, et par les échantillons de feuilles parasitées par le *Cercospora* que nous avons reçus du Cameroun, en provenance de la Station de l'I.F.A.C. à Nyombé, de la Côte-d'Ivoire où les services agricoles se sont récemment émus à ce sujet, de l'A.E.F. d'où nous avons reçu des échantillons en provenance de Brazzaville. Seule, à l'heure actuelle, la Guinée semble indemne, cette hypothèse n'est d'ailleurs basée que sur l'examen d'échantillons sur lesquels nous n'avons pas trouvé le parasite, seule une prospection sérieuse sur le terrain pourra permettre de trancher cette question avec certitude.

Pour nous résumer, la maladie de Sigatoka est donc présente dans presque tout l'ensemble des territoires français où la banane est cultivée, ce

fait nous oblige à prendre dès à présent toutes les précautions nécessaires.

Mode de dissémination de la maladie.

Le parasite possède à l'intérieur de son cycle évolutif deux stades différents de reproduction : l'un, conidien, connu depuis l'apparition de la maladie et appelé *Cercospora musae*, l'autre, ascospore, découvert récemment à la Jamaïque et dénommé *Mycosphaerella musicola* ; la distinction entre ces deux formes reproductrices du champignon ne présente pas seulement un intérêt scientifique mais elle est à la base même des principes de lutte contre le parasite.

Ces deux types de fructifications se trouvent sur les taches, dans la partie centrale nécrosée. On peut, à l'aide de la loupe, les distinguer aisément. Le stade

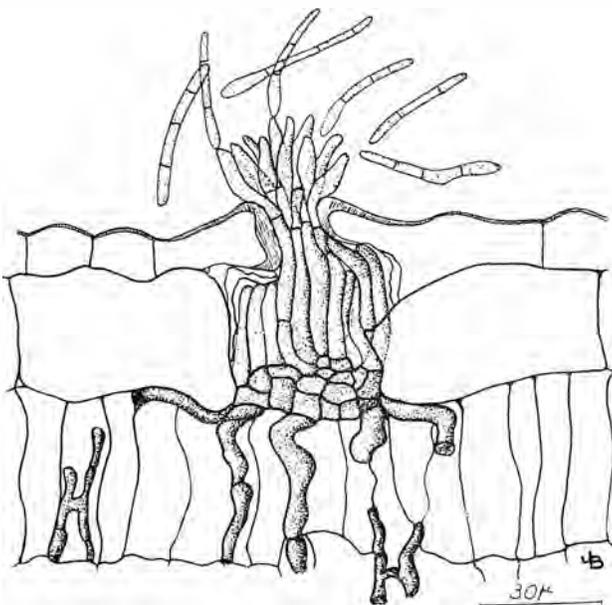


Fig. 1. — Coupe dans une feuille de bananier, montrant le bouquet de conidiophores portant les conidies, s'échappant par un stomate, et le lacis mycelien dans la chambre sous-stomatique.

conidien *Cercospora* (Fig. 1) se présente sous l'aspect de petits houquets noirâtres de conidies, situés à l'extérieur de la feuille, au-dessus de l'épiderme, tandis que le stade *Mycosphaerella* se présente sous l'aspect de petits conceptacles ou périthèces, remplis d'ascospores, situés sous l'épiderme à l'intérieur des tissus de la feuille. Une telle distinction nécessite une certaine habitude, mais nous verrons plus loin qu'il est aisé de distinguer les attaques dues à ces deux aspects du champignon.

Un autre point distingue les conidies et les ascospores, c'est leur mode de dissémination.

Les conidies sont obligatoirement disséminées par l'eau (pluie ou surtout rosée), leur dissémination s'effectue vers le bas avec la chute des gouttelettes qui les transportent, tandis que les ascospores sont projetées hors du périthèce à la maturité de celui-ci, et transportées par le vent, généralement du bas vers le haut.

Enfin, et nous reviendrons plus loin sur ce point, les conidies sont sensibles à la bouillie bordelaise, alors que ce fongicide est pratiquement sans effet sur les ascospores.

Il est à noter que jusqu'à présent, nous n'avons pas encore trouvé des périthèces de *Mycosphaerella musicola* sur les échantillons en provenance d'Afrique : si cette absence du stade parfait du champignon se confirmait la lutte serait bien facilitée. Là encore, une prospection sur le terrain pourra seule nous permettre d'éclaircir ce point.

Il faut signaler encore une différence importante entre les deux modes de dissémination : la production des conidies est répartie sur toute l'année si les conditions climatiques le permettent. Par contre, celle des ascospores est, dans des conditions normales, limitée à une certaine période de l'année. Toutefois, dans certains sols trop acides ou trop alcalins, un déséquilibre se produit dans le comportement du bananier, déséquilibre qui se traduit par l'apparition des périthèces toute l'année. Dans ce cas, la lutte est difficile, sinon impossible.

Symptômes.

Nous reprenons ici, en les résumant brièvement, les travaux de LEACH qui considère six stades dans l'apparition des symptômes.

L'affection présente au début un aspect ponctiforme, qui devient linéaire, puis s'élargit en une tache qui reste généralement allongée :

1. Petit point jaune verdâtre à peine visible à l'œil nu.
2. Le point s'allonge et devient une ligne jaunâtre.
3. La « ligne » a tendance à s'élargir, tout en continuant à s'allonger, le centre devient rouille.
4. Les symptômes précédents s'accroissent, formant une tache, entourée d'un halo vert humide tandis que le centre brunit.
5. La partie brune de la tache se déprime, le halo humide vire au brun foncé.
6. Le halo devient brun noirâtre formant un anneau bien défini. La tache, variable dans ses dimensions, généralement de quelques centimètres, garde un aspect allongé, et de nombreuses ponctuations noirâtres apparaissent en son centre.

La forme allongée de la tache et la marge brune sont typiques et permettent de différencier la maladie de Sigatoka des autres affections foliaires du bananier. Nous insistons particulièrement sur

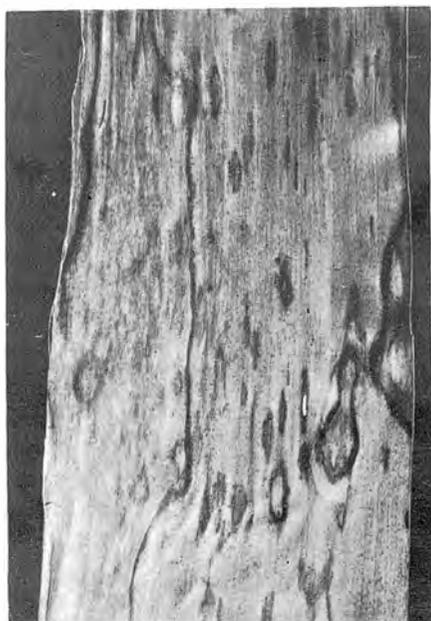


Fig. 2. — Sur cette photographie les taches linéaires et la marge brune caractéristiques du *Cercospora* sont bien visibles. (Photo R. Dadant)

ce point, car un simple examen des taches permet de diagnostiquer la maladie avec certitude (Fig. 2).

Ces symptômes peuvent se modifier avec l'abondance des taches, qui, devenant coalescentes, perdent leur marge brune typique, mais il existe toujours à la périphérie de ces zones « roussies » quelques taches isolées typiques qui permettent de caractériser l'affection.

La position des taches sur la feuille est un élément essentiel en ce qui concerne l'intensité de la maladie et la nature de l'infection due aux conidies ou aux ascospores. Nous allons envisager successivement ces deux types d'infection.

1° *Les Conidies* : Les conidies, étant entraînées à partir des taches des vieilles feuilles par la pluie et la rosée, circuleront verticalement de haut en bas et auront tendance à tomber principalement sur la feuille du cœur non encore déroulée. Les gouttes d'eau, en glissant le long de ces feuilles y déposent les conidies selon des lignes parallèles au bord de la feuille et principalement du côté gauche qui est

le premier à se dérouler. Sur le côté droit les lignes sont plus obliques. Ce sont les infections linéaires (le *Line spotting* des anglo-saxons).

2° *Les Ascospores* : Les ascospores sont entraînées par le vent et les courants d'air ascendants. L'infection se fait du bas vers le haut à la suite du mouvement d'air localisé sous les feuilles des bananiers, mouvement d'ailleurs mal connu. Les feuilles atteintes seront les deux plus jeunes, déjà ouvertes. L'infection se fait surtout à l'extrémité de la feuille, à la face inférieure. C'est le « *tip spotting* » (bout taché).

Il est donc aisé de reconnaître sur une feuille de bananier, si les taches causées par le champignon sont dues aux conidies ou aux ascospores, et cela par la localisation des taches sur la feuille (fig. 3).

Condition de l'infection, durée de l'incubation.

Un fait est capital dans les principes qui régissent la lutte contre le *Cercospora*, c'est le suivant : seule

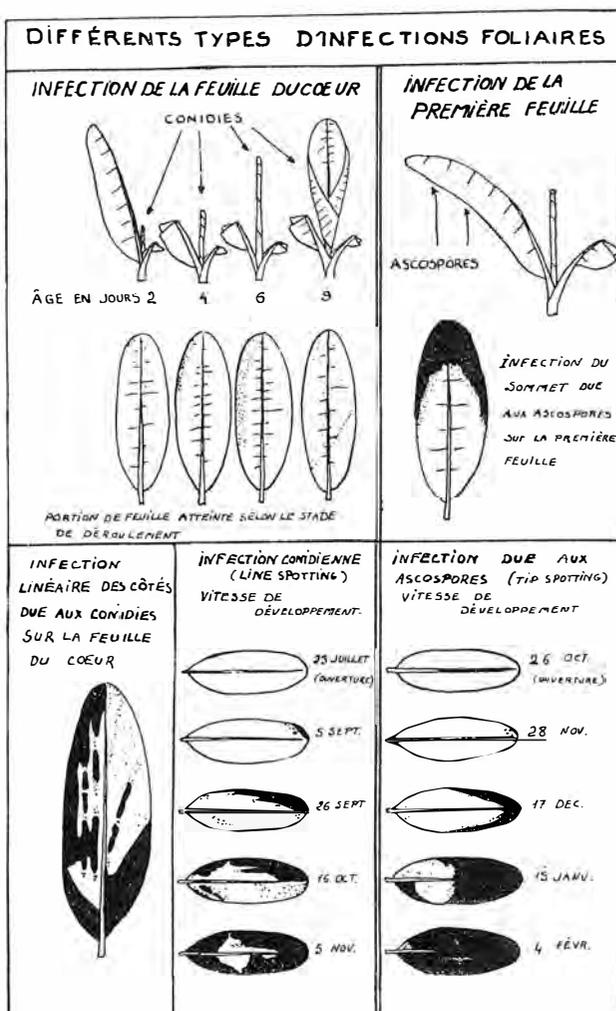


Fig. 3. — D'après "Banana, leaf spot When to spray and Why".

la feuille du cœur et les deux premières feuilles ouvertes sont sensibles au parasite et susceptibles d'être contaminées par le champignon. Ce fait a été démontré par de nombreuses expériences (LEACH). Il est dû principalement à la présence d'autres champignons saprophytes, entrant en concurrence avec le *Cercospora*, et aussi aux exsudations gommeuses diluées dans la rosée sur les vieilles feuilles. La cuticule cirreuse, plus épaisse sur les feuilles âgées, joue probablement son rôle. Donc, en aucun cas, on ne peut dire, quelle que soit l'apparence saine du jeune feuillage, que le parasite ne s'attaque qu'aux vieilles feuilles affaiblies. Le *Cercospora* s'attaque toujours aux feuilles à leur premier stade de développement. L'aspect sain des jeunes feuilles est dû à la durée variable de l'incubation, c'est-à-dire au temps qui s'écoule entre l'infection, qui se situe au moment du déroulement de la feuille, et l'apparition des taches.

Le parasite pénètre par les stomates, se développe d'abord très lentement, puis plus rapidement ; le développement est lié à la sécrétion de toxines qui favorisent la pénétration du parasite. L'anneau brun qui borde les taches est la réaction de la plante à cette toxine. Le parasite traverse la feuille, et les fructifications apparaissent à la face supérieure. Entre l'infection et l'apparition des taches, il peut s'écouler un temps variant entre 26 jours et 3 mois, cette période étant sous la dépendance du nombre de taches qui se développent sur la feuille. En effet, plus les infections sont nombreuses, plus la quantité de toxine libérée est grande, et plus la pénétration et le développement du parasite sont rapides. C'est ce qui rend particulièrement dangereuses les attaques massives dues aux ascospores. En ce qui concerne les conidies, le nombre des infections est sous la dépendance de la température et de l'humidité, qui réagissent leur développement. La durée de l'incubation sera d'autant plus longue que la température sera plus basse et l'humidité plus faible.

Cette particularité du développement du champignon et sa durée variable d'incubation jouent un grand rôle dans la technique du traitement ; il ne faut pas traiter quand les taches apparaissent, mais traiter préventivement durant les époques les plus dangereuses de l'année.

Conditions climatiques favorables au développement du champignon.

Le climat est un facteur déterminant dans l'organisation de la lutte contre le parasite. C'est le climat, en effet, qui règle le développement de celui-ci.

Nous avons vu qu'une pellicule de rosée ou de pluie était nécessaire au développement des conidies. Il n'y a donc pas de possibilité de développement du parasite en période sèche. Ce fait est important

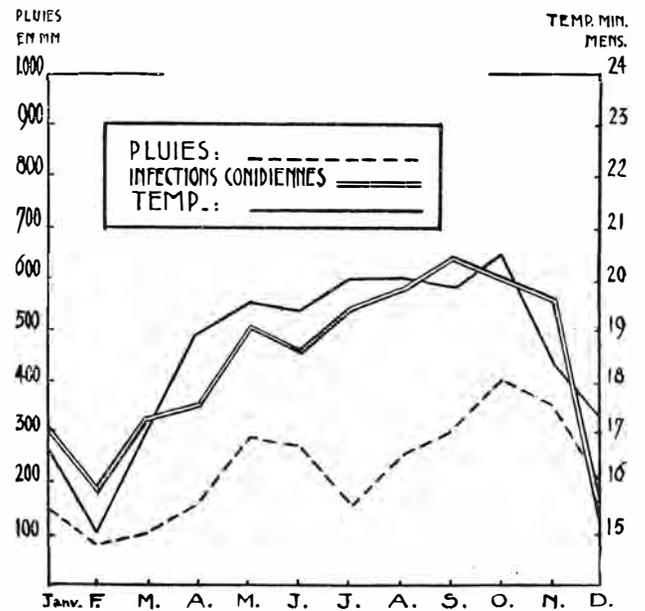


Fig. 4. — Jamaïque : Le parallélisme entre les facteurs climatiques et l'infection conidienne est nettement marqué à la Jamaïque.

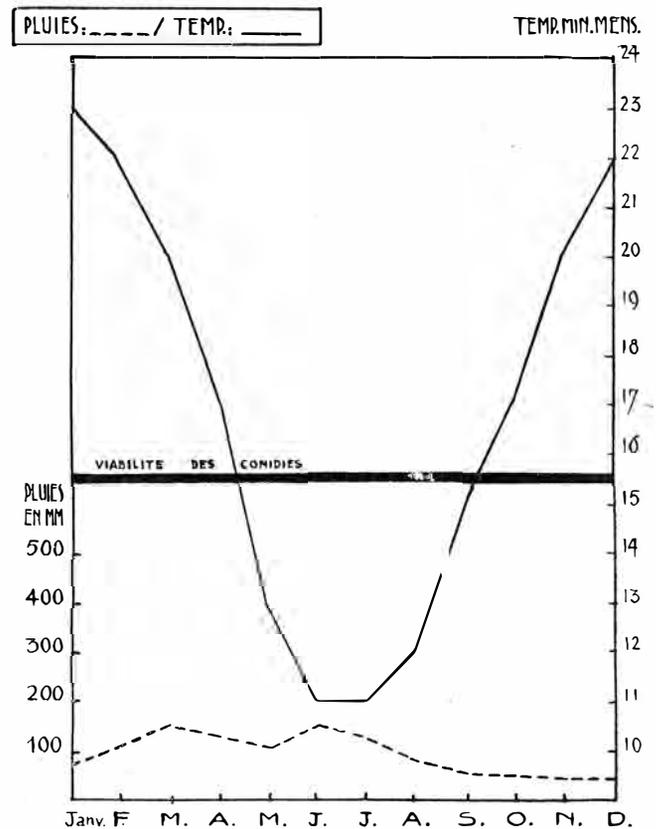


Fig. 5. — Nouvelle-Galles du Sud. En Nouvelle-Galles du Sud une saison hivernale très marquée arrête le développement conidien (température en-dessous de 16°).

dans le cas de la Guinée. En ce qui concerne les ascospores, nous avons vu que la pluie n'était pas nécessaire à leur transport. Cependant, l'humidité est nécessaire à leur germination qui est donc régie par les mêmes facteurs que celle des conidies ; d'autre part, une température élevée et une humidité abondante sont nécessaires à la formation et à la maturation des ascospores. Ces conditions ne se trouvent réalisées que durant une période déterminée de l'année : du 1^{er} Août au 31 Janvier, par exemple, à la Jamaïque.

La température est un facteur qui peut jouer dans certains cas. Le minimum exigé pour le développement des conidies est d'environ 15°-16°. Les ascospores ne sont libérées qu'à maturité du périthèce, c'est-à-dire en période favorable au point de vue température et humidité.

Nous avons tracé quelques graphiques concernant les territoires de la France d'Outre-Mer où le bananier est cultivé, afin d'établir un parallélisme entre les traitements effectués à la Jamaïque et en Nouvelle Galles du Sud (fig. 4 et 5). Il est difficile, sinon impossible, de tirer des conclusions des données météorologiques. Cependant, on peut en déduire les faits suivants :

1° En aucun endroit dans les territoires bananiers de la France d'Outre-Mer, les températures ne sont suffisamment basses pour empêcher totalement le développement des conidies (ce développement est diminué aux environs de 18°) (fig. 6-7-8).

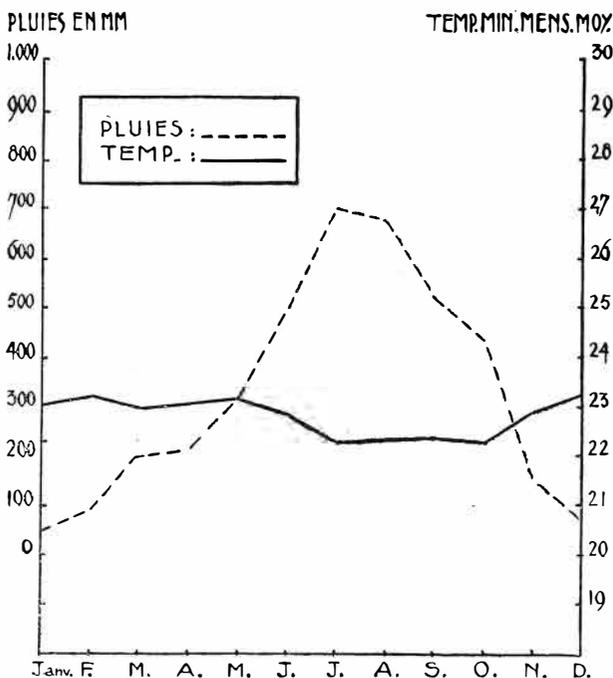


Fig. 6. — Douala (Cameroun).

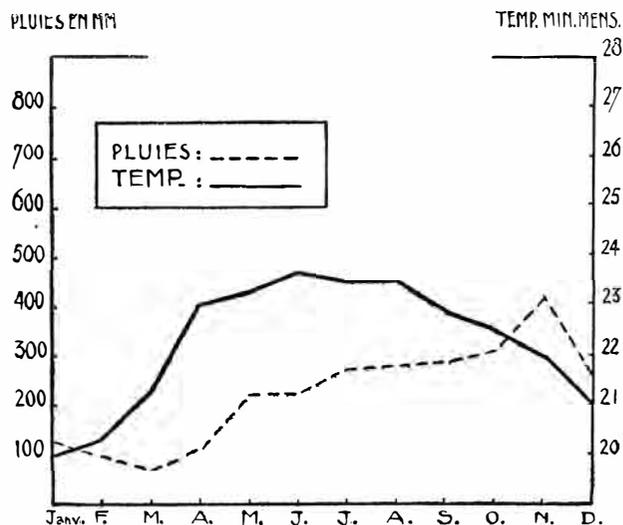


Fig. 7. — Abidjan.

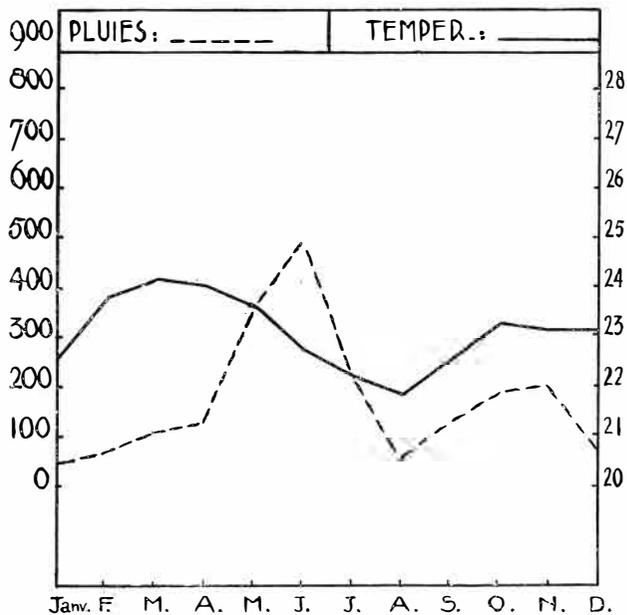


Fig. 8. — Martinique (Station du Gros Marne).

L'examen de ces graphiques permet de voir aisément que dans aucun de ces trois territoires les conditions climatiques ne peuvent amener un arrêt total au développement du parasite.

2° Dans aucun de ces territoires, sauf en Guinée (fig. 9), il n'existe de saison sèche capable d'arrêter le développement du parasite durant une partie de l'année. Durant les mois les moins pluvieux, le développement sera simplement ralenti.

En résumé, il faut, hélas, reconnaître que dans l'ensemble de la zone bananière française, les conditions climatiques sont assez favorables au développement du parasite.

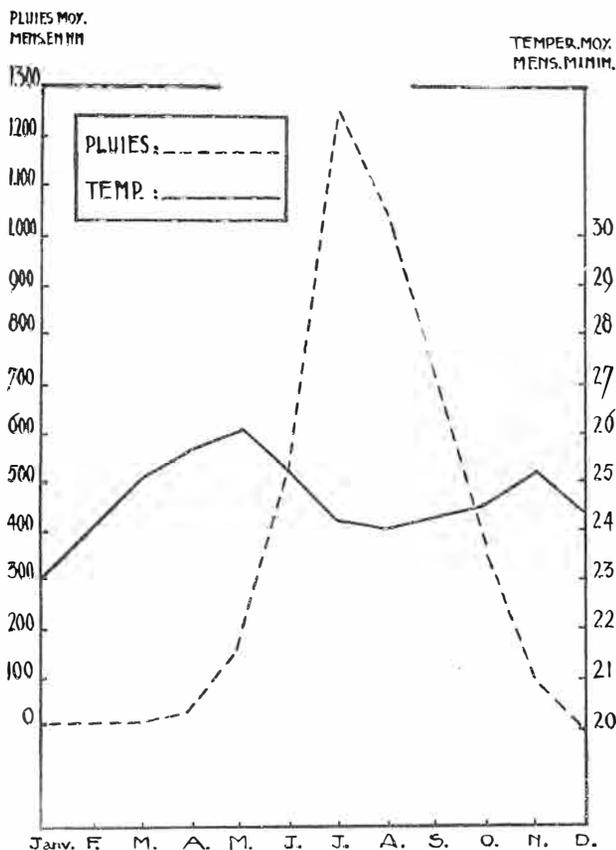


Fig. 9. — Conakry : En Guinée l'absence de chutes de pluies durant Décembre, Janvier, Février, Mars peut arrêter le développement du parasite pendant une partie de cette période.

Les principes de la lutte contre la maladie de Sigatoka.

Les points essentiels de la biologie du parasite, que nous avons rapidement examinés, nous permettent de tirer les conclusions suivantes en ce qui concerne la lutte contre celui-ci.

1° Seules les conidies sont sensibles à l'action des fongicides, qui sont sans effet sur les ascospores. La lutte contre celles-ci ne peut donc être qu'indirecte. C'est en évitant ou en limitant au maximum les attaques dues aux conidies (type affection linéaire) que l'on peut supprimer ou diminuer au maximum les attaques dues aux ascospores (type affection du sommet des feuilles).

2° Seule, la feuille du cœur est sensible aux infections des conidies. C'est donc vers une pulvérisation aussi parfaite que possible de cette feuille par les différents fongicides, que doivent tendre tous les efforts du planteur. De ces deux principes en découlent deux autres.

3° La lutte devra être effectuée au maximum durant les mois de l'année où seules les infections conidiennes se produisent. Diminuant ainsi les infections linéaires, on réduira, postérieurement,

la formation des périthèces et des ascospores, au moment où les conditions climatiques seront devenues favorables à cette formation.

4° Il vaut mieux traiter souvent la feuille du cœur et les trois premières feuilles déroulées en utilisant moins de produit à la fois, que recouvrir totalement le bananier par des pulvérisations moins fréquentes.

Nous donnons, à titre d'exemple, deux types de cycles de pulvérisations dans deux pays, la Jamaïque et l'Australie où les conditions très différentes de climat (voir graphiques) exigent des traitements différents.

1° A la Jamaïque. Les traitements recommandés sont les suivants :

1^{er} cycle de pulvérisation intensive :

- 2 Mars 900 litres environ de bouillie bordelaise à 1 — 1 — 100.
- 23 Mars 900 litres environ de bouillie bordelaise à 1 — 1 — 100.
- 6 Avril 900 litres environ de bouillie bordelaise à 1 — 1 — 100.
- 27 Avril 500 litres environ de bouillie sur les trois premières feuilles.

2^e cycle de pulvérisation intensive :

- 15 Juin 900 litres de bouillie.
- 6 Juill. »
- 20 Juill. »
- 3 Août »
- 24 Août 500 litres de bouillie sur les trois premières feuilles.
- 14 Sept. 500 litres de bouillie.
- 5 Oct. 900 litres de bouillie.

Cycle préventif de pulvérisation.

- 7 Déc. 900 litres de bouillie.
- 11 Janv. »

2° Au Queensland et en Nouvelles-Galles du Sud. Dans ces régions, les températures hivernales arrêtent le développement du *Cercospora*. Seuls les mois chauds sont dangereux, aussi recommande-t-on le cycle de pulvérisations suivant :

- | | |
|--------------|-------------|
| 15 Décembre. | 17 Février. |
| 7 Janvier. | 28 Février. |
| 28 Janvier. | 28 Mars. |

Il est bien évident que de tels traitements ne peuvent être appliqués à la lettre que dans les régions où ils sont recommandés. Cependant, il a été démontré partout que l'intervalle de trois semaines entre deux pulvérisations est le plus favorable. Cet intervalle est adopté dans toute la zone bananière des Antilles et de l'Amérique Centrale, durant la saison des pluies. Le nombre de traitements, théoriquement de 14, varie avec l'intensité des attaques et les microclimats locaux. Le prix de revient des trai-

tements est un autre facteur primordial. Toutefois, à ce sujet, il semble se dégager une ligne générale de conduite. Dans les zones très atteintes, il vaut mieux traiter correctement des surfaces moins étendues et supprimer les plantations situées en terrains défavorables (sols trop alcalins ou trop acides, microclimats favorables au parasite par une température et une humidité élevées et constantes). C'est grâce à ce principe et à celui des traitements réguliers que les pays d'Amérique Centrale ont pu continuer à produire des bananes malgré le *Cercospora*.

Produits utilisés.

La bouillie bordelaise est à peu près partout le produit le plus utilisé à la dose de 1 — 1 — 100, soit : 1 kg de sulfate de cuivre, 1 kg de chaux dans 100 litres d'eau. Il faudra toujours utiliser un adhésif, car la cuticule cireuse du bananier entrave une bonne répartition de la bouillie. En Australie, où l'on lutte à la fois contre le *Cercospora* et les insectes, on utilise 800 litres à l'ha de la bouillie suivante : oxychlorure de cuivre 0,5 %, soufre 0,5 % ou oxychlorure de cuivre et huile blanche. Les poudrages, utilisés autrefois, sont à peu près abandonnés aujourd'hui.

Des essais très encourageants de traitements avec différents produits cupriques, avaient été effectués immédiatement avant la guerre à la Guadeloupe, sur la bananeraie de la Grande Berge appartenant à la Société Industrielle et Agricole de la Pointe à Pitre, démontrant la possibilité d'une lutte efficace contre le *Cercospora* du bananier.

Action de l'ombrage dans la lutte.

L'ombrage peut, dans certains cas, réduire ou arrêter le développement de la rosée et gêner ou empêcher le développement des conidies. Mais, en ce qui concerne les ascospores, leur germination dépend beaucoup moins de la rosée. L'ombrage ne saurait en aucun cas être considéré comme un moyen absolu de lutte.

Action des engrais.

Il a été démontré que les engrais n'ont pas d'influence sur le développement de la maladie (LEACH). L'action des engrais, notamment des phosphates associés avec l'azote et la potasse, n'augmente pas le degré de résistance, mais masque les premiers symptômes de la maladie en accélérant la vitesse de croissance des premières feuilles. Cette croissance plus rapide facilite l'infection conidienne et peut amener à faire des traitements supplémentaires.

Appareils utilisés.

Les Anglo-saxons ont particulièrement étudié ces dernières années les pulvérisateurs pour bananeraie, à cause du développement de la maladie de Sigatoka et aussi de la raréfaction de la main-d'œuvre, due à la guerre.

Deux principes ont été retenus :

1° Le système fixe : on établit dans la plantation un réseau de canalisations munies de robinets, sur lesquels on adapte des tuyaux de caoutchouc. La bouillie bordelaise est envoyée sous pression à partir d'une pompe centrale.

2° Les pulvérisateurs mobiles ce sont les plus employés : une capacité variable, 200 à 600 litres, ils sont munis de 2, 4 ou 6 lances fixées sur tuyaux de caoutchouc ; la pression nécessaire varie entre 100 et 300 kg, la plupart des modèles sont auto-moteurs ou auto-tractés.

L'industrie française, qui, à notre connaissance, n'a pas construit spécialement de pulvérisateurs pour bananeraies, possède divers types adaptés à l'arboriculture qui semblent donner des garanties suffisantes.

En résumé, tant que des variétés résistantes n'auront pas été trouvées, les traitements contre *Cercospora* s'avèreront indispensables. Ceux-ci doivent être appliqués avec une rigueur quasi-mathématique durant les premières années. L'action des traitements étant cumulative, le planteur pourra par la suite, en tenant compte des indications données par les symptômes foliaires, supprimer quelques-uns des traitements, n'oubliant pourtant jamais qu'un traitement négligé ou fait à contre temps peut ruiner plusieurs années d'efforts.

Action de la maladie sur le développement des bananiers et de leurs régimes.

Nous avons vu l'action exercée sur les feuilles par l'attaque du *Cercospora*. Voyons maintenant comment cette action se répercute sur le reste de la plante et principalement sur sa production.

Sur le rhizome, la maladie exerce une action très nette, se traduisant par une diminution sensible des réserves. Indiquons également une décoloration bleuâtre caractéristique des faisceaux fibro-vasculaires de la hampe florale.

L'action de la maladie est très sensible sur la phase reproductrice. On note un retard considérable dans le temps de sortie du régime (jusqu'à trois semaines). Ce retard est dû à la grande quantité de substances nécessaires aux tissus du pédoncule, prélevées sur le rhizome appauvri.

La taille du fruit ne sera diminuée qu'en cas d'attaques graves, sinon, seule sa qualité sera affectée.

En ce qui concerne la qualité du fruit, WARDLAW écrivait en 1939 :

« Un « leaf spot » sévère est accompagné par le » développement d'une couleur chamois à saumon » ocre pâle de la pulpe. Quand la maladie est moins » sévère des régimes apparemment normaux peuvent » être récoltés. Mais durant les 30 à 36 heures qui » s'écoulent avant que les fruits soient sous les hangars, » quelques-uns ou la majorité de ceux-ci ramollissent » et jaunissent. Dans des cas encore moins graves, » les fruits peuvent échapper à tout contrôle avant » l'embarquement, mais ils deviennent mous et se » colorent durant le transport réfrigéré. Les régimes » qui ne sont que légèrement affectés peuvent se » comporter à peu près comme des fruits normaux... » Il a été démontré d'une façon concluante que des » régimes récoltés au stade 3/4 plein, dans une » plantation montrant une attaque moyenne, et » maintenus à 12° pendant 15 jours, avec un » mûrissement ultérieur à 20°, montrent un compor- » tement anormal. Les fruits affectés sont caractérisés » par une pulpe d'une couleur chamois plus ou moins » bien marquée, ils tendent à mûrir avec une rapidité » indésirable. Une fois ramenés à une température » plus élevée, l'odeur et l'arôme sont également » affectés ».

CONCLUSION

De ce bref exposé sur la maladie de Sigatoka, trois faits essentiels peuvent être retenus :

- La gravité de la maladie.
- La possibilité de traitement.
- Le peu de connaissance sur l'écologie de la maladie en Afrique.

Les deux premiers points n'attirent pas de commentaires spéciaux. Nous nous trouvons en face d'un parasite grave, mais nous possédons heureusement des moyens efficaces de lutte. C'est surtout sur le troisième point que nous attirons l'attention.

Pour que la lutte soit profitable, pour que les traitements puissent être appliqués avec le maximum d'efficacité, la maladie doit être étudiée en rapport étroit avec les conditions locales, et c'est le rôle des techniciens de l'I.F.A.C.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- 1935 WARDLAW C.W. — Diseases of the banana. London.
 1939 WARDLAW C.W. — *Cercospora* leaf-spot disease of bananas. Nature CXLIV, 11-14.
 1940 MAGEE C.J. — Banana leaf spot spraying and dusting trials. Agric. gaz. N.S.W.
 1942 Banana leaf-spot when to spray and why. Leaf spot control division Department of Agriculture Hope Jamaica.
 1946 LEACH R. — Banana leaf spot on the Gros Michel Variety in Jamaica.
 Printed in Jamaica by the government printer Kingston.



La lutte contre *Cercospora Musæ* dans les bananeraies de Guadeloupe

Essais de nébulisation (Fogging)

par **HUBERT GUYOT**

DIRECTEUR DE LA STATION RÉGIONALE DES ANTILLES
DE L'INSTITUT DES FRUITS ET AGRUMES COLONIAUX.

Les traitements contre la Cercosporiose du Bananier ont nécessité la mise en œuvre de moyens importants. Les producteurs qui ont dû traiter l'ont fait à grands frais et dans le seul but de sauver une partie de leurs récoltes. Lorsque l'infection n'était pas régulière ou de grande intensité, il était d'usage de « vivre avec la maladie ».

*Rendre les traitements plus efficaces et moins onéreux est devenu une nécessité si l'on veut maintenir le niveau de la production en qualité et en quantité. On considère généralement qu'un traitement n'est possible que s'il apporte une plus-value de 40 % de la récolte. Ce bénéfice ne peut être obtenu qu'en améliorant la forme sous laquelle sont réalisées les applications de produits fongicides contre *Cercospora*.*

Les travaux antérieurs de l'Institut Français des Fruits et Agrumes Coloniaux ont permis de délimiter les périodes optimum auxquelles doivent être faits les traitements. Les produits chimiques utilisables ont été testés et les possibilités de produits organiques de synthèse reconnues.

Pour mettre en œuvre ces acquisitions, l'I. F. A. C. a entrepris l'étude de l'adaptation aux bananeraies des procédés modernes de traitements. Un appel a été fait aux constructeurs d'appareils qui y ont répondu avec un empressement qui est un témoignage de leur esprit d'entreprise et nous les remercions bien vivement de leur confiance. Leur collaboration va nous permettre d'étudier différents procédés tels que l'émission de fumées, la nébulisation, la pulvérisation pneumatique (ou atomisation), la pulvérisation hydraulique avec réduction du débit d'eau, les poudrages secs, les poudrages humides et l'alternance ou la combinaison de ces différents modes de traitements. La possibilité et la rentabilité des traitements aériens (avions et hélicoptères) seront également envisagées.

Ce programme de recherches est déjà commencé depuis plus d'un an et sera intensifié particulièrement au cours de la prochaine campagne. La première relation de ces essais contenue dans l'article ci-dessous de H. GUYOT, directeur de la Station des Antilles de l'I. F. A. C., montre les progrès qui ont été réalisés et est un encouragement inestimable pour la poursuite des recherches.

*Pour la première fois aux Antilles, dans la région la plus attaquée par *Cercospora*, on a pu assurer une protection totale de la bananeraie jusqu'au mois de Novembre. Ce résultat a été obtenu avec des moyens mécaniques limités et sur des surfaces dont l'importance dépasse les champs d'essais habituels.*

Il n'est pas téméraire de prévoir que, bientôt, grâce à une organisation rationnelle mettant en œuvre des moyens de traitements bien choisis, les producteurs antillais seront progressivement débarrassés du lourd tribut qu'ils ont dû concéder ces dernières années à la Cercosporiose du Bananier.

Des années de recherches ont été nécessaires avant que cet espoir puisse être exprimé, quelques mois peuvent suffire pour adapter ces mesures de lutte aux conditions de toutes les bananeraies antillaises.

J. CUILLÉ,
I. F. A. C.

Les premiers essais de nébulisation (fogging) pour l'application des fongicides en suspension huileuse furent effectués en 1952 par le Service de Défense des Cultures de l'Institut des Fruits et Agrumes Coloniaux en Guadeloupe, dans la région de Petit-Bourg sur une bananeraie de la Société Industrielle et Agricole de Pointe-à-Pitre (S. I. A. P. A. P.).

Les résultats obtenus ont été relatés dans le Rapport annuel de l'I. F. A. C. (*Antilles, année 1952*). Ces résultats, sans être sensationnels, n'étaient pas décevants. Bien que l'essai fût significatif et que la légère supériorité du traitement sur un témoin non traité fût démontrée, on ne pouvait dire avec certitude que ce procédé de nébulisation était plus efficace que les pulvérisations habituelles.

Profitant de cette expérience, au début de l'année 1953, nous avons décidé d'entreprendre un essai différent dont le premier objectif était de démontrer :

1° Que des fongicides en suspension huileuse étaient efficaces.

2° Que la nébulisation, procédé très pratique, pouvait être retenue.

3° Qu'il était possible de contrôler complètement *Cercospora* dans une bananeraie.

Nous désirions avant tout obtenir des résultats visibles à l'œil sans avoir recours, pour démontrer l'efficacité de tel produit ou de telle méthode, à des chiffres ou à une analyse statistique.

Notre essai était cependant doublé d'une série de comptages de feuilles saines et tachées, afin de vérifier avec rigueur les différences obtenues.

Nature des traitements.

Les traitements consistaient en des passages réguliers tous les quinze jours puis, en forte période d'attaque, toutes les semaines. Ils étaient réalisés avec un thermo-aéroliseur (1) nébulisant une même quantité de

liquide huileux contenant chaque fois la même proportion de Cu ou de Zineb.

Des bouillies ou suspensions huileuses ont été mises au point après de nombreux tâtonnements. Nous avons essayé différentes compositions avec des supports tels que l'huile, le pétrole, le gas-oil, l'eau et l'huile blanche, seuls ou en mélange.

Deux bouillies ont été retenues :

I. Bouillie cuprique :

20 litres d'huile mobil-oil AF
14 litres de gas-oil
9 kg d'oxychlorure de cuivre à 50 % de Cu
6 litres d'huile blanche (type été)

40 litres environ de ce mélange étaient utilisés par hectare traité.

II. Bouillie au Zineb :

20 litres de mobil-oil AF
20 litres de gas-oil
4 kg de Zineb (bis-éthylène dithiocarbamate de zinc)

40 litres environ de ce mélange étaient utilisés par hectare traité.

La bouillie du Zineb est plus fluide que la bouillie au Cuivre. Si à la suite de cet essai, on retient la bouillie au Zineb, il sera possible de réduire de moitié les quantités d'huile et de gas-oil pour le même poids de zinc.

Dans cet essai, nous avons voulu procéder, pour chaque fongicide, à la même dispersion de liquide (nombre de litres).

Nous nous sommes arrêtés à ces formules pour les raisons suivantes :

1° Le brouillard obtenu ne semblait pas trop léger.

2° Les bouillies assez fluides ne bouchaient pas la tuyauterie de l'appareil et se nébulisaient facilement.

3° Le brouillard, étant très dense, pouvait facilement être observé dans sa progression à travers les bananeraies.

(1) L'appareil utilisé pour cet essai est le Tifa. Nous remercions vivement la Société Lister de sa précieuse collaboration qui a grandement facilité nos recherches.

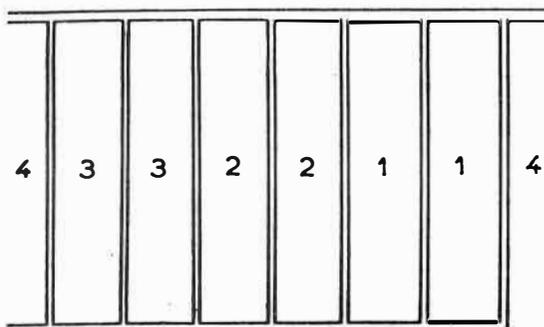


PLANCHE I

CONVENANCE.

(Photos H. Guyot, I.F.A.C.).

De haut en bas et de gauche à droite :

1. Plan de l'Essai.

2. Bon traitement.

3. Traitement avec vent favorable, le brouillard pénètre bien dans la bananeraie.

4. Dépannage de l'appareil (mauvais fonctionnement de la chambre) de combustion.

5. Traitement arrêté, le vent chassant le brouillard devant l'appareil.

6. Par mauvais temps, il est difficile de remorquer l'appareil avec une Jeep.



4° L'analyse des dépôts cupriques sur les échantillons prélevés dans les bananeraies révélait la présence de quantités suffisantes de cuivre.

Plan de l'essai et situation.

Nous avons choisi, pour entreprendre cet essai, une bananeraie de la région de Petit-Bourg appartenant à la Société Industrielle et Agricole de Pointe-à-Pitre (S. I. A. P. A. P.). C'est dans cette région que *Cercospora* fait le plus de dégâts. Chaque année entre juin et décembre l'ensemble des bananeraies de cette Société se trouve attaqué par le champignon. Les pertes peuvent être chiffrées à plus de trente pour cent de la production : perte de poids sur les régimes exportés et régimes inexportables.

La bananeraie choisie a été plantée au courant de l'été 1952 au lieu dit « Convenance » sur la Route de la Retraite.

Nous donnons ci-contre (planche I) le plan de cet essai dont évidemment nous reconnaissons les défauts techniques. Nous avons expliqué plus haut ce que nous recherchions : c'est avant tout les différences visibles à l'œil et non plus comme dans nos essais précédents des différences surtout appréciables par des chiffres.

L'interprétation statistique d'un tel essai est difficile, l'essai, au sens propre du mot, étant peu rationnel. Il était difficile de faire autrement, étant donné l'éloignement de la Station de Neufchâteau. Par ailleurs, la topographie de la plantation et le matériel puissant dont nous disposions ne permettait pas de faire de sous-parcelles.

Nous avons créé plusieurs parcelles : (d'environ 40 m de large sur 300 m de long).

1. Nébulisation Dithiocarbamate de Zinc (Zineb).
2. Nebulisation Zineb ou Cuivre (en fonction des vents).
3. Nébulisation au Cuivre (Oxychlorure).
4. Pulvérisation habituelle au Cuivre (Oxychlorure).

PLANCHE II.
(Photos H. Guyot, I.F.A.C.)



1



2



8

PLANCHE II.

(Photos H. Guyot, I.F.A.C.)

1 et 2. La bouillie aqueuse est moins visible, mais reste plaquée au sol ; elle est à préconiser avec addition de mouillant (huile blanche) pour les destructions de mauvaises herbes.

3. La bouillie huileuse est spectaculaire mais donne un brouillard léger qui monte vers le ciel et se laisse facilement entraîner par les courants d'air.

4, 5, 6, 7 et 8. Un mélange Gas-oil et d'Huile donne une brume épaisse qui rebondit sur le sol et ne monte pas vers le ciel, baignant ainsi les bananiers. Il se laisse entraîner par les brises même légères.

9 et 10. Une faible brise en effet gêne considérablement l'émission du brouillard qui, de plus, sous l'influence des courants d'air chaud a tendance à monter au lieu de s'étaler. Il peut être également refoulé vers l'appareil si la brise est trop forte.

11. Avec l'appareil à Thermo-aérosol, il est nécessaire de manœuvrer en travers du vent, ce qui aura pour effet de rabattre le nuage vers le sol. Le distributeur doit être dirigé vers le bas. Après le passage de l'appareil, la bananeraie doit baigner dans un brouillard bas.

Témoins. Il s'agit des parcelles 4 situées sur le plan (planche 1) (à gauche et à droite) de l'essai. Ces parcelles 4 ont été traitées régulièrement tous les mois comme l'ensemble des bananeraies de la S. I. A. P. A. P. avec une bouillie à l'oxychlorure de cuivre composée de la façon suivante :

Eau : 1.500 litres à l'hectare environ

Cuivre : 5 kg pour 1.000 litres (Oxychlorure)

Mouillant : 1 litre pour 1.000 litres.

La pulvérisation s'effectuait avec un appareil à grand rendement du type Myers pouvant traiter par jour 5 hectares avec une dizaine de manœuvres.

Le transport de l'eau était assuré par un camion citerne.

Traitements au Nébulisateur.

L'appareil est remorqué par une Jeep qui circule sur les chemins de terre entourant les parcelles. Il faut

environ 20 minutes pour traiter de cette façon un hectare de bananiers. La main-d'œuvre est réduite au minimum :

— un chauffeur pour la Jeep,

— un aide mécanicien pour le contrôle en marche de l'appareil.

La bouillie est préparée la veille dans des fûts de 50 litres.

Au début de l'essai, la quantité de liquide nébulisée à chaque traitement était de 40 litres/ha, mais il s'est avéré par la suite qu'on pouvait la réduire à 20 litres, pour environ 1 ha 30. Les parcelles intermédiaires (Zineb ou cuivre) recevaient l'un ou l'autre des deux produits selon la direction du vent au moment des traitements.

Date et début de l'essai.

L'essai débuta en janvier 1953 à la sortie de la saison 1952, bien avant le début de la nouvelle attaque de *Cercospora*. Les bananiers encore jeunes (6 mois) présentaient de nombreuses taches de *Cercospora* comme on le verra par le tableau ci-dessous (tableau 1).

L'attaque étant également répartie dans toutes les parcelles, la végétation était donc sensiblement uniforme avant les traitements.

Le comptage des feuilles est fait sur 25 bananiers par parcelle. Les bananiers étaient pris au hasard à l'intérieur de chaque parcelle. On remarque en outre que les 100 bananiers observés au début de l'essai possédaient sensiblement le même nombre des feuilles.

Conduite de l'essai.

La nébulisation était faite régulièrement tous les 15 jours au début, jusqu'en mai, puis tous les 8 jours ensuite.

PLANCHE II (Suite de la page précédente).

9



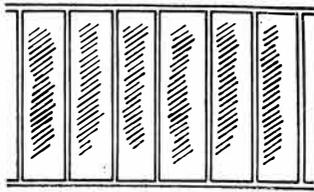
10



11

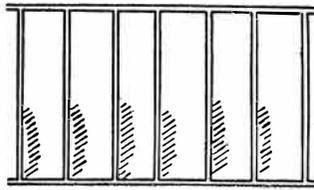


Direction du vent	Dates et heure	OBSERVATIONS :
-------------------------	----------------------	----------------



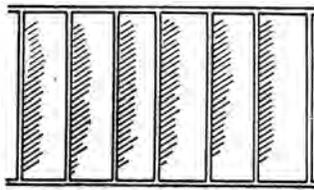
20-1-53
7 h 59

Mauvais traitement,
vent changeant
presque parallèle
aux traces, la partie
centrale recevant du
Zineb.



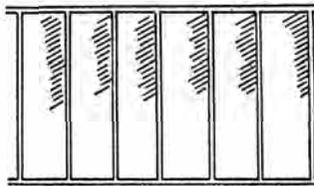
5-2-53
8 h

Bon traitement,
brise très légère en
bas des parcelles, la
partie centrale re-
çoit du Zineb.



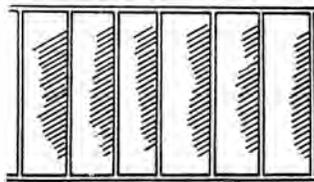
19-2-53
7 h 30

Traitement normal,
vent régulier, la par-
tie centrale reçoit
du Zineb.



3-3-53
8 h 10

Bon traitement, vent
régulier avec parfois
quelques sautes en
haut des parcelles.
La partie centrale
reçoit du Cuivre.



19-3-53
7 h 40

Vent trop parallèle
aux chemins mais
régulier. La partie
centrale reçoit du
Cuivre.

PLANCHE III.

Essai Fogging. Convenance 1953.

Observations sur les traitements et la marche de l'appareil.

En hachures :

Approximation de la zone non atteinte par le brouillard.

PLANCHE IV.

(Photos
R. Deullin I.F.A.C.)

1. Parcelle Zineb.



2. Parcelle Témoin.



3. Parcelle Zineb.



4. Parcelle Témoin.



TABLEAU 1.

*Comptage des feuilles et évaluation de la surface foliaire attequée sur 25 bananiers par parcelle.
— Avant les traitements —*

NOMBRE	NÉBULISATION			PULVÉRISATION
	Zineb	Zineb ou Cuivre	Cuivre	Cuivre
Feuilles saines. %	176 70,6	180 73,1	184 74	177 68,3
Tachées de 5% à 10% %	60 24	45 18,4	42 16,8	65 25,1
Tachées de 15% à 40% %	13 5,4	21 8,5	23 9,2	17 6,6
Nombre de feuilles sur 25 bananiers.	249	246	249	259

TABLEAU 2.

Résultats des traitements (mêmes comptages que pour le tableau 1).

NOMBRE	NÉBULISATION			PULVÉRISATION
	Zineb	Zineb ou Cuivre	Cuivre	Cuivre
Feuilles saines.. %	220 88	211 86,1	190 79,5	70 28,5
Légèrement tachées..... %	20 8	17 7	30 12,6	55 22,3
Tachées 5 à 10% %	9 3,2	14 5,7	17 7,1	51 20,7
Tachées au-dessus de 20%..... %	1 0,8	3 1,2	2 0,8	70 28,5
Nombre de feuilles pour 25 bananiers.	250	245	239	246

Le brouillard ne se répartissait pas de la même façon à chaque traitement sur toute la surface des parcelles. Néanmoins, comme on le voit sur les croquis ci-contre (planche III), faits seulement pour les premiers traitements, le brouillard, après la quatrième nébulisation, avait traversé tout la bananeraie au moins une fois. Il n'aurait sans doute pas été utile d'effectuer des traitements aussi rapprochés si les chemins d'exploitation avaient été perpendiculaires à la direction des vents dominants. Il n'a pas été possible de réaliser ce travail qui aurait demandé des dépenses supplémentaires.

On verra cependant à l'examen des chiffres ci-dessous que le brouillard a couvert au mois une fois par mois l'ensemble des parcelles. Si quelques espaces n'avaient pas été touchés par la nébulisation, on aurait constaté quelques bananiers plus tachés semblables aux bananiers des parcelles témoins.

Comme nous l'avons dit, les traitements ont été faits régulièrement jusqu'à ce jour.

A cette date, on peut certifier que l'essai est concluant. Il sera cependant poursuivi quelques temps encore.

Résultats obtenus.

En comparaison avec les bananeraies témoins, on peut, dès maintenant, conclure que :

I. *Cercospora* n'existe pour ainsi dire pas dans les parcelles nébulisées, sauf au centre d'une partie haute où l'on remarque certains bananiers ayant quelques feuilles de 5 à 10 % tachées.

II. Les bananiers des parcelles nébulisées ont une surface foliaire verte très importante.

III. Les parcelles traitées au Zineb paraissent plus

vigoureuses que les parcelles traitées au Cuivre. Ce fait est indépendant de l'attaque parasitaire, mais tient à la plus belle coloration du feuillage des bananiers traités au Zineb.

IV. Les bananiers témoins, traités à la bouillie cuprique, présentent une surface foliaire saine très réduite.

V. *Cercospora*, dans les parcelles pulvérisées, se développe et risque en fin d'année de toucher l'ensemble du feuillage.

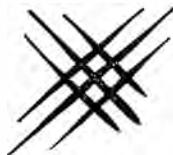
VI. Le feuillage traité au Zineb est plus abondant que dans les parcelles traitées au Cuivre ; les parcelles Zineb ou Cuivre sont intermédiaires.

Nous donnons ci-avant (tableau 2) quelques chiffres concernant le pourcentage des feuilles saines et tachées dans les différentes parcelles.

On a pris, comme au début de l'essai, 25 bananiers au hasard dans chacune des parcelles. Ces chiffres ne sont pas définitifs, l'essai n'étant pas terminé ; étant donné le développement que prend actuellement l'attaque de *Cercospora*, il se peut que des différences se manifestent.

Signalons cependant que c'est la première fois que des résultats aussi nets ont été obtenus dans la lutte contre *Cercospora musae*. Malgré tous les essais de pulvérisation ou d'atomisation effectués jusqu'à ce jour avec différents types d'appareils, des rythmes de pulvérisations plus ou moins longs, des fongicides plus ou moins coûteux, jamais une élimination aussi totale des dégâts n'avait été observée.

Ce résultat étant acquis, les essais qui seront faits ultérieurement pourront être orientés vers le côté économique. Ils consisteront surtout à essayer de réduire le nombre d'applications et, par là, réduiront encore les frais de traitement.



LES TRAITEMENTS FONGICIDES DES BANANERAIES

Utilisation des appareils de traitements en Bananeraie

par **J. CUILLÉ**

INGÉNIEUR I. A. N., DOCTEUR ÈS SCIENCES
CHEF DU SERVICE
DE DÉFENSE DES CULTURES DE L'I. F. A. C.

et **H. GUYOT**

INGÉNIEUR I. A. N.,
DIRECTEUR DE LA STATION DES ANTILLES
DE L'I. F. A. C.

La nécessité devant laquelle se sont trouvés placés les planteurs de bananiers d'avoir à lutter contre la Cercosporiose, les a conduits, depuis plusieurs années, à équiper les plantations avec le matériel semblant le mieux adapté.

A la Jamaïque, en Australie et en Amérique centrale les appareils « à pression » de toutes importances ont été utilisés. Dans les grandes plantations des dispositifs fixes de pulvérisation à haute pression ont été mis en place. Les caractéristiques communes de ces divers appareils sont : la formation d'un nuage dont les particules élémentaires sont d'un diamètre supérieur à 150 microns (150 à 400), les quantités de bouillies nécessaires pour traiter un hectare de bananeraie sont de l'ordre de 1.000 à 1.500 litres.

Sur le plan économique, ces traitements sont souvent difficiles à réaliser. Les techniques plus récentes de nébulisation et de pulvérisation pneumatique présentent des avantages pratiques certains, il était donc logique de chercher à les adapter aux traitements des bananeraies.

Conditions théoriques.

En réalité, il n'est pas exact de dire qu'il existe plusieurs techniques de traitements antiparasitaires, il existe des appareils nombreux se rattachant à plusieurs types et avec lesquels les nuages produits ont des caractéristiques différentes. Mais pour une cul-

ture considérée et un climat donné il existe un optimum que l'on peut obtenir avec différents appareils apparemment très différents. Ce sont justement ces éléments que nous avons étudiés.

La taille des particules produites, leur poids, la vitesse à laquelle elles se déplacent dans l'air et leur pouvoir de fixation sur la feuille sont les données principales du problème.

Les auteurs qui ont étudié cette question sont loin d'être d'accord sur la taille optimum qu'elles devraient avoir.

Deux données contradictoires sont à prendre en considération : d'une part, sur le plan théorique, plus la matière est divisée, plus grande est la portée du brouillard et meilleure devrait être la couverture de l'organe traité. Pour ne citer que quelques chiffres de BROOKS, voyons la distance que peut parcourir une gouttelette tombant d'une hauteur de 3 m 50 entraînée par un vent de 4,5 km/h :

<i>taille en microns (diamètre)</i>	<i>distance parcourue en m</i>
5	5.000
10	1.480
33	135
50	58
80	23
170	7
500	2,25

Par ailleurs, plus les particules sont fines, meilleure est la répartition du dépôt sur la surface traitée, ainsi que le montrent les résultats obtenus par POTTS (1949) : (Pour 11 litres de bouillie pulvérisée à l'hectare.)

Taille en microns (diamètre)	Nombre par mm ²
10	1.780
20	222
50	14,3
100	1,79
500	0,014

Ces éléments montrent que l'on a intérêt à employer des nuages fongicides dont les gouttelettes sont de la taille la plus réduite possible. Cependant la limite de cette réduction maximum de la taille des particules apparaît immédiatement, elle est imposée, en premier lieu par le risque d'entraînement du nuage ainsi formé, par le vent. On voit qu'un vent de 4,5 km/h provoque facilement un déplacement du nuage, le rendant difficile à fixer dans les limites voulues pour que sa densité ne soit pas trop diminuée.

Outre leur entraînement par des brises, même légères, les nuages formés de trop petites particules peuvent être déportés verticalement sous l'influence de courants ascendants qui prennent naissance à la suite des différences de température qui s'établissent entre le sol, les couches d'air inférieures et les couches plus élevées.

Le troisième inconvénient important de la formation de petites particules élémentaires des nuages fongicides est la difficulté de leur fixation sur un support. La quantité de produit fixée est fonction du rapport existant entre le poids des particules et leur vitesse. LATTA (*in* BROWN) estime que la valeur de ce rapport est $D^2 \times V$ (D = diamètre des particules et V leur vitesse de déplacement). Les limites de variations de ce rapport étant entre 500 et 10.000 (vitesses en miles par heure et taille des gouttes en microns). L'optimum correspondrait à des gouttes de 16 à 32 microns pour des vents allant 1,5 à 15 km/h.

Les considérations que nous avons énoncées ne sont pas les seules à avoir une influence sur la formation des dépôts antiparasitaires dans une masse végétale telle que la bananeraie. La culture joue, en effet, le rôle d'écran, les premières lignes atteintes par le brouillard arrêtant une partie importante de celui-ci les lignes suivantes en reçoivent insuffisamment. Dans la pratique, deux conceptions peuvent s'affronter : celle qui s'applique à des conditions météorologiques particulièrement favorables, temps parfaitement calme,

permettant de répandre un nuage de très fines particules sur une grande distance et d'obtenir ainsi lentement un dépôt relativement uniforme sur des végétaux placés à des distances très différentes de l'appareil. Et la conception du traitement par fixation de particules de toutes tailles animées d'une vitesse importante, mais à une plus faible distance de l'appareil émetteur.

C'est là, pensons-nous, que réside le choix qui doit être fait, en fonction des conditions ambiantes, au moment du traitement.

Avec des particules de 10 à 20 microns, il sera facile de disperser le nuage sur une distance de 50 à 100 mètres avec un appareil émetteur de brouillard. Il faut être assuré d'une période de calme total pendant 5 à 16 minutes afin que le dépôt se forme par gravité en tombant d'une hauteur de 3 m de haut. Avec des poudres ou des fumées antiparasitaires de 2 à 5 microns le temps de chute est de 1 à 7 heures. Il est exceptionnel de rencontrer des conditions permettant de réaliser de tels dépôts, surtout dans le second cas. Il faut donc, le plus souvent, tenir compte de la vitesse de déplacement du nuage, celle-ci étant provoquée soit par l'appareil émetteur soit par le vent.

On cherchera alors à se tenir à des valeurs du rapport $D^2 \times V$ convenables. Comme dans un nuage, il est rare que toutes les particules produites aient le même poids et le même diamètre, le dépôt se formera, différemment à différentes distances de l'appareil. Il subsistera, en général une partie du nuage composé des plus fines particules qui ne sera pas fixée dans les limites de la surface traitée.

L'hétérogénéité du brouillard produit ne doit pas cependant être trop forte et les variations entre la taille des plus grandes particules et des plus petites ne devraient pas atteindre la moitié de la valeur moyenne. Avec beaucoup d'appareils, et même avec les pulvérisateurs produisant des particules d'un diamètre supérieur à 300 microns, le pourcentage de gouttelettes de 1 à 20 microns, perdues pour le traitement, est loin d'être négligeable. On verra sur la fig. 1 un exemple de dépôt contenant en proportions égales des gouttelettes de diamètre allant de 330 microns à 17 microns, des particules de taille inférieure existaient dans le nuage mais n'ont pu être fixées sur la plaque. La moyenne est de 97 microns, mais donne une idée très imparfaite de la réalité.

Essais pratiques.

Nous avons commencé, dans la bananeraie, l'étude d'appareils de traitements de types variés, permettant

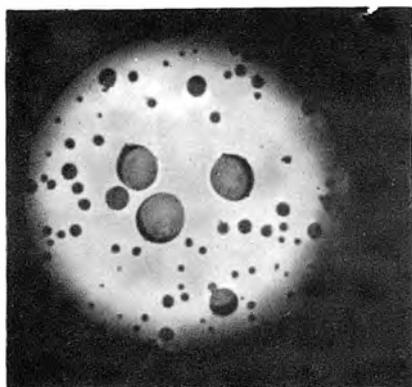


FIG. 1.
Microphoto (x 20)
montrant l'hétéro-
généité d'un dépôt
de pulvérisation.
Gouttes de 350 à
20 microns.

les uns et les autres de réaliser la plupart des conditions théoriques énoncées ci-avant. Ces essais n'ont pas, dans notre esprit, le but de comparer la valeur mécanique des différents modèles d'appareils, mais de rechercher pour chacun le mode d'utilisation le plus efficace et le plus économique pour un traitement particulier et de tenter d'en déduire une règle générale. Aussi bien n'acceptons-nous pas la classification habituelle des appareils en pulvérisateurs, poudreurs, pulvérisateurs pneumatiques ou atomiseurs et nébulisateurs. Chaque appareil doit être défini par la taille des particules émises, par son débit et par la façon dont le nuage est projeté dans l'air. Nous distinguerons donc :

- 1° Le traitement en pluie à faible vitesse initiale.
- 2° Le traitement en pluie, pulsé.
- 3° Le brouillard lourd à faible vitesse initiale.
- 4° Le brouillard lourd pulsé.
- 5° Le brouillard léger.
- 6° Le poudrage.
- 7° Traitement mixte poudrage + brouillard léger.
- 8° La nébulisation (fogging).
- 9° L'émission de fumées.

Pour chaque catégorie de traitement, il existe plusieurs classes selon le débit de l'appareil.

1° Traitement en pluie. — Les appareils produisant une pulvérisation de ce type sont les pulvérisateurs à pression. (Pression hydraulique ou pression d'air.) Les appareils utilisés dans les bananeraies (*) dont nous avons pu observer le fonctionnement, sont des Vermorel, Guinard, Pulvorex, Berthoud, Meyers, Muratori, Cornu, Lachazette...

Le principe des appareils de ce type est trop connu pour que nous insistions. Le liquide provenant d'une

* Il nous apparaît utile de citer les marques des appareils utilisés, étant donné les différences mécaniques importantes existant entre des appareils de types voisins mais de marques différentes.

cuve, maintenue sous pression d'air, ou d'une pompe est tenu à une pression élevée dans une canalisation dont l'extrémité terminale est de faible diamètre. Le liquide sort à l'état de fins filaments que le déplacement dans l'air amène rapidement à la forme de gouttelettes. Le nuage ainsi produit se déplace sous l'impulsion de l'énergie développée et il se forme un courant d'air favorisant son déplacement.

Les éléments influant sur la division en gouttelettes plus ou moins fines sont : la pression du liquide, sa viscosité, le diamètre et la nature de l'ajutage.

La finesse de la pulvérisation, en effet, dépend de la quantité d'énergie produite et de sa meilleure utilisation.

En augmentant la pression pour un ajutage de diamètre donné on obtient une réduction de la taille des particules (*in BROWN*) (fig. 2) :

Ces valeurs ont été obtenues par la pulvérisation d'eau, avec un liquide plus visqueux comme le Kérosène, la taille des particules est supérieure, une grande partie de l'énergie produite étant nécessaire pour vaincre la viscosité du liquide qui s'oppose à la formation des gouttelettes. Plus la viscosité est grande, moins la pulvérisation sera fine avec un appareil donné.

Avec les pulvérisateurs à pression, la pression est limitée pratiquement par les matériaux qui entrent dans la construction des appareils et 30 à 50 kg sont un maximum pour les appareils français à moteur et 6 à 8 kg/cm² pour les pompes à main. Ces valeurs sont suffisantes, surtout pour les appareils à moteur, car, comme le fait remarquer LEMIERRE, au-dessus de 20 kg par cm², l'amélioration de la finesse de la pulvérisation n'est pas très sensible. La portée, elle aussi, croît avec l'augmentation de la pression, mais pas, non plus, dans des proportions justifiant la création de pression très élevées. LEMIERRE cite les nombres suivants : pour une même lance, la portée passe de 6 m pour une pression de 10 kg/cm² à 13,5 m pour une pression de 41 kg/cm².

La diminution du diamètre de l'ajutage terminal ne peut excéder 9 à 10.1/10^e de mm, la finesse de la pul-

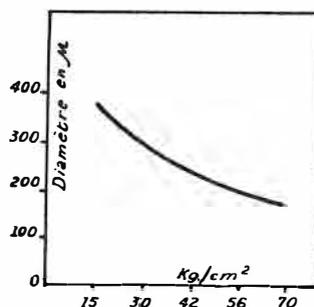


FIG. 2. — Influence de la pression sur la finesse de la pulvérisation.

(D'après
French 19,12 *in Brown*).

vérisation doit donc être dans la meilleure utilisation possible de l'énergie qui est obtenue lorsque le liquide projeté est en contact avec le plus grand volume d'air possible (YEOMANS et col.). Ce résultat est obtenu en augmentant au maximum l'angle de pulvérisation (jets plats dits « américains »). Il existe de nombreux modèles de jets de pulvérisation, constitués par des pastilles percées d'orifices circulaires ou de fentes, munies de rotors hélicoïdaux, etc..., nous avons vu l'importance qu'il faut accorder à ces pièces, car elles déterminent, pour une grande part, l'homogénéité de la pulvérisation.

Dans la pratique les pulvérisateurs à pression ont un emploi optimum qui est imposé par la vitesse initiale du nuage produit qui ne permet pas l'utilisation de particules trop petites en traitement par un jet direct.

Si la taille des particules devenait inférieure à 100 microns, les techniques de traitements changeraient et la propulsion du nuage dans l'air nécessiterait une source supplémentaire d'énergie (comme nous le verrons pour les brouillards), en effet les chiffres cités par YEOMANS et col. (*op. cit.*) sont significatifs à ce sujet.

Particules projetées à 5.000 cm/sec dans l'air. Distance parcourue :

<i>Diamètres en microns</i>	<i>Distance en cm</i>
10	1,54
50	38,6
100	154

Il existe donc une distance optimum pour chaque appareil correspondant à ses caractéristiques (pression et nature du jet). Les résultats obtenus par TRIVELLI le montrent nettement :

<i>Pression</i>	<i>(Oxychlorure à 0,78 %) Dépôt de Cu en γ/cm^2</i>
10	18,8
15	23,9
20	29,1
25	30,6
30	22,3
35	17,7

Dans cet essai l'optimum se situe entre 20 et 25 kg/cm² (les valeurs varient d'ailleurs selon les formules avec la viscosité sans doute). Pour YEOMANS il existe une distance à laquelle le dépôt recueilli est de 80 % environ du dépôt total possible, au delà de cette dis-

tance le pourcentage diminue rapidement. Il est à remarquer, que le débit en liquide de l'appareil a une importance sur la portée : à pression égale, lorsque le débit est réduit, la distance atteinte est moindre ; il est nécessaire qu'il soit projeté une quantité de liquide suffisamment importante pour qu'il y ait production d'un courant d'air accompagnant le nuage.

En résumé, les pulvérisateurs à pression doivent être utilisés avec des particules d'un diamètre supérieur à 100 microns (170 à 500 μ) à débit d'eau élevé, leur portée est fatalement limitée. Pour le travail en bananeraie, ces conditions entraînent les inconvénients suivants :

Le débit étant important, le ravitaillement des appareils pose un problème du point de vue pratique. La main-d'œuvre nécessaire doit être plus importante, les bananiers devant être traités un par un. Enfin, et c'est là le point le plus difficile à résoudre, la nature des dépôts est loin d'être ce qui correspondrait aux conditions techniques idéales pour les pays tropicaux.

Le premier obstacle pour la réalisation de bons dépôts provient du ruissellement qui se produit sur les feuilles au moment du traitement. Malgré l'addition de produits mouillants, la mouillabilité de la bouillie n'est pas considérable. Les gouttes étant de taille importante et leur débit élevé, les points d'impacts de plusieurs gouttes peuvent être confondus, ou si voisins que les gouttes confluent. Sur les surfaces obliques ou verticales, le ruissellement est fréquent avec formation de dépôts marginaux dans lesquels la concentration en fongicide se trouve augmentée.

Les formules à utiliser sont des produits dilués, bouillie bordelaise, 1-1, 25-100, oxychlorure à 500 g de produit à 50 % pour 100 litres d'eau, et oxyde cuivreux à 250-300 g pour 100 litres d'eau. Des essais antérieurs (MERNY et col.) c'est la bouillie bordelaise et l'oxyde cuivreux qui se sont montrés les plus actifs. De fait, les dépôts de bouillie bordelaise, lorsqu'ils ont pu sécher, ont une bonne adhérence. L'adhérence (ou ténacité des dépôts) est le point essentiel avec les dépôts à l'eau et dans les pays d'Amérique centrale, dont les bananeraies sont traitées exclusivement avec les appareils à pression, des adhésifs sont utilisés, dont les formules ne nous sont pas connues. L'entraînement des dépôts par les pluies tropicales violentes est le principal responsable de l'efficacité souvent insuffisante des pulvérisations faites jusqu'alors. Pour remédier à cet inconvénient, il devient nécessaire d'augmenter la fréquence des pulvérisations et faire les traitements chaque semaine en période de forte infection de *Cercospora*.

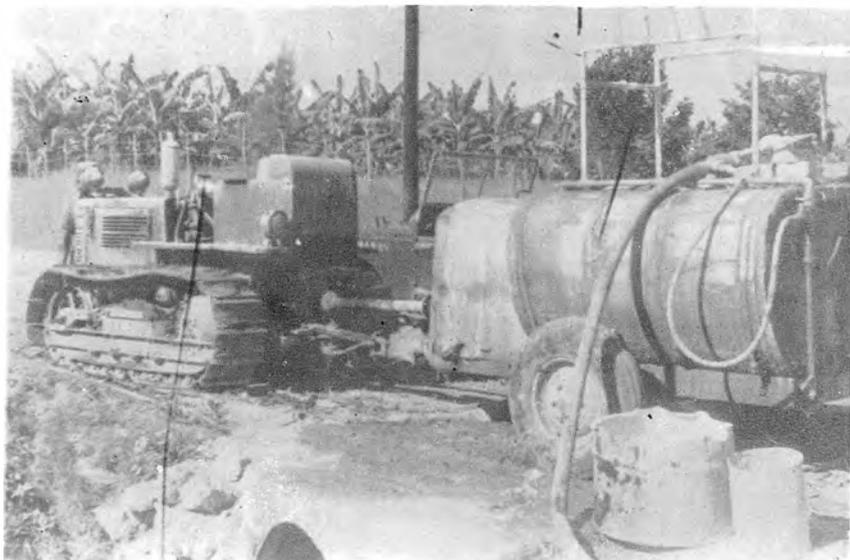


FIG. 3. — Pulvérisateur en cours de ravitaillement à la Jamaïque.
(Photo A. Comelli, I. F. A. C.)

Traitements en pluie dans les bananeraies.

a) *Grandes exploitations* : Pulvérisateurs type MEYERS (fig. 3).

Les appareils sont tractés par des tracteurs à chenilles, ils ont chacun 4 lances. Chaque lance est reliée à l'appareil avec une longueur de tuyau de 40 m. L'appareil se déplace sur des chemins parallèles qui divisent la bananeraie en bandes parallèles de 40 m de large environ. L'appareil fait une succession de points fixes au cours desquels les opérateurs pénètrent dans la bananeraie et traitent les bananiers un à un. A la Jamaïque, dans certaines plantations, les lances sont fixées sur un bâti (voir fig. 3) et l'appareil, tiré par un tracteur à chenilles, passe tous les deux rangs de bananiers. Il est donc nécessaire de réserver des chemins de passage très rapprochés au détriment de la densité de plantation et du rendement de la production.

Le ravitaillement en bouillie est assurée par un camion G. M. C. portant une citerne.

Le prix de revient du traitement est grevé par de fortes dépenses dans les postes suivants :

1. Amortissement.
2. Réparation-entretien (tuyaux).
3. Traction.
4. Préparation bouillie, ravitaillement appareil.
5. Main-d'œuvre : nombre journées m. o. spécialisée ; nombre journées manœuvres.

b) *Exploitation de moyenne importance*, ou grandes plantations situées en terrain accidenté. Appareil type BERTHOUD motofruidor (*).

L'appareil lui-même est constitué par une civière portant un moteur de 3 CV et une pompe à 3 pistons jumelés donnant une pression de 30 kg/cm². Cette ci-

vière peut être montée sur un véhicule ou portée par 4 hommes.

La bouillie à pulvériser peut être placée dans une cuve fixée sur le même véhicule ou sur une tonne indépendante. Une ou deux lances, montées sur une longueur de tuyaux pouvant atteindre 100 m, avec un dispositif d'enroulage et des guides tambours, permettent à chaque station de l'appareil de traiter une circonférence de 200 m de diamètre. Le jet est réglable, c'est un jet conique, qui permet d'atteindre une portée de 2 à 10 m.

Le débit est variable selon le diamètre de l'orifice : 10/10, 15/10 et 20/10, en bananeraie les différences de débit que l'on peut obtenir portent sur 50 litres environ entre 200 et 250 litres par hectare.

c) *Petites exploitations*, ou toutes plantations inaccessibles aux appareils portés ou tractés par des véhicules à moteur.

Appareils types : pulvérisateurs à dos : Pulvorex, Météor, Léman, Lachazette. . .

Il ne nous est pas possible, dans le cadre de ce travail, de discuter les avantages respectifs des différents pulvérisateurs à dos existant. Les différences essentielles tiennent à la qualité de la fabrication et à la résistance dans les conditions très dures du travail dans les climats tropicaux ; de même la différence entre les appareils à pompe et à pression préalable ne peut être faite ici. Voici les conditions essentielles qui doivent être remplies pour obtenir le meilleur travail possible :

La pression doit être de 6 à 7 kg, la lance pour bananiers doit avoir une longueur de 1,5 m à 2 m environ.

Avec ces appareils, il est possible à 1 homme de traiter environ 1/4 d'ha par jour.

Dans les pays à main-d'œuvre abondante et peu qualifiée et où les plantations de bananiers sont peu accessibles aux appareils à moteurs, les appareils à dos demeurent les seuls utilisés. Les résultats sont

(*) Des figures représentant tous les appareils cités sont réunies dans une note ci-après.

bons chaque fois que le régime des pluies et le cycle de la maladie permettent de réaliser les traitements à des périodes de pluviosité peu élevée, c'est souvent le cas en Afrique.

2° Traitement en pluie pulsé. — Nous avons vu que le traitement en pluie ne permettait pas d'obtenir une portée bien grande et que, pour la bananeraie il nécessitait un traitement individuel des bananiers.

Avec le nuage produit dans les mêmes conditions, il est possible d'augmenter la portée utile en provoquant le déplacement du nuage par une soufflerie. La taille des particules peut être diminuée, dans des proportions notables, en réduisant le débit gicleur, par un orifice de faible diamètre et en maintenant une pression élevée. Avec les appareils de ce type, il est théoriquement possible d'obtenir des brouillards fins. Le facteur limitant est le diamètre de l'orifice des becs de pulvérisation qui ne permettraient pas le passage de bouillie très concentrée. Dans la pratique les débits pour la bananeraie seraient de l'ordre de 750 litres/ha. Il ne nous a pas été donné d'expérimenter d'appareils de ce type, aussi ne pouvons-nous que raisonner par analogie. Avec de tels débits et une portée utile de 5 à 10 m, la taille des particules devrait être de 150 à 200 microns. On utiliserait des bouillies aqueuses type oxychlorure + mouillant à raison de 4 kg de Cu/ha.

Des chemins devraient être pratiqués dans la bananeraie de façon à traiter une bande de bananiers de 10 m de large au cours de deux passages, ces chemins étant de préférence parallèles à la direction des vents dominants.

Comme type d'appareils permettant vraisemblablement cette utilisation, nous pouvons citer le Floridor Guinard équipé du Standard Bes-Blo.

La production de brouillards.

Nous avons défini les traitements en pluie comme correspondant à des nuages dont les particules élémentaires étaient supérieures à 150 microns (150 à 500 μ), pour les brouillards, nous envisagerons des nuages constitués de particules de 50 à 150 microns.

Dans ce cas, la division du liquide en gouttelettes de cette taille est obtenue en faisant arriver une veine liquide à une vitesse faible dans un flux d'air en mouvement. Comme pour la pulvérisation à pression hydraulique, il y a friction entre les deux phases et le liquide est propulsé sous forme de filaments qui se transforment rapidement en gouttelettes.

Les éléments responsables de la finesse des parti-

cules produites ont été étudiés par NUKIYAMA et TANASAWA (*in* BROWN) qui sont arrivés à l'équation suivante :

$$D_0 = \frac{585 \sqrt{\sigma}}{v \sqrt{\rho}} + 597 \left(\frac{\mu}{\sqrt{\sigma \cdot \rho}} \right)^{0,45} \left(1.000 \frac{QL}{QA} \right)^{1,5}$$

D_0 = Diamètre des gouttelettes.

QA = Flux d'air.

QL = Débit de liquide.

μ = Viscosité du liquide en poises.

σ = tension superficielle du liquide en dynes par cm.

v = Vitesse du liquide en mètres par seconde.

ρ = Densité du liquide.

Cette formule montre nettement que la taille des particules dépend de deux éléments : l'un ayant trait au produit, l'autre à l'appareil.

Pour le produit, l'augmentation de la viscosité et de la tension superficielle accroît le diamètre des gouttes, alors que l'augmentation de la densité le réduit.

La vitesse du liquide au moment de sa projection dans l'air et surtout le rapport des débits : liquide et air sont les éléments les plus importants. De fait, c'est sur ce rapport qu'il est le plus aisé d'agir avec un appareil de type donné. Le débit d'air demeurant constant, il est possible de réduire la taille des gouttes formées en diminuant le débit de liquide et inversement, le débit de liquide étant invariable il est possible de régler la taille des particules en agissant sur la vitesse du courant d'air.

Il est bien évident que la formule de NUKIYAMA et TANASAWA ne s'applique en valeur absolue qu'à un type d'appareil bien déterminé. Elle tient compte d'une utilisation donnée de l'énergie produite par les organes moteurs de l'appareil. Les différents matériels que nous avons pu étudier sont de conceptions très différentes. Leur rendement dépend en grande partie du montage mécanique destiné à mettre en présence la phase liquide et l'air. Comme nous l'avons signalé à propos de la pulvérisation, plus le contact est intime entre les deux phases, meilleur est le rendement.

Dans un brouillard toutes les particules n'ont pas la même taille, car on se trouve dans des conditions éloignées de l'optimum du fait de conditions mécaniques inévitables ; selon NUKIYAMA et TANASAWA, la courbe de fréquence est caractérisée par la fonction q dans la fonction :

$$\frac{dn}{dx} = a \cdot x^b \cdot e^{-bx^a}$$

n = nombre des gouttes, x = leur diamètre, a , b et p sont des constantes. La fonction q est constante pour un appareil donné. La relation avec D^0 peut être calculée lorsque la valeur de q est connue.

Dans la pratique, les mensurations des éléments des nuages, produits par les appareils de traitements, sont assez difficiles et sont sujettes à des variations importantes selon les techniques que l'on utilise.

Avec la méthode de YEOMANS (1949), on obtient un spectre donnant une idée précise de la totalité du brouillard produit c'est celle qui convient le mieux pour l'étude de l'appareil lui-même et pour sa mise au point. La technique de DE JONG permet d'évaluer la taille des particules déposées sur une cible placée à une distance variable de l'appareil. Elle constitue donc un contrôle rapide de l'efficacité du traitement lui-même. C'est cette méthode que nous avons utilisée au cours de nos essais : des plaques de verre enduites de graisse au silicone sont placées à différentes distances de l'axe de passage de l'appareil de traitement, les gouttes se déposent sur ces plaques et l'examen microscopique permet leur comptage et leur mensuration.

Si le brouillard est produit avec une bouillie aqueuse, l'évaporation, pendant le trajet, est à considérer et par la suite, il faut faire l'examen très rapidement. On peut éviter cet inconvénient en recueillant les gouttelettes dans une boîte de Pétri contenant un mélange de vaseline et d'huile de paraffine et en recouvrant le dépôt d'une couche d'huile de paraffine. Les dépôts ainsi « fixés » se conservent indéfiniment.

L'utilisation de ces méthodes permet d'évaluer la fréquence de la variation de la taille des particules, pour un appareil donné, en fonction des facteurs que nous avons énumérés ci-avant. Il y a lieu d'insister sur le fait que les particules ainsi recueillies sont celles qui se sont déposées et que leur nombre et leurs dimensions ne correspondent pas exactement à celles qui constituaient le nuage au moment de son émission.

En principe les courbes de fréquence doivent présenter une allure en cloche aussi aiguë que possible, représentant une répartition homogène. Il est intéressant, en effet, de pouvoir disposer du plus grand nombre possible de gouttes de la même dimension dont le comportement, en fonction des conditions météorologiques, sera le même et assurera, ainsi, l'homogénéité du traitement. Une courbe bimodale peut également être intéressante si le débit est suffisant, la classe représentant les particules les plus grandes assurant la couverture des végétaux les plus près de l'émission, et les petites particules, celle des

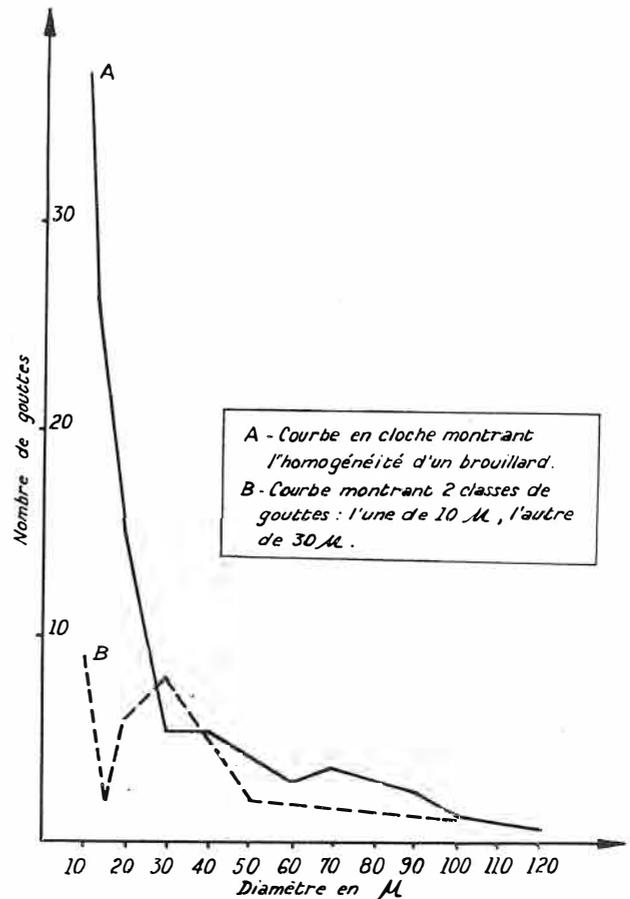


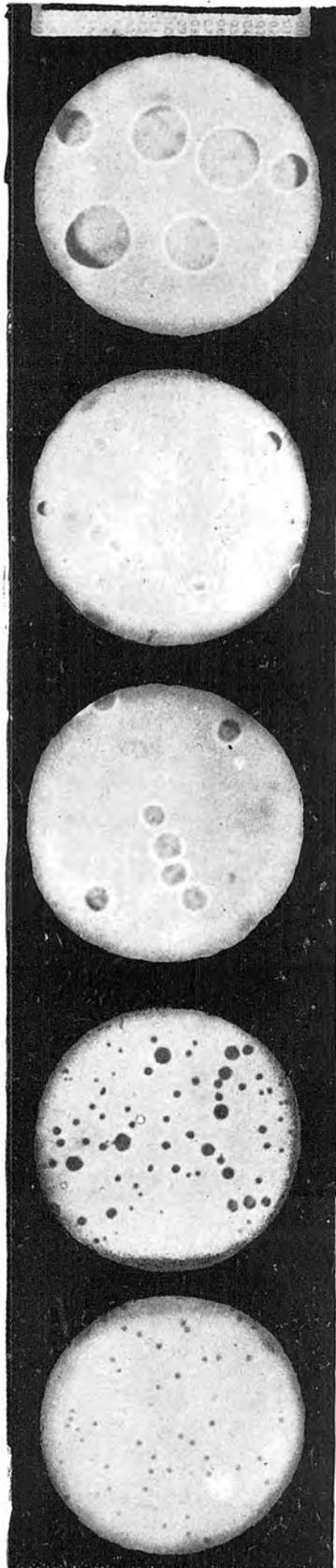
FIG. 4. — Courbes montrant deux types de dépôts de pulvérisation : l'un homogène (A.), l'autre à deux classes de particules (B).

plantes les plus éloignées (fig. 4.). Nous avons déjà insisté ci-avant sur les inconvénients pour la régularité des traitements, de l'hétérogénéité des brouillards.

Selon la classification que nous avons établie ci-avant, nous avons défini trois catégories de brouillards : le *brouillard lourd à faible vitesse initiale* (100-200 microns) produit par un appareil dépourvu de pulseur ; le courant d'air utilise une grande partie de son énergie pour provoquer la formation de gouttelettes, la portée est limitée à quelques mètres, le débit est important.

Le *brouillard lourd pulsé* est produit de la même façon que précédemment mais un dispositif annexe de soufflerie ou pulseur reprend le nuage alors qu'il est déjà formé et le projette dans l'air avec une vitesse initiale importante, le débit de ces appareils est élevé.

Le *brouillard léger* diffère beaucoup du précédent par la taille de ses particules élémentaires (50 à 100 microns), et le débit de liquide est moindre, l'énergie produite par le pulseur étant aussi importante ou même supérieure, la portée est plus grande.



Echelle
en $1/10^2$ de mm.

Traitement en pluie :

Max. 500 microns
Moy. 380
Min. 280

Brouillard lourd :

Max. 200
Moy. 160
Min. 100

Brouillard léger :

Max. 100
Moy. 80
Min. 50

Fogging lourd :

Max. 50
Moy. 40
Min. 25

FIG. 5. — Microphotographies de dépôts ($\times 18$), correspondant à des prélèvements faits dans diverses zones privilégiées du nuage et contenant peu de particules différentes de la moyenne.

Le *poudrage* s'apparente à la nébulisation légère (ci-dessous) par la taille des particules, mais la soufflerie des appareils poudreux permet aussi le traitement direct des végétaux sans rechercher obligatoirement à utiliser tout le nuage produit.

La *nébulisation* ou *fogging* devrait être caractérisée par la production de nuages de particules de 5 à 50 microns avec une vitesse initiale peu considérable. En fait ces appareils peuvent être utilisés dans des conditions assez voisines du brouillard léger, aussi distinguons-nous la nébulisation légère de la nébulisation lourde.

La classification basée sur les définitions que nous venons d'établir (fig. 5) peut paraître artificielle et théorique, nous insistons sur le fait qu'elle ne correspond pas à une classification des différents appareils de traitements, mais plutôt à un ou plusieurs modes d'utilisation de chaque appareil. Nous allons le montrer en rapportant les essais que nous avons réalisés. Au cours de cette expérimentation les appareils que nous avons utilisés n'ont pas toujours été utilisés dans toutes leurs applications possibles ; certaines de ces applications nécessiteraient de longues mises au point que nous n'avons pas encore pu effectuer. Par ailleurs, toute notre étude étant orientée vers la réduction des quantités de bouillies nécessaires aux traitements des bananeraies, nous n'avons pas cherché à les utiliser à leur débit de liquide maximum.

3° Brouillard lourd à faible vitesse initiale. —

Type : appareils système Pintagram, marque Lachazette.

Avec ce matériel « l'atomisation » du liquide est produite par un dispositif utilisant la détente d'air surpressé. Le liquide sort par un ajutage de grand diamètre, provenant d'une cuve maintenue à une pression de 0,5 à 1 kg/cm².

Le débit de chaque jet « atomiseur » peut être réglé en fonction de la pression exercée sur le réservoir de liquide ou par un robinet spécial. Toutefois pour les appareils à grand rendement équipés par ce procédé, on multiplie le nombre des « jets atomiseurs » pour obtenir un brouillard d'une densité importante.

Pour le travail dans la bananeraie deux conceptions différentes ont été expérimentées, celle du traitement

bananier par bananier avec une lance équipée de jet atomiseur, ou le traitement ligne par ligne avec une rampe verticale.

a) *Traitement à la lance.* Appareils : Pintagram Baby monoroue, Pintagram civière, Pintagram bât. Minimicron (grand débit). Les appareils Pintagram-Lachazette sont équipés avec des moteurs de 1 CV à 1,25 CV, la portée moyenne est de 3 m environ, il est préférable de travailler dans le sens du vent dès que celui-ci atteint 4 km/h. Deux possibilités sont offertes : donner le débit maximum de liquide et utiliser une bouillie aqueuse légère ou bien réduire le débit du liquide et obtenir un brouillard plus fin mais permettant l'utilisation d'un produit huileux (voir ci-après brouillard léger).

La bouillie utilisée était donc :

Eau.....	100 litres
Mouillant.....	0,1 litre
Oxychlorure à 50 %	3,2 kg

Le débit de ces appareils est de 250 litres/hectares minimum. Cette quantité pouvant être obtenue avec une seule lance ou avec deux lances selon les appareils (fig. 6).

Il est à remarquer que ce matériel convient particulièrement aux petites exploitations et que le Pintagram Bât est très intéressant pour les bananeraies de montagne.

Le Minimicron peut convenir pour ce mode de traitement, à son débit maximum, sa consommation de bouillie est alors de 500 l/ha.

b) *Traitement avec la rampe verticale.* Une variante de l'appareil Moto-Pintagram n° 3 semi porté sur Motoculteur Staub R. T. 4 avec cuve de 200 litres, porte une rampe double de 2,50 m qui peut être utilisée soit verticalement pour le traitement des bananeraies, soit horizontalement pour les traitements des cultures basses ou le désherbage chimique.

En bananeraie avec trois jets atomiseurs placés en faisceau à 2,50 m du sol environ, il est nécessaire de traiter dans le sens du vent pour avoir une portée suffisante. Le passage dans la bananeraie est possible mais demande des aménagements des plantations. Il faudrait adopter un mode de plantation en lignes jumelées afin de laisser un passage supplémentaire de 1 m dans l'interligne pour que le mototracteur puisse passer aisément. Ce mode de traitement nécessite encore une étude pour pouvoir être utilisé avec succès dans les bananeraies.

de puissances différentes ont été expérimentés pour les traitements des bananeraies selon ce procédé. Ce sont : le Swissatom 2.000, le Swissatom 350, le Lachazette, le Pasteur (fig. 6 bis) et le Micron Sprayer (utilisé à son débit maximum).

Ces appareils sont très différents les uns des autres



FIG. 6. — Pintagram-Lachazette : Brouillard lourd à faible vitesse initiale.



FIG. 6 bis. — Le Pasteur, dans la bananeraie.

FIG. 7. — Brouillard obtenu avec le minimicron.

par la force de propulsion du brouillard, ils peuvent cependant être comparés car :

- ils utilisent la même bouillie,
- le brouillard produit est de la même nature,
- les dépôts sur les feuilles sont comparables,
- leur débit/hectare peut être le même.

La bouillie type pour ce mode de traitement est la suivante :

Oxychlorure à 50 % Cu.....	1,5 kg
Mouillant.....	0,1 litre
Eau.....	100 litres

Le mouillant peut être remplacé par de l'huile blanche émulsionnable.

Le débit/hectare est de 250 à 600 litres ; les dépôts sur les feuilles sont importants et les gouttelettes ont tendance à se chevaucher.

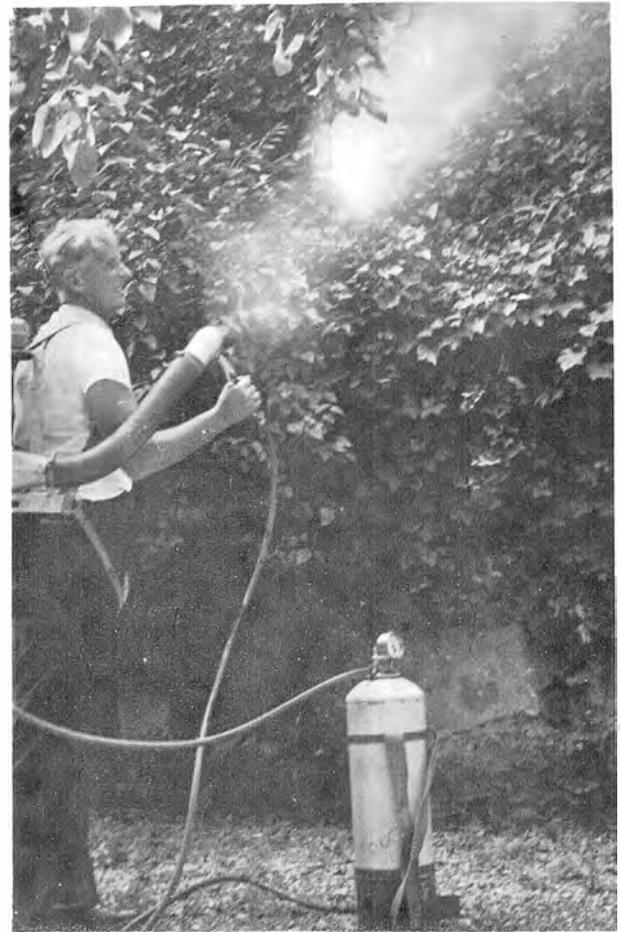
La taille moyenne des particules, voisine de 150 microns, ne permet pas un gain notable de portée par l'utilisation du vent, par contre dès que le brouillard est projeté à contre-vent la portée devient très faible.

Les essais avec le Swissatom 2.000 faits par MERNY ont montré que malgré la puissance de cet appareil les dépôts de cuivre étaient très faibles à partir d'une distance de 15 m de l'axe du passage. Ceci est dû au fait que la soufflerie si puissante soit-elle produit un courant d'air dont la vitesse s'amortit rapidement à cause de l'obstacle constitué par les premières lignes de bananiers. La portée théorique, qui en terrain découvert peut atteindre 50 m, est très différente de la portée pratique. Cette portée est difficile à augmenter : en effet, si l'on augmente encore la puissance du courant d'air, les premières lignes de bananiers risquent de se trouver endommagées. Seule la réduction de la taille des particules pourrait être envisagée, ce qui nous amènerait au même problème que pour le brouillard léger.

Pour les 4 appareils cités la portée utile en bananeraie est la suivante :

Swissatom 2.000	25 m
Swissatom 350..	20
Lachazette (L. H. 8).....	10
Pasteur	15

Des passages pour les appareils doivent donc être ménagés tous les 15 à 30 m, selon les appareils utilisés, perpendiculairement aux vents dominants. On traitera par temps calme et fera un passage contre le vent pour atteindre les dernières lignes peu couvertes lors du passage sous le vent.



5° Le brouillard léger. — Est caractérisé par les données suivantes :

Le débit de l'appareil est de 40 à 60 l de bouillie par hectare.

La taille des particules se situe entre 20 et 100 microns maximum (moyenne 65-70 μ).

Le traitement n'est possible qu'avec l'utilisation rationnelle du vent.

Seules les bouillies huileuses permettent, en bananeraie, d'obtenir le résultat recherché.

Peut être produit soit par de petits appareils, soit par des appareils à grand travail.

a) *Petits appareils*, type Minimicron (fig. 7), adaptation possible des Pintagram-Lachazette. Avec le matériel dit « atomiseur » utilisé pour ce mode de traitement la portée à vent favorable (vitesse 3 à 5 km/h) ne peut excéder 10 m, on atteindra donc des cibles situées entre 5 et 10 m. Le minimicron, selon le pas de l'hélice que l'on adapte, produit des particules d'un diamètre différent. Avec le montage voulu pour le traitement par brouillard léger, les valeurs suivantes ont été obtenues : (diamètre des gouttes en microns) maximum : 200, moyenne : 65, minimum : 10. Si l'on note le pourcentage de gouttes de chaque taille, les résultats sont les suivants :

Diamètres en microns	%
10-25	23
40-50	27
55-85	27
85-100	13
100-150	8,5
150-300	1,5

Dans ce dépôt, recueilli à 5 m et qui, constitue une bonne valeur moyenne pour juger de la nature du nuage, nous remarquons que 67 % des gouttes ont un diamètre d'une longueur comprise entre 40 et 100 microns.

Les 23 % de plus petites particules représentent un volume de produit extrêmement faible, en effet si l'on considère les chiffres cités par HOARE, concernant le nombre de particules de chaque classe produites avec une once de produit (28,35 g) :

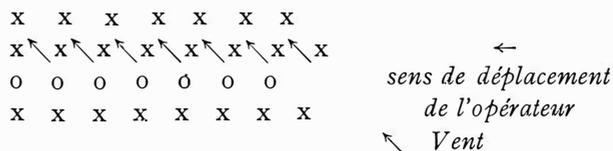
Diamètre en microns	Nombre
10	18.000.000.000
50	304.000.000
100	48.000.000
200	6.000.000

On se rend compte que le volume de produit sous forme de gouttes de 10 à 25 microns (23 %) ne constitue que le 1/100^e du volume représenté par les gouttes dont le diamètre est de 40 à 100 microns. Les pertes les plus considérables seraient provoquées par les particules les plus grosses, supérieures à 150 microns, nous voyons qu'elles sont extrêmement peu nombreuses dans le cas présent.

Dans nos premiers essais nous avons utilisé l'hélice n° 1, les débits étaient calculés lors d'essais de phytotoxicité en bananeraie :

FORMULES TESTÉES	DOSE EN LITRES PAR HECTARE	PHYTOTOXICITÉ
Gas-oil.....50.....	++
Gas-oil 10 Huile 30..... Oxychlorure 8.....50.....	négligeable (faible aux points fixes)
Gas-oil 10 Huile 2..... Zineb 1.....55-60.....120.....	négligeable +

Mode de traitement : afin d'éviter une accumulation nuisible de produit sur l'écran que constituent les premières feuilles de la rangée de bananiers auprès de laquelle se déplace l'opérateur, il est nécessaire de traiter, non pas cette première rangée, mais de chercher à atteindre le second rang (voir schéma) :



o points fixes.

L'opérateur réalise une succession de points fixes en choisissant à chaque fois son objectif et ayant bien soin de dégager la trajectoire du bananier de la première ligne (fig. 7 bis). Il émet ensuite un premier nuage dont l'axe est dirigé un mètre environ au-dessus de la plante qu'il se propose de traiter, une seconde bouffée de brouillard est ensuite émise en visant plus bas pour atteindre les feuilles inférieures et les rejets. La durée d'émission est très brève, elle correspond à une pression sur la poignée-robinet de l'appareil.

A cette cadence il est possible de traiter un hectare en 2 heures, il faut compter un temps égal pour le ravitaillement de l'appareil et la préparation de la bouillie. Un hectare 1/2 à 2 hectares peuvent être traités en une journée.

La couverture du végétal traité a été mise en évidence par la méthode indiquée ci-avant. A 5 m de l'appareil, par vent pratiquement nul, en produisant un brouillard avec une bouillie huileuse (Huile 15 l, Gas-oil 15 l, Oxychlorure 8 kg) et pendant un point fixe

FIG. 7 bis. — Traitement en bananeraie avec le minimicron. Position du Nozzle lors des points fixes.



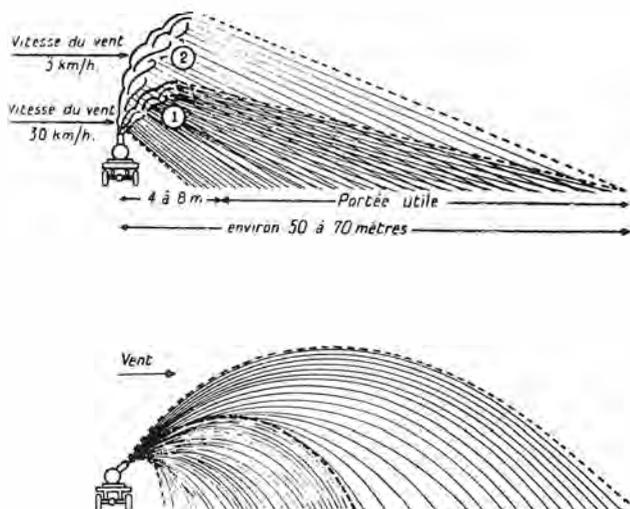


FIG. 8. -- Émission de brouillard léger : en haut, bon traitement; (1) vent fort, 30 km/h, (2) vent faible, 3 km/h en bas, mauvaise position du canon lors de l'émission, la plus grande partie du nuage se dépose dans les premiers mètres.

Pendant l'émission du nuage, le vent s'est élevé à une vitesse de 4 km/h environ perpendiculairement à la direction d'émission. Néanmoins, la portée maximale a été de 7 m. A 3,5 m la couverture est très bonne, les



FIG. 9. — Le « micron standar » en position pour le traitement.

variations du nombre de gouttes de chaque classe que l'on peut observer à 3,5 m sont dues aux différentes positions qu'occupaient les plaques de prélèvement sur le végétal. La majorité des particules a un dia-

mètre variant entre 30 et 80 microns. On pourrait augmenter légèrement la taille des gouttes en diminuant la viscosité de la bouillie.

b) *Appareils à grand travail.* Il nous a été donné d'expérimenter le Micron Sprayer Standar et le Supermoléculeur Platz, dans ce genre de traitement. Mais pour le second appareil nous relaterons nos essais ci-après (traitements mixtes), car il nous a semblé intéressant d'étudier les résultats obtenus lorsque le brouillard léger était émis en même temps qu'un nuage de poudre.

Voici les données obtenues avec le Micron Sprayer « Standar » :

Débits :

Formule	Ouverture	Robinet	Débits	
			litres/ha	litres/heure
Eau.....	8	max	40	360
Eau.....	1	max	25	270
Eau.....	8	1/2	20	240
Eau.....	8	1/2	20	240
Gas-oil15	8	max	40	360
Huile.15				
Oxychlorure 8				

La formule gas-oil + huile + oxychlorure est celle qui a été utilisée pour les essais de phytotoxicité et de portée utile du traitement.

Phytotoxicité : Deux tests ont été faits, l'un a consisté en un point fixe d'une minute trente sous le vent et le second en passages aux débits normaux de traitements. En aucun cas des dommages graves ne furent observés, tout au plus peut-on, signaler quelques brûlures légères sur les plus jeunes feuilles des rejets des premiers rangs (cigares), en aucun cas ces brûlures ne risquent de nuire au développement du bananier ; les régimes atteints par le brouillard ne présentaient pas de symptômes visibles.

Taille des particules : Les mensurations, sur l'ensemble des contrôles réalisés, ont donné les résultats suivants :

à faible distance quelques gouttes de 1 mm maximum.....	150 microns
moyenne.....	80
minimum.....	10

Portée : Les essais de portée ont été faits en bananeraie, soit au point fixe, soit avec l'appareil mobile. Pour obtenir la portée maximum, nous avons utilisé la méthode décrite par BESKINE qui permet d'utiliser

au maximum l'énergie produite par le vent tout en obtenant une portée peu différente avec des courants d'air de vitesses très différentes (fig. 8).

Le canon de projection du brouillard est orienté presque perpendiculairement par rapport au sol, la direction de déplacement de l'appareil étant perpendiculaire à celle du vent (fig. 9).

Cette façon de traiter est très avantageuse avec des nuages composés de particules suffisamment lourdes, elle évite de déposer sur les premiers rangs de la bananeraie des quantités importantes de produit. Cependant avec des vents faibles, il peut être intéressant d'imprimer au canon un mouvement alternatif de bas en haut afin d'atteindre les bananiers situés à une distance de 5 à 10 mètres du passage de l'appareil.

Au point fixe pendant 1,30 mn la plaque de contrôle située à 30 m de l'appareil a reçu une quantité importante de produit, les plaques des 15^e et 25^e m se sont trouvées masquées en partie. La vitesse moyenne du vent (mesurée à l'anémomètre girouette) était en moyenne de 8 km/h avec des sautes irrégulières. Comme il fallait s'y attendre la proportion de gouttes de faible taille est plus grande à 30 m, pour les gouttes de taille plus importante, il est difficile de tirer des conclusions de nos chiffres, elles semblent également réparties en fonction des distances.

Lors du déplacement de l'appareil, une portée utile de 25 à 30 m a pu être obtenue dans des conditions défavorables, puisque le sens du déplacement n'était pas perpendiculaire au vent.

(Vent 3/4 avant de 3 à 8 km/h.)

Nous ne nous hasarderons pas à tenter des calculs précis de dépôts avec les chiffres obtenus dans les essais ci-avant, ils ne peuvent constituer que des indications ; 2.000 gouttes d'un diamètre de 10 à 35 μ par cm^2 ou 700 gouttes de 40 à 80 μ ont été choisies comme valeur minima, lors de ces essais. Pour nos essais ultérieurs, nous comptons sur une portée utile de 30 à 35 m, la présence de granules d'oxychlorure de cuivre étant observée dans toutes les gouttes comptées.

La formule utilisée était la suivante :

Gas-oil	15 litres
Huile.....	15 litres
Oxychlorure à 50 %.....	8 kg

Par la suite nous avons adopté une autre formule :

Zineb.....	1 kg
Oxychlorure.....	5 kg

Huile.....	25 litres
Gas-oil	5 litres

Cadence des traitements. Une portée de 30 m permet de traiter un hectare en 7 à 8 mn avec 40 litres de bouillie, l'appareil ayant un réservoir de 90 litres un ravitaillement devient nécessaire tous les 2 hectares.

6° Le poudrage. — Nous n'avons envisagé jusqu'alors que des nuages constitués de particules liquides contenant un fongicide en suspension. Le poudrage sec, connu et utilisé depuis longtemps, consiste à émettre un nuage à partir d'un produit pulvérulent dispersé par une soufflerie puissante. Avec le matériel moderne équipé de ventilateurs à grand travail, le nuage produit a des caractères communs avec ceux que l'on obtient en fogging léger. (Voir ci-après.) La taille des particules est faible de 1 à 15 microns selon les produits. Selon la densité de la poudre, les particules sont plus ou moins légères, mais le nuage demeure toujours léger.

Les facteurs influant sur la formation des dépôts sur la végétation sont les mêmes. La relation $D_2 V$ conserve les mêmes valeurs optima, c'est-à-dire que la fixation ne sera bonne que lorsque la vitesse du nuage (moment des particules) est suffisante. Par ailleurs la concentration du nuage en particules ne doit pas décroître trop rapidement si l'on veut obtenir une portée importante. En effet, l'étalement du nuage à une faible distance de son point d'émission dilue le nuage qui risque de n'avoir pas un pouvoir couvrant suffisant. Le débit en poudre de l'appareil ne peut donc pas être réduit dans de trop grandes proportions.

Dans les conditions de climat des cultures tropicales, les poudrages n'ont, par le passé, pas toujours eu une efficacité suffisante surtout en traitements fongicides. La raison en est à rechercher dans la possibilité de résistance des dépôts à l'entraînement par les eaux de pluie. La qualité des poudres est déterminante pour la réussite du traitement. Elles doivent, en premier lieu, demeurer pulvérulentes pendant le stockage, avant leur emploi, et ne pas former d'agrégats qui rendraient le passage dans l'appareil difficile, sinon impossible. Si elles sont hydrophiles leurs emballages doivent être de très bonne qualité, sinon il est préférable d'utiliser des poudres hydrophobes.

Afin de limiter l'entraînement par les eaux de pluie, deux méthodes peuvent être employées ; la première consiste à n'utiliser que des poudres imprégnées de substances hydrophobes et dont la rétention par la surface des feuilles sera supérieure à celle des gouttes

d'eau. La deuxième méthode est d'épandre des poudres hydrophiles qui, se mélangeant, avec les gouttes d'eau produites par les pluies ou mieux par les rosées, formera un dépôt de fongicide possédant une ténacité égale à celle des dépôts de pulvérisation. Cette seconde façon de procéder présente la même difficulté que



FIG. 10. — Traitement de la bananeraie par poudrage.

pour les dépôts de brouillards à l'eau, l'utilisation d'un adhésif puissant restant à découvrir.

Les essais que nous avons faits, le sont avec une poudre hydrophobe contenant, soit de l'oxychlorure, soit du Zineb. Les appareils utilisés sont : *petits appareils* : Super Procall, Delord Monolutte «D» (fig. 10), Poudreuse Castaing. *Appareils à grand travail* : Socal.

Appareils polyvalents permettant le poudrage sec : Surpémoléculeur Platz, Swissatom, Pasteur, Lachazette « Atomic ».

Nous avons cherché à déterminer, en premier lieu, la quantité de poudre nécessaire pour l'obtention d'une bonne couverture sur un hectare de bananeraie. Nous nous sommes arrêtés à la quantité de 80 kg de poudre contenant soit 4 kg de Cu métal de l'oxychlorure soit 2,5 kg de Zineb.

Avec les différents appareils testés le travail peut être exécuté de la manière suivante :

Super Procall (poudreuse à main) tuyauterie longue, débit à régler à 20 kg par heure. Traitement bananier par bananier 1 hectare en 4 heures de travail effectif.

Delord (poudreuse à moteur à dos) débit 40 kg/heure, le traitement se fait bananier par bananier. On peut donc traiter un hectare en 2 heures de travail effectif soit 4 heures avec les ravitaillement de l'appareil.

Castaing (poudreuse à moteur portée sur civière) la portée est de 10 à 15 m par vent favorable. Il est possible de traiter 3 rangs de bananier par passage, ce qui permet le traitement d'un hectare en 1 h 1/2 de travail effectif.

Socal et autres appareils tractés à grand travail : la cadence des traitements est la même que pour les brouillards légers ayant une portée utile de 20 à 30 m. Le réglage du débit de poudre est suffisamment précis pour obtenir les 550 kg/heure nécessaires. 10 à 15 hectares peuvent être traités par jour.

Des essais sont en cours actuellement sur l'activité fongicide des poudrages faits dans les conditions que nous venons de décrire contre *Cercospora*.

7° Les traitements mixtes, appareils polyvalents.

Les appareils générateurs de brouillards peuvent facilement être équipés d'une trémie permettant la distribution de la poudre dans la veine d'air utilisée par ailleurs pour l'« atomisation ».

On peut ainsi réaliser, soit un poudrage humide classique, soit un traitement mixte.

Dans le poudrage humide, le nuage de poudre, analogue à celui qui est émis par les poudreuses, est projeté en même temps qu'un brouillard lourd à l'eau. L'intérêt de cette méthode est de constituer sur le végétal un dépôt qui s'apparente à celui que l'on obtient avec le brouillard lourd ordinaire. La poudre, obligatoirement hydrophile dans ce cas, est imprégnée de liquide et forme une pâte, qui, en séchant cons-

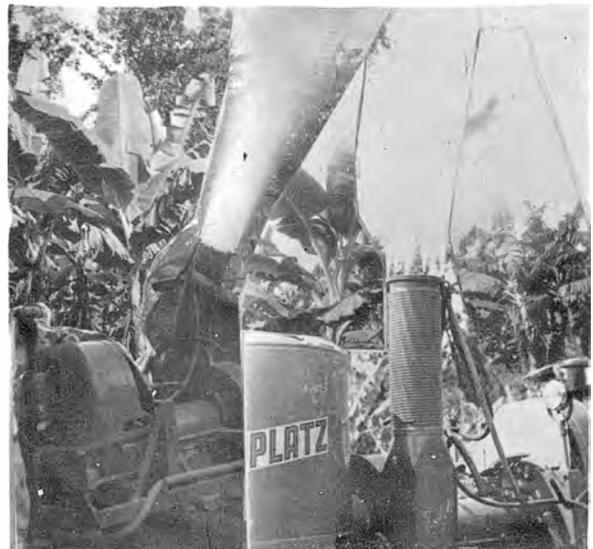


FIG. 11. — Montage photographique permettant de comparer la densité d'un nuage de brouillard léger (à droite) avec celle d'un nuage de poudrage humide (à gauche).

titue le dépôt. Dans les conditions de travail qui nous intéressent ce mode de traitement ne nous a pas semblé devoir être retenu.

Dans les traitements mixtes, on réalisera un poudrage accompagnant, non plus une simple pulvérisation d'eau, mais un brouillard chargé normalement de produits antiparasitaire. L'avantage dans ce cas, réside dans une plus grande portée de l'appareil, il se constitue, en effet, plusieurs phases dues à la différence de poids existant entre les deux catégories de particules émises, celle du poudrage et celles du brouillard.

Deux utilisations différentes de traitements mixtes ont été expérimentées, l'une avec un brouillard lourd à l'eau, l'autre avec un brouillard léger à l'huile.

a) *Traitement mixte avec brouillard lourd* : Appareil Pasteur. Le mode opératoire est le suivant : l'appareil débite une bouillie bordelaise à 3-3,5-100 à raison de 250 litres par hectare. Le poudrage est réalisé avec une poudre hydrophobe contenant 8 % de Cu métal à raison de 40 kg hectare.

b) *Traitement mixte avec un brouillard léger*. Appareil Supermoléculeur Platz (fig. 11).

Le brouillard est du même type que celui que nous avons décrit (Micron Sprayer). La poudre, rendue hydrophobe par imprégnation avec une substance huileuse, peut parfaitement se mélanger avec la phase huileuse de la bouillie.

Voici les données définies avec le Supermoléculeur :

Débit :

Formules	Ouverture	Débit/heure	litres/ha
<i>Liquide :</i>			
Eau.	5	240	30
Eau.	1	60	7,5
Gas-oil.	3	140	18
8 kg oxychlorure ...	3	155	20
15 l huile.			
15 l gas-oil.			
<i>Poudre</i>	max.	800	100
	3	400	50

Phytotoxicité : Les mêmes essais ont été faits que pour le Micron Sprayer avec la formule ci-dessus, aucune altération des feuilles n'a été observée sur les bananeraies traitées.

Taille des particules : A la plus grande ouverture, les mensurations sur les dépôts recueillis à différentes distances de l'appareil montrent la présence d'une majorité de particules d'un diamètre de 35 à 50 μ .

Portée : Nous avons dit ci-avant qu'avec le traitement mixte, une augmentation de la portée devait être obtenue par rapport au brouillard léger seul.

Les résultats des contrôles de dépôts effectués montrent qu'avec un vent faible (2,5 à 3,6 km/h) et mal orienté par rapport à la direction du brouillard, à 42 m du point d'émission le dépôt était important. Ce sont plutôt les bananiers de la partie intermédiaire qui ont reçu la moins grande quantité de produit (effet de la retombée du produit + action du vent).

Dans un deuxième essai par vent plus violent (7 km/h) à 30 m le dépôt était plus faible, tout en demeurant très suffisant ; ceci est dû peut-être à la plus grande dilution du nuage.

Compte tenu de ces variations, il est possible de considérer que 40 m est une portée utile maximum en bananeraie.

L'examen des dépôts, à divers intervalles de temps après le traitement, montre que leur persistance sur la végétation est excellente malgré les pluies, même pour la fraction pulvérulente qui se trouve enrobée dans la couche huileuse formée par le brouillard.

Une autre qualité du traitement mixte a également pu être mise en évidence c'est l'accroissement pondéral des dépôts. Pour cette étude, nous avons utilisé la technique de YEOMANS qui constitue à réaliser un point fixe de longue durée (1 à 5 mn) et à peser le dépôt recueilli, à différentes distances de l'appareil, sur un papier filtre ou sur une plaque de verre. Avec cette méthode les dépôts totaux déposés par mn et par cm^2 ont été les suivants, à débit égal (60 kg/ha) .

En millièmes de mgr.

	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m
Micron Sprayer...	330	260	—	—	—
Platz.	2.500	2.660	800	600	510

8° **La nébulisation.** — (Fogging.) Appareils types : Tifa, Swingfog.

En fogging, le nuage produit est composé de particules de petites tailles : de 5 à 60 microns. Dans ces conditions, le seul support possible, pour les bouillies, est l'huile. A la suite de faits que nous avons exposés ci-avant, on comprendra que pour les applications fongicides dans les champs, il ne soit pas possible de réduire trop fortement la dimension des particules élémentaires des nuages de fogging. Sauf dans des conditions météorologiques particulièrement stables, les nuages composés de particules de 10 à 16 microns ne peuvent se déposer sur la végétation traitée de façon satisfaisante, à moins que le débit de l'émission ne soit considérable et la vitesse de déplacement du nuage également grande. En fait, la réduction de la taille des particules, sur les différents appareils utilisés, est obtenue par une réduction du débit de

liquide. C'est la raison pour laquelle, nous avons distingué le fogging léger du fogging lourd. Dans le premier cas le débit est de l'ordre de 10 à 12 litres de bouillie hectare, avec des particules dont la taille moyenne est de l'ordre de 15 microns. Dans le second cas, le débit hectare varie de 40 à 60 litres, avec des particules d'une taille moyenne de 45 à 50 microns pour des extrêmes allant de 20 à 80 microns.

C'est dans les conditions du fogging lourd qu'ont été faits les essais rapportés par l'un de nous (1) et dont l'efficacité s'est révélée supérieure à celle des traitements faits par pulvérisation ordinaire.

Avec les appareils à fogging, le courant d'air destiné à provoquer la division du liquide est porté à une haute température, ce qui diminue la viscosité des huiles composant les bouillies, la vaporisation qui se produit tend également à diminuer la taille des particules. Voyons les conditions de travail des appareils que nous avons expérimentés :

a) *Appareil tracté à grand travail* : Tifa.

Bien que la vitesse d'émission du brouillard soit très grande au passage de la buse de sortie, le débit d'air de la soufflante n'étant pas considérable et le nuage diffusant rapidement latéralement, il faut utiliser la force des vents pour atteindre une portée intéressante. Théoriquement il est possible; en opérant dans des conditions météorologiques très stables de produire un brouillard léger, qui imprègne complètement la culture à traiter et qui se dépose lentement. En fait aux Antilles, avec le régime de brises marines qui y règne, ces conditions ne sont obtenues qu'exceptionnellement. Il est donc nécessaire d'opérer différemment, l'appareil se déplace dans des chemins orientés perpendiculairement à la direction des vents dominants et le traitement n'est possible que lorsque le vent est franchement perpendiculaire au sens de déplacement (fig. 12). Un vent 3/4 avant ne permet pas une bonne portée non plus qu'un vent venant de l'arrière. Si des courants ascendants violents se manifestent le traitement devient également impossible.

A bon vent, lorsque celui-ci ne dépasse pas une vitesse de 6 à 8 km/h, l'optimum étant de 3 à 4 km/h, on distingue à l'œil trois phases différentes dans le nuage. La première est formée dans la zone d'émission, les 5 premiers mètres, elle contient les gouttes les plus grosses et se dépose rapidement. La seconde phase est la plus intéressante, car elle produit les dépôts utiles sur la végétation, sa portée est de 15 à 20 m selon la vitesse du vent.

La troisième phase est constituée par les plus fines particules, elle forme un nuage léger qui s'éloigne rapidement dans la bananeraie en suivant les mouvements

de convection verticale lorsqu'ils se produisent. Cette troisième phase, suffisante pour les traitements des locaux, est perdue pour la majorité des cas lors des traitements des plantations. C'est une cause d'échecs fréquente de considérer que, du fait que la culture a été parcourue par ce brouillard léger, on peut en attendre une action efficace contre les parasites.

En comptant sur une portée de 20 m, un appareil peut traiter 10 à 15 hectares de bananiers par jour, le prix de revient de l'application se calcule comme suit.

a) *Pour une plantation de 100 ha* : (prix de revient ha par application).

Amortissement appareil.	12,5
Réparations, entretien.....	2,25
Carburant.	69
Traction.	15
Produits.	6.700
Main-d'œuvre.....	140
Total	<u>6.938,75</u>

b) *Pour une plantation de 20 ha* :

Seul l'amortissement peut intervenir pour modifier le prix de revient, il sera de 62 fr. par hectare, ce qui porterait le prix du traitement à 6.988,75 fr.

b) *Appareil porté*. Type Swingfog.

Le Swingfog est un appareil moto-pulseur produisant un brouillard de même nature que le Tifa mais avec un débit moindre. Deux modes d'utilisation de l'appareil sont possibles selon que l'on adapte l'un ou l'autre des deux types de tuyauteries, on obtient ainsi soit un débit faible soit un débit plus important.

Dans un premier essai, nous avons expérimenté avec le débit le plus faible 12 litres/heure produisant ainsi involontairement un nuage très léger

La bouillie utilisée était la suivante :

Zineb	1 kg
Huile.....	2 litres
Gas-oil	10 litres

Dans ces conditions de travail, il est nécessaire de traiter la bananeraie en faisant une succession de point fixes devant chaque bananier, en se plaçant bien entendu à bon vent (fig. 13 et 14). Lorsque le vent est assez fort, 7 à 8 km/h, il est difficile d'atteindre la cime du bananier devant lequel on est placé. La cadence de travail est assez faible, on ne peut compter traiter un hectare en moins de 2 heures, la quantité de produit actif épandu demeure faible.

Les résultats de l'efficacité de ce traitement contre *Cercospora* sont rapportés ci-après.



FIG. 12. — (A gauche)
Traitement de la bana-
neraie avec le Tifa (Fog-
ging lourd).

Le Swingfog muni de la tuyauterie assurant le débit le plus fort est utilisé avec la bouillie suivante :

Huile.....	8 litres
Gas-oil	3 litres
Zineb	1 kg

Des essais sont en cours avec le débit de 28 litres/hectare, et l'on se trouve ainsi pratiquement placé dans des conditions voisines de celles du fogging lourd décrit ci-avant (Tifa).

Efficacité et rentabilité des différents modes de traitements.

Pour les traitements fongicides de la bananeraie nous devons considérer deux cas : les conditions climatiques permettent les traitements avec les bouillies aqueuses, cas favorable, ou ne les permettent pas.

Aux Antilles un grand nombre de plantations se trouvent placées dans le second cas, le plus défavorable, c'est donc cette conjoncture que nous étudierons, sachant que les résultats obtenus s'appliqueront a fortiori aux conditions moins défavorables pour le traitement.

L'un de nous a montré par ailleurs (1) et (2) l'efficacité du traitement par nébulisation (fogging lourd) aussi n'insisterons-nous pas sur ce point.

Dans les régions les plus attaquées par *Cercospora* de la Guadeloupe le fogging est plus efficace que le traitement « en pluie » et d'un prix de revient inférieur.

Pour ce qui concerne le brouillard léger huileux, nous sommes en mesure de donner les résultats préliminaires d'un essai mis en place en mars dernier. Dans cet essai l'on comparait avec une parcelle témoin,

non traitée, le développement de *Cercospora* dans deux autres types de parcelles : l'une traitée avec le Minimicron (brouillard léger), l'autre avec le Swingfog (fogging). Les conditions d'utilisation des appareils et les formules sont celles que nous avons décrites ci-avant. Pour le Swingfog, il faut remarquer que, ne disposant pas encore du dispositif permettant d'obtenir le plus fort débit, l'appareil était utilisé avec un débit de 12 litres/heure et formait un nuage léger, toutes conditions défavorables à la bonne réussite du traitement.

Les résultats schématisés, fig. 15, ont été obtenus par le comptage périodique de 100 feuilles de bananiers, toutes au même stade de développement.



FIG. 13 (En haut et à droite) et 14. — Traitement au Swingfog. L'opérateur dirige le brouillard successivement vers la cime des bananiers (13) et vers le bas pour atteindre les rejets (14).

L'infection précoce, au cours de cette campagne, a provoqué des dégâts très nets, à la dernière observation le témoin ne comportait plus que 36 % de feuilles saines, alors qu'on en notait 68 % dans les parcelles traitées au Minimicron et 52 dans celles traitées au Swingfog.

L'attaque a été réduite à un niveau faible par le traitement par brouillard léger huileux.

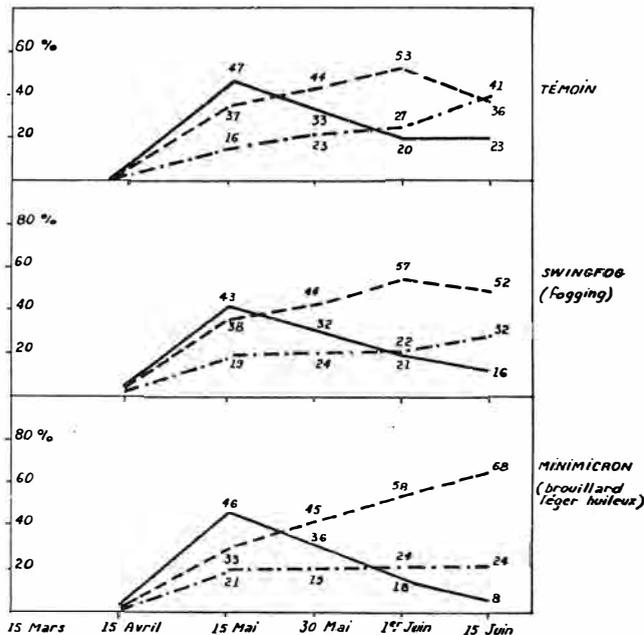


FIG. 15. — Résultats de l'essai comparatif : Fogging-Brouillard léger huileux.

— 10 à 45 % } de la surface foliaire
 - - - 50 à 75 % } détruite
 - - - - - feuilles saines

Les parcelles traitées par fogging ont été moins bien protégées, mais le traitement n'a pas été celui qui aurait été désirable et nous ne pourrions juger de la valeur de l'appareil qu'après avoir obtenu les résultats des essais en cours avec un débit de bouillie plus élevé.

Il nous reste à attendre les résultats de nombreux essais en cours avant de pouvoir tirer une conclusion définitive, mais les éléments que nous possédons permettent déjà d'affirmer que les traitements par fogging et par brouillards huileux sont possibles et très efficaces pour lutter contre *Cercospora* aux Antilles.

Le prix de revient des applications est moindre que celui des pulvérisations classiques, nous pourrions ultérieurement chiffrer le coût des divers modes de traitements et en déduire leur rentabilité.

Discussion générale.

Les données que nous avons apportées dans le présent travail doivent être validées par des résultats complémentaires obtenus sur la maladie même que l'on propose de combattre et dans les conditions pratiques de travail. Nous devons remarquer cependant que les essais précédents (1), ont prouvé l'efficacité des traitements fongicides en fogging et en brouillards légers avec des formules huileuses.

L'utilisation de ces formules permet de remédier à la plupart des inconvénients que l'on porte habituellement au débit des traitements par brouillards. On considère parfois, (LEMIERRE), que les brouillards légers et le fogging sont tout juste utilisables pour remplir l'atmosphère d'un brouillard capable de tuer les insectes présents pendant le traitement, mais que dans la totalité des cas, les dépôts formés sur le feuillage, s'ils peuvent avoir une certaine action insecticide, ne sont pas suffisants pour les traitements antifongiques. A notre avis, c'est bien plus de notre manque de connaissances précises sur le comportement d'un nuage dans l'atmosphère que viennent les échecs qui ont pu se produire. La nature des particules projetées autant que leur taille sont les éléments les plus importants pour le résultat final.

Quoi qu'il en soit, les praticiens désireux de traiter leurs bananeraies disposent maintenant d'une gamme complète d'appareils leur permettant des traitements allant de la pulvérisation classique, en pluie, au fogging léger en passant par la forme que nous considérons comme transitoires et certainement provisoire du brouillard lourd. Les améliorations qui ont été faites ces dernières années ont porté sur les appareils de tous les types. Le matériel que nous avons expérimenté s'est révélé dans l'ensemble de très bonne qualité et nous avons pu nous rendre compte que des modifications peu importantes seraient suffisantes, pour la plupart, pour permettre leur utilisation dans plusieurs modes de traitements différents. Ceci est vrai surtout pour les producteurs de brouillards lourds qu'il serait facile d'utiliser aussi pour les traitements huileux (brouillards légers).

Pour chaque culture, il existe, en fonction du climat, un mode opératoire spécial à chaque traitement. Pour les traitements fongicides du bananier dans le climat tropical à pluviométrie répartie dans l'année, notre préférence va aux traitements par brouillards légers huileux, complétés peut-être par un poudrage. La presque totalité des appareils que nous avons utilisés pourraient convenir à ce mode de traitement avec certaines adaptations pour plusieurs d'entre eux.

BIBLIOGRAPHIE

- BESKINE (J. M.). The Use of the Low-Volume Mist Blower. *World Crops*, vol. 4, n° 10, oct. 1952.
- BROOKS (F. A.). Dynamic catch of aerosols by obstructions. *Agr. Eng.* 28 : 233-239, 1917.
- BROWN (A. W. A.). Insect Control by Chemicals. *New York*, 1951.
- DE JONG (E. R.). *J. Econ. Ent.* 43 : 542-546.
- HOARE (E. R.). The World spraying problem. *Bol. Inst. Nac. Invest. Agron. Jun.* 1952, vol. 12, n° 26.
- GUYOT (H.). La lutte contre *Cercospora Musae* dans les bananeraies de Guadeloupe. Essais de Nébulation. *Fruits* 1953, vol. 8, n° 11, p. 525-532.
- Essais de Nébulation (suite). *Fruits* 1954, vol. 9, n° 7.
- LEMIÈRE (A.). Le matériel de traitement des arbres fruitiers. *Journée Fruitières d'Avignon, janvier 1954*.
- MERNY (G.), GUYOT (H.) et DAUDIN (J.). La maladie de Sigatoka aux Antilles Françaises. *Fruits* 1951, vol. 6, n° 6, p. 229-234.
- MERNY (G.). Nébulation et pulvérisation pneumatique. *Fruits* 1954, vol. 9, n° 7.
- POTTS (S. F.). Behaviour of dust particles and spray droplets. 1947, *J. Econ. Ent.* 39 : 716-720.
- TRIVELLI (G.). Influence des pressions et de la mouillabilité sur la nature des dépôts de bouillies cupriques commerciales. 1949, *Rev. Romande d'Agric.* 5^e année, n° 6, p. 41-43.
- YEOMANS (A. H.) et ROGERS (E. E.). Factors influencing deposit of spray droplets. 1953, *J. Econ. Ent.* 46/n° 1, p. 57-60.

Les formules fongicides huileuses pour le traitement des bananeraies

par **H. GUYOT**

DIRECTEUR DE LA STATION DES ANTILLES DE L'I.F.A.C.

et **J. CUILLÉ**

CHEF DE SERVICE DE DÉFENSE DES CULTURES
DE L'I. F. A. C.

Pour l'emploi des nouvelles techniques de traitements fongicides par nébulisation (fogging) et brouillards légers nous avons été conduits à étudier la réalisation de bouillies fongicides dans lesquelles le support était constitué, non plus par de l'eau, comme pour la pulvérisation classique, mais par de l'huile. Des formules insecticides comparables ont déjà été mises au point pour ces techniques, mais, alors que pour les insecticides le produit actif est directement soluble dans le support ou le devient par l'emploi d'un solvant intermédiaire (toluène, sovacide...), les fongicides, que ce soient les sels de cuivre ou les dithiocarbamates, ne peuvent être solubilisés de la même manière et doivent demeurer en suspension.

On se trouve donc placé devant la nécessité de réaliser des suspensions suffisamment stables tout en ayant la forte concentration imposée par la faible quantité de bouillie qu'il est avantageux d'émettre par unité de surface.

Une autre inconnue était, à l'origine, l'activité fongicide des dépôts ainsi réalisés. La présence, sur les feuilles, d'huile enrobant les particules du fongicide, risquait d'inhiber son action.

Nous allons examiner les différents aspects du problème en fonction des résultats déjà obtenus.

Réalisation des formules.

Avec les différents appareils la quantité de bouillie à utiliser pour un hectare varie entre 20 et 60 litres, 40 litres représentant une valeur moyenne pour les

bananeraies. La quantité de matière active utilisée jusqu'alors a été de 4 kg de Cu et de 2,6 kg de Zineb (M. A.) par hectare. Les produits du commerce étant respectivement à 50 % de Cu métal pour les oxychlorures et à 65 % de matière active pour le Zineb, mélangés à 40 litres de produits huileux, ils risquent de former une pâte huileuse risquant d'obstruer les canalisations de l'appareil de traitements.

Plusieurs essais furent réalisés pour rechercher les constituants possibles pour les différents types de bouillies et après élimination des émulsifiants et des huiles émulsionnables, nous sommes arrivés à des formules très simples composées d'un mélange d'huile et de gas-oil dans lequel on ajoutait la quantité voulue de Zineb ou d'oxychlorure.

Selon les proportions réciproques d'huile et de gas-oil, il est possible de faire varier la viscosité du mélange. En effet avec les différents appareils expérimentés, il nous fallait obtenir des valeurs différentes, imposées par les caractéristiques de l'appareil lui-même. De fait il est préférable d'utiliser des huiles déjà très fluides et de réduire au maximum la quantité de gas-oil servant d'additif. Avec certains appareils, on ne dispose pas d'autre moyen pour réduire le débit, ou au contraire pour augmenter la taille des particules produites, que d'augmenter la viscosité, on utilise alors des huiles visqueuses pures ou légèrement additionnées de gas-oil.

Comme exemple de ces formules, nous pouvons citer celles qui avaient été réalisées par l'un de nous (1) :

<i>Bouillie cuprique</i>		<i>Bouillie au Zineb</i>	
Huile.....	20 l	Huile.....	20 l
Gas-oil	14 l	Gas-oil.....	20 l
Oxychlorure à 50 %	9 kg	Zineb à 65 %	4 kg

40 litres de chaque formule étant nébulisée par hectare.

Phytotoxicité.

C'est, bien entendu, la phytotoxicité qui dicte les modalités d'emploi des formules huileuses. Nous devons remarquer, en premier lieu que les données classiques sur la phytotoxicité des huiles ont été obtenues avec des appareils à grand débit et des formules faites avec des huiles émulsionnées. La taille moyenne des particules élémentaires se trouvant d'être supérieure à 150 microns et le débit important, les dépôts réalisés sur les feuilles sont épais et irréguliers du fait du ruissellement. Ces données ne s'appliquent donc pas aux nuages de fogging ni même aux brouillards légers.

On considère généralement qu'il existe deux modes de phytotoxicité pour les végétaux : les huiles présentant une *toxicité aiguë* ou une *toxicité chronique*. Dans le premier cas l'huile pénètre soit par les stomates soit en diffusant directement à travers l'épi-

derme. Sa toxicité est alors surtout fonction de sa viscosité, les produits les plus visqueux pénétrant plus difficilement. Dans les espaces intercellulaires où ils parviennent, les globules huileux se divisent et émigrent vers les tissus médullaires et le parenchyme du bois où ils sont stockés. Dans les espaces intercellulaires du parenchyme l'huile retarde les échanges gazeux et provoque une accumulation de gaz carbonique. La réduction de la transpiration suit également le ralentissement des échanges gazeux. Les symptômes classiques de l'intoxication aiguë sont l'apparition de taches brunes, suivie de la chute des feuilles pour les végétaux arbustifs.

L'intoxication chronique apparaît plus longtemps après le traitement, elle est due à une réaction chimique directe du produit sur la matière vivante. Cette phytotoxicité est attribuée généralement à la fraction de carbures aromatiques ou non saturés que contiennent les huiles. On les apprécie d'après leur pourcentage en résidu insulfonable (U. R.) ; ce pourcentage correspond à l'huile restant après la sulfonation (READ).

Le processus de la formation de composés toxiques à l'intérieur de la plante serait l'oxydation des huiles et la formation d'acides gras toxiques.

Outre cette action, les huiles peu raffinées peuvent être toxiques par les impuretés qu'elles contiennent, les mercaptans surtout (BROWN).

L'intoxication chronique se manifeste habituellement par une coloration jaune de la des feuille suivie, dans certains cas, de sa chute.

Nous voyons donc que les principaux facteurs agissant sur la toxicité des huiles pour les végétaux sont : la viscosité, la volatilité, la teneur en composés sulfonables et la présence de corps étrangers. La réaction de la plante varie, pour une grande part, avec les conditions ambiantes pendant la période qui précède et suit le traitement, la température et l'humidité relative de l'air ayant une grande influence.

Nous n'insisterons pas sur ces données qui sont bien connues, puisque aussi bien, pour les brouillards légers et le fogging le mode d'application réduit considérablement les risques de brûlures graves (fig. 1). Il reste, cependant, préférable de choisir des produits le moins toxiques, possible afin surtout d'éviter les dommages sur certaines plantes qui reçoivent des quantités anormales de produit, par suite de fausses manœuvres (fig. 2).

Si le gas-oil utilisé seul se montre trop toxique les



FIG. 1. — Jeune bananier ayant reçu plusieurs traitements huileux (Photo R. Guy, Service technique d'Outre-Mer de Péchiney-Progil.)

FIG. 2. — Feuille ayant reçu un excès de produits huileux sans dommages.

(Photo R. Guy.)



mélanges avec des huiles moyennement raffinées sont tout à fait admissibles.

Cette tolérance que nous avons observée de la part du bananier s'explique par la qualité des dépôts obtenus par les traitements en fogging. A l'origine ce dépôt est constitué par une mosaïque de petites gouttes dont le diamètre oscille entre 5 microns et 150 microns, une bonne valeur moyenne étant de 70 microns.

A l'intérieur de ces gouttes on remarque la présence des granules de cuivre (fig. 3 et 4). La mouillabilité de la feuille pour la bouillie étant voisine du maximum, il tend à se produire une couche monomoléculaire qui devient presque continue dans les cas les plus favorables. La quantité de produit fixé au total peut être estimée à 150 γ (min.) à 700 γ (max.) par cm^2 . Il n'y a ni superposition des gouttes ni ruissellement avec formation de dépôts marginaux comme dans la pulvérisation classique.

Nous n'avons pas encore suivi la pénétration de l'huile dans les tissus, mais il est très probable qu'elle se produise. Elle est certainement limitée par l'évaporation de l'huile, qui ayant une surface de contact maximum avec la feuille, a la même surface avec l'air, ce qui favorise beaucoup son évaporation surtout sous le climat tropical. De fait, quelques jours après une application de fongicides huileux, si l'on remarque encore la présence du produit cuprique collé à la feuille, on peut constater que celle-ci a perdu en partie la brillance qu'elle avait après le traitement, l'huile n'est plus visible à l'examen macroscopique.

Lors des applications, il suffit donc de doser convenablement la quantité de produit nécessaire à la bananeraie pour assurer sa couverture; 40 à 50 litres par

hectare constituent un optimum, réservant une marge de sécurité suffisante pour ne pas endommager les plantes qui recevront un excès de produit.

Activité fongicide des traitements huileux.

Le reproche qui peut être fait a priori aux formules huileuses non émulsifiables est d'enrober les particules de fongicide dans une enveloppe non miscible à l'eau; ces produits devant agir en phase aqueuse perdraient ainsi leur efficacité. Les résultats obtenus lors des traitements contre *Cercospora* du bananier, et rapportés par ailleurs (1 et 2), montrent qu'il n'en est rien. Bien au contraire l'efficacité de ces applications fut supérieure à celle des pulvérisations effectuées jusqu'alors. A la Guadeloupe, en effet, avec les pulvérisations classiques de bouillie bordelaise, d'oxychlorure de cuivre ou d'oxyde cuivreux, les résultats avaient été des plus médiocres.

Ces traitements ne sont pas par eux-mêmes inefficaces puisque à la Jamaïque ils se sont montrés suffisants, bien que très onéreux, mais à la Guadeloupe et à la Martinique dans les secteurs « au vent », balayés par les pluies venant du large et souvent accompagnées de « grains venteux », l'entraînement des produits par les eaux de pluies est trop considérable pour que les dépôts de bouillies aqueuses supportent le lessivage.

C'est donc là une première raison de la meilleure activité des dépôts huileux: n'étant pas mouillables et par conséquent non miscibles à l'eau, ils ne sont pas entraînés. Ce fait apparaît très nettement lorsqu'on observe, plusieurs mois après le traitement, une feuille de bananier qui a reçu un excès de produit. Le dépôt est encore parfaitement visible et si la feuille,

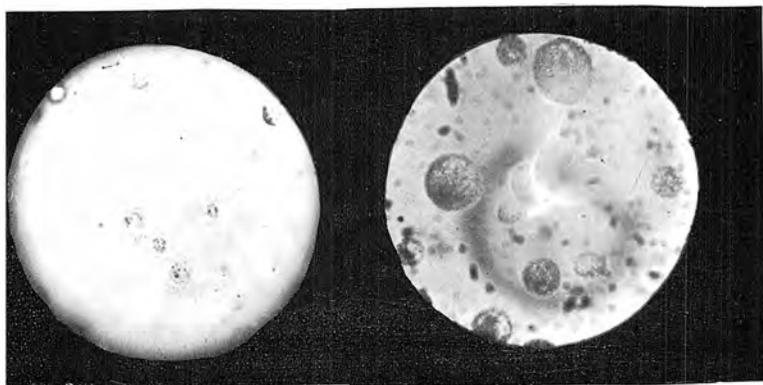


FIG. 3 et 4. — Microphotographies montrant la présence de granules d'oxychlorure de cuivre dans des gouttelettes de tailles différentes d'une bouillie à l'huile.

Conclusion.

Nous avons pu montrer que, bien que les applications de fongicides mélangés aux huiles minérales soient tout à fait à leur début et que bien des points restent à éclaircir, ce mode de traitement est particulièrement séduisant et efficace.

L'utilisation de formules huileuses est une nécessité qui commande l'utilisation des appareils dits à débit réduit. En effet, lorsque la matière est aussi finement divisée que par ces appareils, il devient impossible d'utiliser des bouillies aqueuses qui, sous le climat tropical, seront évaporées avant d'avoir pu parvenir sur les végétaux à protéger.

La phytotoxicité des huiles minérales n'est pas un obstacle à leur utilisation et l'efficacité est supérieure à celle des traitements par pulvérisation classique, pour un prix de revient moindre.

coupée, est trempée dans l'eau, le produit subsiste intégralement. On assure donc une ténacité et une rémanence maximum aux dépôts.

Une autre cause de bonne efficacité résiderait dans la meilleure répartition du produit sur le feuillage. Plus les particules sont fines moins le rôle d'écran, que jouent réciproquement les feuilles, est important et meilleure est la pénétration dans la bananeraie.

Il est, enfin, un dernier point sur lequel nous allons orienter nos études, c'est l'action de l'huile elle-même, dont l'activité fongicide est connue puisque HORSFALL cite plusieurs exemples sur ce sujet dont les observations de McWHORTER (1927), indiquant l'activité fongicide des huiles sur *Sphaerotheca pannosa*. Même sans activité fongicide, à proprement parler, sur *Cercospora*, il se peut que la présence d'une couche hydrophobe sur la feuille soit défavorable à la germination des conidies qui se fait normalement au contact de gouttes de rosée.

BIBLIOGRAPHIE

- BROWN (A. W. A.). Insect Control by Chemicals. *John Wiley*. 1951.
 HORSFALL (J. G.). Fungicides and their action. *Walt Lam. Mass.* 1945.
 (1) GUYOT (H.). *Fruits*. Vol. 8. N° 11. Déc. 1953, p. 525-532.
 (2) — Essais de Nébulation. *Fruits*. Juillet-Août, 1954, Vol. 9, n° 7, p. 297-301.
 MERNY (G.). *I.F.A.C.*, 1953, *Rapport Annuel de la Station des Antilles*.
 READ (F. M.). Developments with Spraying oils. *J. Dep. Agric. Victoria*, Mai 1950, vol. 48, n° 5, p. 143-198.



La lutte contre *Cercospora musae* dans les bananeraies de Guadeloupe

Essais de Nébulation (FOGGING).

Dans un article précédent ⁽¹⁾, nous avons eu l'occasion de relater les résultats préliminaires obtenus par l'Institut des Fruits et Agrumes Coloniaux dans la lutte contre *Cercospora musae* dans les bananeraies guadeloupéennes.

L'étude entreprise consistait à évaluer l'efficacité de la nébulisation ⁽²⁾ ou fogging pour l'application des fongicides.

Les premiers résultats obtenus en novembre 1953, étaient particulièrement encourageants et permettaient d'étendre nos recherches à d'autres modes d'application des fongicides mélangés aux huiles.

Dans les lignes qui suivent, nous donnons quelques renseignements sur l'évolution de la bananeraie traitée lors de l'essai de Fogging de « Convenance » ⁽¹⁾ et sur les résultats obtenus fin 1953 dans les bananeraies expérimentales de la Station de Neufchâteau (I. F. A. C.) Guadeloupe.

Essai de « Convenance ».

La bananeraie sur laquelle l'expérience avait été faite appartient à la Société Industrielle et Agricole de Pointe-à-Pitre (S. I. A. P. A. P.) ⁽³⁾. Nous rappelons que le traitement était fait chaque semaine au moyen d'un thermo-aéroliseur avec une bouillie composée de la façon suivante :

I. Bouillie cuprique :	II. Bouillie au Zineb :
Huile 20 litres	Huile 20 litres
Gas-oil 14 litres	Gas-oil 20 litres
Oxychlorure de cuivre	Zineb 4,5 kg
à 50 % : 9 kg	

(1) Voir *Fruits*, vol. 8, n° 11, décembre, 1953, p. 525 à 532.

(2) A ce sujet, nous rappelons la définition du Comité de terminologie de la Société Française de Phytologie et Phytopharmacie : *Nébulisation* : Dispersion dans l'atmosphère d'un produit phytopharmaceutique à l'état de brouillard ou de fumée.

(3) Nous remercions MM. DE CHANTERAC et CRESP, inspecteurs agricoles de la S. I. A. P. A. P. qui ont bien voulu nous aider dans ce travail.

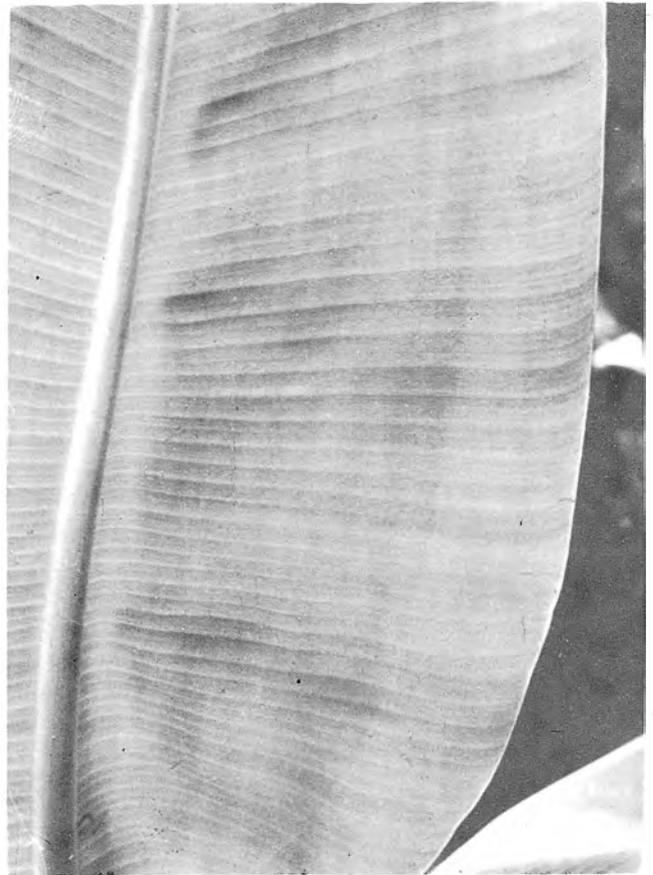


FIG. 1. — Premiers symptômes de l'attaque de *Cercospora*, des points décolorés sont visibles par transparence. (Photo R. GUY.)

Service technique d'Outre-Mer Pecliney-Progil.)

FIG. 2. — Plusieurs semaines après la première infection les premières taches apparaissent. (Photo R. GUY.)



FIG. 3. — Vue d'ensemble de la bananeraie « Essai d'amendement » traitée par fogging. (Photo F. Le Stanc.)

40 litres de cette solution étaient nébulisés à l'hectare.

Les parcelles témoins étaient traitées mensuellement par pulvérisation classique avec une bouillie à l'eau : 1.500 litres d'eau à l'hectare + 5 kg de cuivre de l'oxychlorure et 1 litre de mouillant. Étant donné la sévérité de l'attaque dans ces parcelles, nous les avons choisies comme témoins et considérées comme parcelles non traitées, ce qui, à notre avis, ne fait qu'accentuer la valeur de nos résultats.

Les traitements ont cessé en octobre à la suite de circonstances indépendantes de notre volonté.

Il en est résulté assez rapidement une attaque de *Cercospora* dans toutes les parcelles traitées, ce qui fait qu'en février 1954, alors que nous allons reprendre une nouvelle série d'essais, toutes les bananeraies de l'essai sont apparemment aussi attaquées. La différence essentielle concerne les rejets qui se trouvent être plus vigoureux dans nos parcelles nébulisées précédemment.

Dans l'essai de 1953, il n'était pas question de faire un calcul du prix de revient de l'opération. Ce n'était pas le but de l'expérience. Nous avons cependant, dès maintenant, essayé de tirer quelques renseignements sur le rendement des bananeraies traitées ou témoins et sur leur évolution au cours de ces derniers mois (novembre-décembre et janvier). Pour cela, nous avons pesé les régimes qui, en plantation, ont été jugés possibles à exporter. Dans le tableau n° 1 nous résumons la production à l'hectare des parcelles traitées au Zineb et des témoins.

— Le nombre de régimes *exportables* est plus important dans les bananeraies traitées.

— Les parcelles témoins sont nettement moins productives (retard de la végétation) que les bananeraies traitées.

— Lorsque les régimes déclarés exportables à la plantation sont transportés au hangar d'emballage, le pourcentage de rebut au deuxième tri accentue encore plus les résultats favorables du traitement.

— Le gain en régimes exportables est donc considérable.

Pour faire un bilan économique complet des traitements, il nous faudrait définir :

— Le gain en tonnage exporté. (Nombre de régimes × poids.)

— Amortissement des frais d'entretien, de plantation

FIG. 4. — Bananier de la bananeraie « D. C. 2 » traitée par pulvérisation classique (2 feuilles saines).

et de fumure, en rapport avec les différences de tonnage exportable.

— Le *γ* *ds* moyen du régime exportable.

— En dernier lieu, le comportement du régime pendant le transport et le mûrisage.

Ces éléments constituent le bénéfice dû aux traitements, ils sont donc à opposer aux prix de revient des applications de fongicides.

Le calcul du prix de revient doit être fait pour les différentes régions des Antilles, où, selon les microclimats, le nombre de traitements nécessaire varie dans de fortes proportions.

Essai Neufchâteau (Guadeloupe), octobre-février 1954.

La Station de Neufchâteau se trouve située dans les hauteurs de Capesterre à 247 mètres d'altitude, la pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 4,50 mètres, l'hygrométrie y est élevée, les conditions sont nettement favorables pour le développement de *Cercospora* pendant toute l'année, sauf pendant une période de 30 jours environ (23 jours de moyenne) se situant dans la période de février à mars.

Les bananeraies sur lesquelles les essais ont été effec-



FIG. 6. — Autres bananiers de D. C. 2 montrant la gravité de l'attaque sur les bananiers porteurs de régimes.



FIG. 5. — Quelques bananiers de la bananeraie « Essai d'amendement ».

tués ont été toutes plantées au courant du mois d'août. Pendant la première partie de l'attaque d'automne de *Cercospora*, les bananeraies étaient trop jeunes pour subir les dommages du champignon.

Par contre, dès le mois de novembre, on pouvait remarquer une importante éclosion de spores (ascospores) dans toutes les parcelles de la station.

Les bananeraies étudiées étaient les suivantes
Bananeraies Poyo :

I. — Plantation pilote et essai d'amendement.

II. — Essai densité œilletonnage.

III. — (DC II) plantation pilote et essai de comportement du régime en chambre froide.

La bananeraie I a été traitée au thermoaérosol les 19 novembre et 29 décembre avec une bouillie de composition semblable à celle de l'essai « Convenance » (Fig. 3 et 5).

II n'a pu être traitée par aucun moyen par suite de l'impossibilité d'accéder à ces pièces avec un véhicule à moteur.

Tableau I.

Indications sur les régimes déclarés exportables.

	Nombre de régimes	Poids total	Moyenne régime	Rebut hangar nombre	poids	% rebut	Rendement par ha
Convenance Parcelles récoltés sur 1 ha 40	457	6.548	14,3	109	9	1,9	4 t 677
Témoins récolte. sur 1 ha 40	104	1.417	13,9	198	14	11,5	1 t 190

N. B. Remarquons que les bananeraies dont nous avons comparé les productions ont été plantées à la même date et que leur état végétatif était identique au début de l'essai. En l'absence de traitements, leurs rendements auraient dû être équivalents.

Tableau II.

	Novembre		Décembre		Janvier		Février	
	Nombre feuilles saines	stade						
I. Amendement	5	0,70	5	0,92	4	1,11	5	0,65
II. Densité	5	1,10	3	1,70	3	2,53	3	2,89
III. DC 2	5	0,74	3	1,25	2	1,75	2	1,95

III (DC II) a été traitée dès son plus jeune âge tous les 15 jours avec des appareils à dos, contenant une solution aqueuse de mélange Zineb + Oxylchlorure (Fig. 4 et 6).

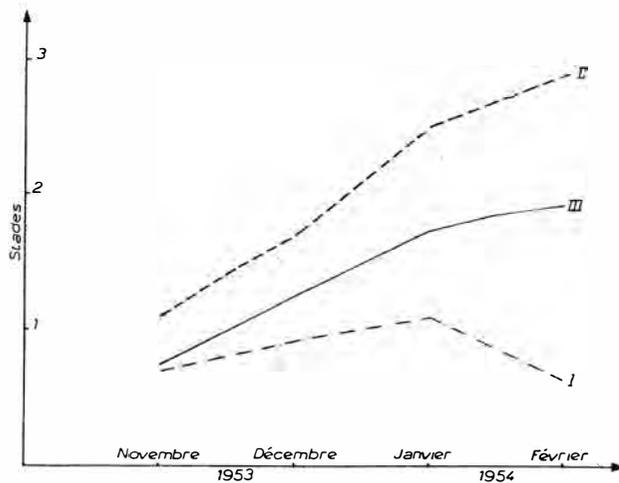


FIG. 7. — Graphique montrant l'évolution de l'attaque dans les trois catégories de parcelles : Fogging, traitement classique et témoin

Les résultats donnés dans le tableau II donnent une idée du développement de la maladie (*Cercospora musae*) dans les différentes parcelles (Fig. 7).

Ces chiffres se passent de commentaire : nous ne pouvons pas évidemment donner à ce sujet de renseignements sur les rendements des parcelles, mais, dès maintenant,

on peut dire que les efforts coûteux faits pour la préparation des terres, le chaulage et la fumure des bananeraies II et III sont presque réduits à néant par les attaques du champignon.

Il est bien certain que deux traitements par nébulisation ne suffisent pas à cette époque de l'année pour enrayer, dans les conditions de Neufchâteau, le développement de *Cercospora*. Mais, dans le cas présent, les traitements ont été effectués exactement au bon moment grâce à un heureux concours de circonstances.

C'est ce qui a fait, qu'en si peu d'applications, nous puissions obtenir des résultats aussi nets. Cela prouve aussi la nécessité des études écologiques dans le but de créer des stations d'avertissement pour chaque zone bananière de l'île que nous définissons comme suit :

- Zone I. Hauteur de Trois-Rivières, Capesterre, Goyave.
 II. Petit-Bourg, Lamantin.
 III. Courbeyre, Dolé, Palmiste.
 IV. Zone côtière de Capesterre, Trois-Rivières, Basse-Terre, Baillif.

L'importance des études n'échappera pas aux planteurs avisés qui pourront, dans un délai plus ou moins bref, se contenter de ne traiter leurs plantations qu'à des époques bien définies, ce qui limitera considérablement le nombre de traitements et les rendra ainsi plus rentables parce que moins onéreux et aussi efficaces.

H. GUYOT.

Institut des Fruits et Agrumes Coloniaux.

LES TRAITEMENTS FONGICIDES DES BANANERAIES

II. Efficacités des différents modes de traitements Rôle de l'huile ⁽¹⁾

par **H. GUYOT**

INGÉNIEUR I. A. N.
DIRECTEUR DE LA STATION DES ANTILLES
DE L'I. F. A. C.

et **J. CUILLÉ**

INGÉNIEUR I. A. N. DOCTEUR ÈS SCIENCES
CHEF DU SERVICE
DE DÉFENSE DES CULTURES DE L'I. F. A. C.

Les résultats obtenus précédemment dans la lutte contre Cercospora musae, aux Antilles, ont été déjà publiés dans « Fruits » ⁽¹⁾. Les traitements par atomisation ou nébulisation de fongicides en suspensions huileuses, ont donné lieu à de nombreuses applications sur de vastes surfaces au cours de l'année 1954.

Il nous est possible de donner ci-dessous le compte rendu définitif d'une partie de nos essais. S'il existe encore quelques inconnues quant au mode d'action fongicide de l'huile, il est cependant certain que cette nouvelle méthode de lutte contre Cercospora musae s'est révélée particulièrement efficace.

I. DIFFÉRENTS MODES DE TRAITEMENT

Nous avons montré (1) que les traitements par atomisation ou nébulisation des bananeraies, au moyen de préparations huileuses d'oxychlorure de cuivre ou d'éthylène bis-dithiocarbamate de zinc (Zinèbe), pouvaient être réalisés de différentes manières. Selon les appareils de traitements et le mode opératoire, nous avons distingué le *brouillard léger* de la *nébulisation* ou *fogging*.

Le brouillard léger, obtenu avec des appareils dits atomiseurs, matériel lourd ou appareils portables, est caractérisé par la dimension de ses particules. Le diamètre des gouttes produites est, en effet, en moyenne

de 65 à 70 microns. Il s'agit de traitements avec de faibles quantités de bouillies, de l'ordre de 25 à 40 litres par hectare.

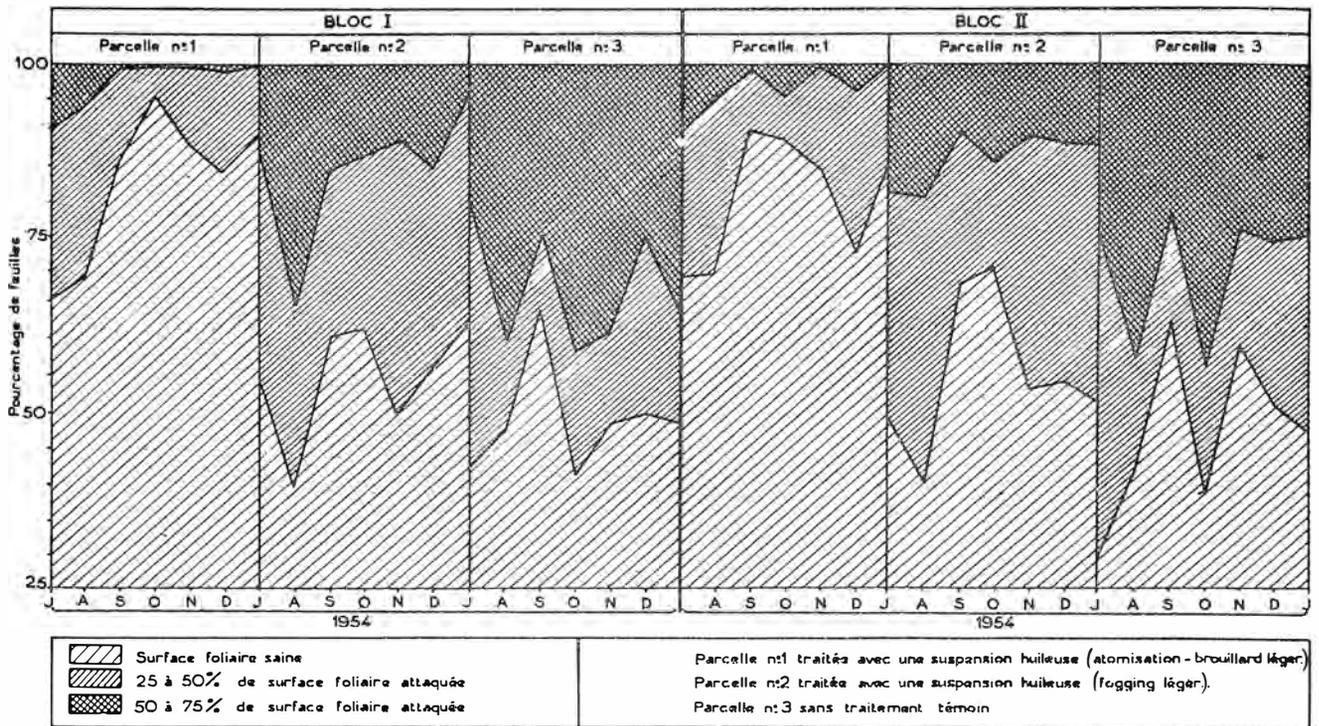
Pour la nébulisation ou fogging, nous avons distingué le *fogging lourd* et le *fogging léger*.

Le premier est celui qui avait été réalisé avec l'appareil Tifa lors des essais rapportés par l'un de nous (2); le nuage est composé de gouttes de 5 à 6 microns, le débit de liquide est de 25 à 40 litres par hectare.

Le fogging léger est aussi caractérisé par la taille de ses particules et son débit. Avec l'appareil Swingfog, à son maximum de débit, 23,4 litres/heure avec du gas oil, la taille moyenne des particules est de 35 microns. Dès que le débit est réduit, soit par la viscosité de la bouillie, soit par l'utilisation d'un gicleur de plus faible ouverture, la taille des particules passe de 35 microns pour 23,4 litres/heure à 22 microns pour 9,2 litres/heure (documents A. M. A. C.).

(1) J. CUILLÉ et H. GUYOT. Les traitements fongicides des bananeraies. « Fruits » vol. 9, n° 7, 1954, p. 269.

(2) H. GUYOT. Essai de Nébulisation. « Fruits », vol. 8, n° 11, 1953, p. 525-532.



GRAPHIQUE I. — Essai comparatif. Atomisation. Fogging.

Dans l'essai que nous rapportons en premier, l'efficacité du traitement, en brouillard léger, est comparée à celle d'un traitement par fogging léger. Les appareils employés étaient : le Minimicron dans le premier cas et le Swingfog dans le second. Les traitements ont commencé en avril 1954, les deux appareils utilisaient la même formule, dont voici la composition :

- Huile fluide 9 litres
- Gas oil 3 litres
- Zinèbe 1 kg

Après de nombreux tâtonnements lors des premières applications, il fut possible d'épandre la même quantité de bouillie avec chaque appareil soit 25 litres par hectare. Le débit du Swingfog étant nettement plus faible que celui du Minimicron, l'opérateur devait séjourner plus longtemps à chaque point fixe. La dose de 25 litres de bouillie par hectare est un minimum au-dessous duquel il nous semble impossible de descendre pour le traitement des bananeraies.

L'essai avait été installé en avril 1954, sur une bananeraie de six mois, non traitée jusqu'à ce moment et fortement atteinte par une attaque de *Cercospora*. La bananeraie avait été traitée au 109 contre *Cosmopolites sordidus* et recevait une fumure de 50 grammes

de 5-8-30 par bananier, chaque trimestre. Un chaulage général de la bananeraie avait été fait au moment de la plantation.

Des observations périodiques étaient faites, et chaque fois la surface foliaire détruite par *Cercospora* était notée pour chaque bananier significatif. Chaque régime récolté était pesé.

Les résultats évalués, par les surfaces foliaires détruites, sont résumés par le graphique n° 1. L'examen de ce résultat montre l'efficacité des traitements, beaucoup plus nette cependant pour les applications par brouillard léger.

A l'origine de la courbe, dès le mois de juin, l'influence du traitement se fait sentir ; par la suite, l'infection ayant diminué, une amélioration de l'état sanitaire se remarque dans toutes les parcelles, mais en octobre de graves symptômes apparaissent sur les témoins ; la même aggravation, retardée par les traitements, est remarquée dans les parcelles traitées par fogging léger. Les parcelles traitées par atomisation (brouillard léger) ont encore en janvier 85 % de leurs feuilles entièrement saines et pour les autres feuilles, la gravité de l'attaque ne dépasse pratiquement pas 50 % de surface foliaire détruite.

L'état sanitaire des feuilles trouve sa confirmation dans la production des diverses parcelles, comme le montre le tableau ci-dessous :

	Témoin	Brouillard	Fogging
Nombre de régimes.	32	35	34
Poids récolté.	338 kg	551	469
Moyenne par régime	10,5 kg	15,7 kg	14,6 kg
Rebut	7	0	1

Les conclusions qu'il est possible de tirer de ces résultats sont les suivantes :

L'activité fongicide du brouillard léger, réalisé avec le Minimicron, s'est montrée nettement supérieure à celle du fogging obtenue avec le Swingfog.

Le fogging léger a une action plus lente ; et en cas de forte infection, son action retardatrice sur le développement des taches est très inférieure à celle du brouillard d'atomisation. Ceci est dû aux différences d'importance des dépôts obtenus par les deux procédés.

Signalons enfin que le fogging léger est beaucoup moins facile à réaliser que l'atomisation. Les vents même faibles, et les courants de convection entraînent facilement le nuage produit par le nébulisateur.

Il est donc nécessaire de choisir des périodes de calme total pour profiter au maximum des possibilités de l'appareil. Pour l'atomisation, au contraire, le brouillard léger a son maximum de portée et d'efficacité lorsqu'on traite par un vent faible.

Quel que soit le mode de traitement, l'amélioration, considérable du rendement de la bananeraie, montre le bénéfice de l'opération. On peut considérer qu'une attaque de moyenne importance de *Cercospora* diminue la production d'un tiers. La perte est plus grande encore si l'on tient compte de la moins bonne qualité des fruits, de leur taille, de leur moins bonne conservation et des accidents en cours de transport. La rentabilité des traitements est assurée.

II. ROLE DE L'HUILE

La différence d'efficacité, considérable entre les formules utilisant l'eau comme support et celles qui sont à base d'huile, était difficilement explicable en considérant uniquement la meilleure répartition des dépôts due au mode de traitement lui-même. Nous avons indiqué (3) que la meilleure tenue du fongicide sur la feuille, surtout en période pluvieuse, constituait une autre explication, il se peut également que l'huile seule ait une action propre.

Pour vérifier cette dernière hypothèse, nous avons réalisé deux séries d'essais.

Dans une première série, nous avons fait une étude préliminaire de l'activité comparée de l'huile minérale, atomisée en brouillard léger, et de poudrages avec une poudre hydrophobe à base de zinèbe.

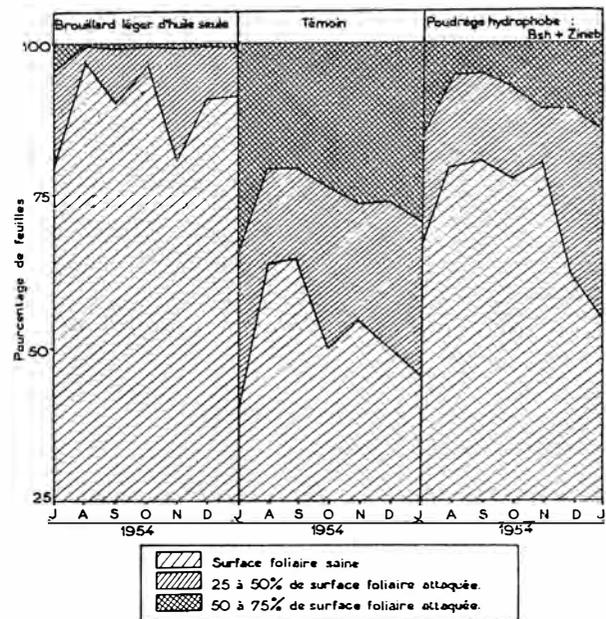
Cet essai a été commencé en mai 1954, les résultats en sont résumés, sous la même forme que les essais précédents, par le graphique 2.

Les estimations de surfaces foliaires détruites par *Cercospora*, rapportées dans ce graphique, mettent en évidence, en premier lieu, l'efficacité des poudrages. Il s'agit là d'un fait nouveau, car jusqu'alors aucun résultat positif n'avait été obtenu avec ce mode de traitement. Ce fait est dû à la qualité de la poudre hydrophobe spéciale que nous avons utilisée et bien entendu à l'activité fongicide du zinèbe lui-même. Remarquons cependant qu'à la période des fortes précipitations l'activité du traitement diminue considérablement (2.820 mm de pluie ont été enregistrés en octobre à la Station de Neufchâteau).

Les poudrages avaient été faits avec une poudre contenant 10 % de zinèbe à raison de 40 kg de poudre par hectare.

Alors que les parcelles traitées par poudrage nous

GRAPHIQUE 2. — Activité comparée de l'Huile avec du Zinèbe.



permettent d'évaluer l'activité du zinèbe lui-même, celles qui ont été traitées par un brouillard léger d'huile minérale seule, montrent l'efficacité de ce traitement.

Ces résultats sont très nets puisqu'environ 85 % des feuilles sont demeurées indemnes à la fin de la saison. Mais partant de ce fait peut-on affirmer que les traitements, par brouillards légers avec de l'huile seule, seront suffisants dans tous les cas pour protéger la bananeraie. En d'autres termes doit-on supprimer

complètement le fongicide ou même réduire considérablement la teneur des bouillies en fongicides ?

Un deuxième essai permet de répondre à cette question. Cette expérimentation avait pour objet de comparer l'efficacité de l'atomisation et de la nébulisation légère d'huile seule à celle des mêmes applications de bouillie huileuse au zinèbe. Une bananeraie fut donc divisée en quatre catégories de parcelles recevant chacune :

1° Brouillard léger à l'huile + zinèbe.

2° — — à l'huile seule.

3° Fogging léger à l'huile + zinèbe.

4° — — à l'huile seule.

Une parcelle témoin était réservée. Dans ce témoin, outre une importante infection, on remarquait déjà au 15 janvier une très nette diminution de la vigueur des bananiers se traduisant par une réduction de leur taille et de la circonférence des pseudo-troncs.

Cet essai, mis en place en octobre 1954, est encore trop récent pour permettre des conclusions définitives, les résultats déjà obtenus sont cependant très nets, comme le montre le tableau ci-dessous.

	Feuilles saines		SURFACE FOLIAIRE DÉTRUITE				Date d'observation
			25 à 50 %		50 à 75 %		
Brouillard d'huile + zinèbe 1	59,3	70,7	25,5	25,5	15,2	3,6	22-XI-54
	58	90,5	25,4	8,0	16,4	1,5	17-XII-54
	74,3	83,9	15,3	12,8	10,4	3,3	27-I-55
Brouillard d'huile 2	51,4	66,1	31,2	29,2	17,4	4,7	22-XI-54
	53,5	84,0	33,5	12,8	13,0	3,2	17-XII-54
	62,0	72,5	18,3	21,6	18,7	5,9	27-I-55
Fogging d'huile + zinèbe 3	51,7	61,5	32,2	26,8	16,2	11,7	22-XI-54
	48,5	54,7	34,1	31,4	19,4	13,9	17-XII-54
	55,8	55,7	13,2	20,9	31,0	23,4	27-I-55
Fogging d'huile 4	49	55,3	31,7	25,3	19,3	18,4	22-XI-54
	44,2	45	41,4	33,6	14,4	20,7	17-XII-54
	49,9	48,6	18,2	23,5	31,9	27,9	27-I-54

Dans ce tableau, si l'on ne retient que les chiffres concernant les feuilles saines et si l'on calcule les différences des pourcentages entre le 22-XI-54 et le 27-I-55 on obtient :

Brouillard d'huile + zinèbe	+ 19 %
Brouillard d'huile seule	+ 8,5 %
Fogging huile + zinèbe	— 0,8 %
Fogging huile seule	— 3,8 %

Le 27 janvier les pourcentages moyens de feuilles atteintes gravement (50 à 75 % de surface foliaire détruite) sont respectivement de 6,8 ; 12,3 ; 27,2 et

28,9 % pour les différents traitements, dans l'ordre adopté ci-dessus.

L'action de l'huile sur le développement de Cercospora est indéniable. Selon quel processus se manifeste cette action, c'est ce que des recherches précises pourront montrer. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées, il se peut d'ailleurs qu'il ne s'agisse pas d'une action fongicide ou fongistatique vraie, mais simplement d'une inhibition du développement due aux modifications physiques que l'on apporte à la surface de la feuille.

Malgré cette action, il serait dangereux de diminuer prématurément la teneur des formules en fongicides.

Cette diminution risquerait d'être préjudiciable aux applications par brouillards légers ; elle serait suffisante, en période de forte infection, pour réduire à néant les résultats du fogging léger.

Il nous faut insister particulièrement sur le fait que le fogging léger est à la limite de l'efficacité nécessaire pour combattre l'attaque de *Cercospora*. En période de forte infection, nous avons vu que l'activité du traitement était nettement insuffisante. Il faut donc éviter toute mesure susceptible de réduire encore cette action.

Au contraire, on renforcera au maximum l'efficacité de l'huile par l'utilisation de formules riches en oxychlorure de cuivre en zinèbe et en n'épandant jamais moins de 25 litres de bouillie à l'hectare.

Avec des doses de 10 litres à l'hectare et des bouillies très pauvres en fongicides l'échec est certain.

Les atomisations, en brouillard léger, inhibent nettement le développement du champignon. Dès la troisième application faite en pleine attaque, les résultats sont déjà visibles.

III. ACTION DES HUILES SUR LE BANANIER ET SUR LES BANANES

Il a été dit aux Antilles que les traitements fongicides huileux avaient une action néfaste sur la croissance du fruit. Nous n'avions jamais remarqué de semblables inconvénients lors de nos précédents essais, mais comme certains planteurs propageaient cette information avec persévérance, nous avons voulu vérifier son bien-fondé.

Signalons tout d'abord les résultats obtenus dans une bananeraie qui, la première année suivant sa plantation, avait été traitée au moyen d'un pulvérisateur classique avec une suspension de zinèbe dans de l'eau et qui fut traitée, l'année suivante, par atomisation avec une bouillie à l'huile.

Pendant les deux ans, la même fumure de base fut appliquée sous forme d'engrais type 5-8-30, le traitement contre *C. sordidus* fait régulièrement avec le produit 109.

Après le traitement aqueux, il y eut une première récolte, la seconde production est en cours, voici les tonnages récoltés à ce jour et les résultats des traitements évalués par les surfaces foliaires détruites.

	1 ^{re} récolte	2 ^e récolte (1)
% feuilles : saines	12 %	63 %
Légerement tachées	8	12
25 à 50 % détruites	49	7

PHOTO 1. — Traitement de la bananeraie par « Fogging léger » (Photo I. F. A. C.)



	1 ^{re} récolte	2 ^e récolte (1)
59 à 75	21	11
75 à 100 %	10	7
Tonnage récolté	4.974 kg	3.845 kg (1)
Nombre de régimes	451	238
Poids moyen	<u>11 kg</u>	<u>16,1 kg</u>
Rebut	132	7

Un certain nombre de réserves peuvent être faites : les conditions climatiques ont pu varier d'une année à l'autre, il est normal également à la deuxième récolte d'avoir une production supérieure à la première. Entre 1953 et 1955 l'état sanitaire s'est amélioré de façon considérable puisque fin 1953 cette bananeraie était complètement « brûlée » par l'attaque de *Cercospora*, mais nous pouvons affirmer également que l'influence hypothétique des traitements huileux sur le développement des fruits n'a pas empêché le poids moyen des régimes de passer de 11 à 16 kg.

Afin de déceler l'action éventuelle des huiles sur la taille des bananes récoltées, nous avons choisi une bananeraie située dans une zone indemne de *Cercospora* pour faire notre expérimentation. Une partie était traitée par brouillards huileux, l'autre non. La croissance des fruits devait être la même dans les deux

(1) Récolte non terminée lors du relevé fait le 15 janvier 1955.

parcelles puisque la maladie ne devait pas intervenir comme dans l'exemple précédent.

A chaque coupe, convoqué par le propriétaire de la plantation, l'un de nous procédait à des prises d'échantillons. Les fruits prélevés à chaque régime étaient les bananes intérieures centrales de la deuxième main (côté gros bout). Une coupe du fruit était faite afin de déterminer son diamètre. Il ne nous est pas possible



PHOTO 2. — Atomiseur portable pour les applications par « brouillard léger ». (Photo I.F.A.C.)

de publier ici les empreintes laissées sur le papier blanc par les surfaces de section. Nous pouvons affirmer cependant, qu'à la date du 15 janvier aucune différence n'avait pu être décelée entre les fruits provenant des parcelles traitées et non traitées.

Si l'influence néfaste des traitements n'est pas à craindre sur les fruits eux-mêmes, il n'en est pas moins vrai que la végétation peut être endommagée. Il s'agit là d'accidents, généralement peu graves, dus à une mauvaise réalisation des traitements.

Nous avons déjà indiqué (3) les principaux facteurs responsables de la toxicité des huiles pour les plantes. Nous croyons utile de rappeler que les deux principaux sont d'une part l'excès d'huile sur les feuilles et d'autre part la qualité de l'huile elle-même.

L'excès d'huile peut être facilement évité en observant les précautions suivantes :

- ne pas atteindre le bananier de plein fouet avec le jet, l'appareil étant à faible distance de la plante. L'opérateur doit donc diriger toujours l'atomiseur verticalement et utiliser le vent pour atteindre les bananiers à traiter ;

- veiller à la régularité du fonctionnement de l'appareil et particulièrement au réglage du débit de liquide ;

- le traitement ne doit pas être trop lent. Pour les applications de brouillards légers l'opérateur doit même se déplacer rapidement dans la bananeraie ;

- la qualité de l'huile a également une grande importance, outre les impuretés, la teneur en composés sulfonables doit correspondre aux normes exigées pour les huiles agricoles.

Ces conditions étant observées les dommages doivent être évités. Les faibles brûlures observées, dans certains cas, n'ont aucune influence sur la végétation du bananier, mais des brûlures plus graves pourraient être provoquées par des huiles phytotoxiques.

Les quelques taches d'huile faites sur les fruits semblent être sans conséquences. Il ne nous a jamais été signalé qu'à l'arrivée en France les bananes provenant des plantations traitées présentaient des brûlures dépréciant le régime.

Discussion.

Il est indiscutable que la lutte contre *Cercospora musae* est devenue possible, aux Antilles, depuis l'utilisation des appareils atomiseurs et nébulisateurs avec des fongicides en suspension huileuse. Les traitements, rapides et économiques, permettent d'obtenir une efficacité encore jamais observée dans ce domaine. Les améliorations du rendement des bananeraies, alliées à la meilleure qualité des fruits produits, assurent largement la rentabilité des traitements. Ceux-ci sont d'ailleurs souvent obligatoires si l'on veut maintenir la production à des taux économiquement possibles.

Nous avons vu également que le poudrage avec des poudres hydrophobes réalisé pendant les mois de faible pluviosité pouvait avoir une action importante.

Dans tous nos essais, l'atomisation des formules huileuses en brouillards légers, s'est révélée plus efficace que la nébulisation ou fogging léger. Ce dernier mode de traitement se trouve à la limite admissible de l'efficacité ; il faut donc tenter d'améliorer son action et non pas de la réduire en voulant réaliser un traitement plus économique.

PHOTO 3. — Atomiseur à dos produisant un brouillard léger.
(Photo I. F. A. C.)



Des économies sont bien à rechercher et doivent être possibles à réaliser. Elles seront obtenues grâce à une meilleure connaissance de l'écologie du parasite qui permettra peut-être de n'effectuer des traitements qu'aux moments critiques. Mais de nombreux éléments sont encore à déterminer avant que ce résultat soit obtenu.

L'activité fongicide des huiles doit donc toujours être complétée par celle des fongicides classiques : sels de cuivre et zinèbe. Loin d'être réduites, les quantités de fongicides doivent être augmentées, dans toute la mesure du possible, chaque fois que l'on devra traiter en fogging léger pendant les périodes de forte infection. Les quantités de bouillies à épandre ne peuvent, en aucun cas, être réduites à moins de 25 litres par hectare, le maximum ne devant pas excéder 40 litres.

Une expérience de plus de deux ans nous permet d'affirmer que les applications de bouillies huileuses bien faites ne risquent pas d'endommager les bananeraies, ni de réduire la vitesse de croissance des fruits.

Conclusion.

Aussi bien nos essais que les applications réalisées déjà en grand ont montré tout l'intérêt de la lutte contre *Cercospora musae* avec les formules fongicides huileuses. Sous réserve d'appliquer fidèlement cette méthode, sans vouloir diminuer ni le nombre des

traitements ni les quantités de bouillies ou de fongicides, il est maintenant possible économiquement et techniquement d'étendre ce traitement à toutes les plantations souffrant de l'attaque du parasite.

Pour s'effectuer dans de bonnes conditions, ce développement des traitements doit être le fruit d'une collaboration étroite entre les planteurs, les techniciens, les industriels et les constructeurs d'appareils.

RÉFÉRENCES CITÉES

- (1) CUILLE (J.) et GUYOT (H.). Les traitements fongicides des bananeraies. Utilisation des appareils de traitements en bananeraie « Fruits », vol. 9, n° 7, 1954, p. 269-288.
- (2) GUYOT (H.). Essais de Nébulisation. « Fruits », vol. 8, n° 11, 1953, p. 525-532.
- (3) GUYOT (H.) et CUILLE (J.) Les formules fongicides huileuses pour le traitement des bananeraies. « Fruits », vol. 9, n° 7, 1954, p. 289-292.

La Commission Caraïbe en Guadeloupe

(Tournée pour l'étude des traitements antiparasitaires du Bananier)

Depuis 1951, les recherches sur le *Cercospora* du bananier entreprises par la station de Guadeloupe de l'I. F. A. C. avaient été orientées vers les nouvelles techniques de traitements : la nébulisation et l'atomisation.

De ces travaux est résultée une méthode de traitements, nouvelle pour les applications fongicides (« Fruits », vol. 9 n° 7 et vol. 10 n° 3).

Le fongicide mis en suspension dans une huile minérale est épanché sous la forme d'un brouillard léger, permettant de couvrir rapidement la bananeraie. L'efficacité fongicide de ce mode de traitement s'est révélée très supérieure à celle des traitements par pulvérisation classique de fongicides sous forme de bouillies aqueuses.

Dès l'an dernier les premiers planteurs antillais adoptaient cette méthode de traitements ; elle s'est maintenant généralisée tant aux Antilles qu'en Guinée. Lors d'un voyage en Guadeloupe à la fin de l'année dernière le Dr C. Y. Shepherd, Secrétaire Exécutif de la Commission Caraïbe, avait eu l'attention attirée par les résultats obtenus. C'est à sa proposition lors de la session des Indes occidentales et à l'accueil favorable qui lui fut réservé par le Préfet de la Guadeloupe M. J. Ravail que nous devons l'honneur d'avoir pu accueillir en Guadeloupe les personnalités prenant part à cette tournée.

Mieux que la description que nous pourrions en faire, quelques citations permettront aux lecteurs de « Fruits » de se faire une idée de ce que fut à la Guadeloupe la tournée caraïbe.



De gauche à droite : Dr R. Leach, Dr C. Y. Shepherd, H. Guyot, Dr J. C. Dunnegan, à la station de Neufchâteau (I. F. A. C.).



De haut en bas.
Micron Sprayer Popular
Swingfog SN 6
Supermoléculeur Platz
Appareil à dos Kiekens-
Whirlwind

Démonstration d'appareils
de traitements en bananeraie.

« Vingt-six délégués de sept pays de la Caraïbe servis par la Commission Caraïbe se sont rassemblés dans le département français de la Guadeloupe, dans le but de participer à une tournée d'étude des traitements anti-parasitaires de la Banane. Cette tournée fut organisée par le Secrétariat Général de la Commission Caraïbe en étroite collaboration avec le Préfet de la Guadeloupe et l'Institut des Fruits et Agrumes Coloniaux...

Lors de sa réunion à Porto-Rico, en mai cette année, la Commission Caraïbe décida, sur proposition de son Secrétariat Général, d'organiser à la Guadeloupe, cette tournée qui permettrait aux Agriculteurs des autres pays de la Caraïbe d'être mis au courant des expériences effectuées à la Station I. F. A. C. Ces expériences ont suscité un intérêt considérable chez les producteurs de bananes de la Caraïbe : elles ont trait à la lutte contre *Cercospora musae* agent de la maladie de Sigatoka ou maladie de la feuille du bananier...

(Revue Caraïbe
retransmis
par Radio-Guadeloupe.)

« Le Préfet de la Guadeloupe et l'I. F. A. C. ont reçu les Délégués et organisé le programme suivant : (10 au 14 octobre).

Séances de travail : Station I. F. A. C. de Neufchâteau.

Visites et démonstrations : Plantation PETRELUZZI ; Rivière Sens ; Propriété PRAVAS (DUGOMMIER) ; Sucreries Coloniales à Capesterre ; S. I. A. P. A. P. à Versailles ; Chambre de Commerce de Pointe-à-Pitre.

Réception : Lunch offert par l'I. F. A. C. sous la présidence du Préfet de la Guadeloupe ; Lunch offert à la Préfecture par M. et Mme RAVAIL ; Vin d'honneur offert par le Conseil Général ; Cocktail de la Chambre de Commerce de Basse-Terre ; Vin d'honneur offert par M. et Mme PRAVAZ. Lunch offert par M. SAISEAU Président-Directeur Général des Établissements Borel et Gérard ; Vin d'honneur offert par la S. I. A. P. A. P. ; Cocktail offert par la Société J. de VERTEUIL et BOYD ; Cocktail offert par le Secrétaire Général de la Commission Caraïbe ».

Les réponses aux invitations lancées par la Commission ont été exceptionnellement nombreuses. Au lieu de dix ou douze délégués, nous en avons eu 27 se répartissant entre les États-Unis, la Jamaïque, la Dominique, Sainte-Lucie, Saint-Vincent, Grenade, la Trinidad et la Guyane Britannique, sans compter un délégué-hôte venant du Venezuela.

Cette délégation s'est caractérisée moins par le nombre de ses membres que par la haute expérience professionnelle de ceux-ci. Nous avons eu parmi nous quelques-uns des savants, experts et planteurs les plus distingués et spécialistes de l'industrie bananière, et je suis sûr que la Guadeloupe considérera un concours aussi représentatif de délégués comme un hommage bien mérité aux réalisations remarquables de M. GUYOT et de ses collègues de l'I. F. A. C. (D^r C. Y. SHEPHARD. *Fruits Guadeloupéens*, n° 4).

Participants étrangers :

Commission Caraïbe : Mr. C. F. BEAUREGARD, Vice-secrétaire général, D^r C. Y. SHEPHARD, Secrétaire exécutif, E. P. HUMPREY, Chef du Service de l'information.

Parmi les délégués des différents pays nous notons les personnalités suivantes en nous excusant de ne pouvoir citer tous les participants :

Trinidad : D^r G. B. MONTSERRIN.
Guyanne Britannique : M. G. HAYES.
Saint-Vincent : M. Brasil DASENT.
Sainte-Lucie : Mr. V. H. STEWART.

Grenade : Mr. G. SOUTHELL.
Dominique : M. G. STEDHAM.
Jamaïque : D^r R. LEACH.
U. S. A. : D^r J. C. DUNNEGAN.
Venezuela : M. M. MONFILS.

Parmi les personnalités françaises participant à la tournée d'étude nous pouvons citer :

M. M. J. RAVAIL : Préfet de la Guadeloupe.

SERVAIS : Secrétaire Général de la Préfecture.

J. P. FOULQUIE : Sous-Préfet, Directeur du Cabinet du Préfet.

MARCHAND : Sous-Préfet de Pointe-à-Pitre.

M. R. P. JOLAN : Vice-Président du Conseil Général de la Guadeloupe.

M. M. GUYOT, SUBRA, ALEX-ANDROWICZ de l'I. F. A. C.

M. M. RENOULT et AZAEL-MAS-SIEUX des Services Agricoles de la Guadeloupe.

M. BERNIER : Conseiller de l'Union Française.

Le Directeur de la Catag : M. CRESP.

Les Présidents des Chambres de Commerce : M. PETRELUZZI et BELMONT, des représentants des principales sociétés du commerce des Pesticides Mme SAUTEREAU, M. BOYD, M. CUTHBERTH (Esso), M. SAISEAU (Borel et Gérard), BRAULT (Souquet-Basiege), M. BARBOTTEAU (Shell)...

(*Fruits Guadeloupéens*, numéro spécial novembre 1955.)

Le but de ce symposium étant de montrer les progrès réalisés dans la lutte contre la Cercosporiose du bananier grâce aux traitements « par brouillards légers huileux », M. GUYOT, directeur de l'I. F. A. C. pour les Antilles, présente aux Délégués les essais réalisés à la Station de Neufchâteau ; les appareils de traitements sont mis en marche et toutes les explications sont fournies, tant sur leur fonctionnement que sur les résultats en cours d'obtention sur les parcelles expérimentales. Les Stations d'études écologiques et les essais de fumure minérale font également partie du programme de la visite.

Dans les différentes plantations visi-



Un participant de la tournée expérimentant un atomiseur K. W. H.

tées, les Délégués peuvent apprécier eux-mêmes les résultats spectaculaires obtenus en grande culture. La Coopérative de traitement CATAG, les Ingénieurs des Grandes Sociétés Sucrières ont pu montrer comment se réalisaient les traitements et quels en étaient les effets.

Voici par quelques citations puisées dans les différentes allocutions prononcées, quelle a été l'impression ressentie par différentes personnalités.

« Les délégués ont été pleinement convaincus de l'efficacité du traitement à base d'huile et ont exprimé leur détermination d'introduire cette méthode dans leur pays ... » (D^r C. Y. SHEPHARD, ref. cit.)

« Cette tournée s'est déroulée sous le triple signe de la cordialité, de la coopération et de l'amitié internationale, qui se sont épanouies dans l'atmosphère propice de la chaude hospitalité guadeloupéenne.

« Rappelant la découverte de la

Bouillie bordelaise, un éminent spécialiste de l'étude du Cercospora, participant à cette tournée, nous a déclaré que les travaux remarquables de l'I. F. A. C. dans la lutte contre les parasites du Bananier, placent, une fois de plus la France à l'avant-garde dans une matière qui intéresse l'humanité toute entière. » (M. C. F. BEAUREGARD.)

« Les démonstrations étaient très instructives et persuasives. Je suis en plein accord avec l'exposé qu'a fait M. LEACH à Neufchâteau. »

« Nous avons vu les différentes parcelles expérimentales établies par M. GUYOT et son équipe, nous avons vu l'application réelle de la nouvelle méthode de pulvérisation à l'huile dans des plantations commerciales de Guadeloupe et l'accroissement des rendements qui provient de la disparition du Cercospora par la méthode mise au point en Guadeloupe par l'I. F. A. C.

« Si ceci était le but de la conférence, je suis sûr que nous voterions tous qu'elle a été un succès, mais il y a d'importants développements : les essais excellents de M. GUYOT ont excité nos réflexions. Les nombreuses questions posées montrent combien nous sommes impressionnés par ce travail en Guadeloupe et il est évident que nombreux d'entre nous essayeront ces nouveaux procédés.

« Je suis sûr que la Conférence a atteint ses buts, et même davantage. Il est évident que M. BEAUREGARD et le D^r SHEPHARD ont passé beaucoup de temps à préparer cette rencontre. Je leur adresse tous mes remerciements pour tous leurs magnifiques efforts, et de nouveaux à M. GUYOT et au personnel de l'I. F. A. C. pour leur si bonne démonstration d'un nouveau procédé de pulvérisation.

« Puissiez-vous tous continuer ce travail de coopération et l'avenir de l'agriculture de la zone caraïbe sera florissant. » (D^r J. C. DUNNEGAN U. S. Dept. Agric.).

Sur le souhait du Dr J. C. Dumégan qui constitue la meilleure conclusion que l'on puisse trouver nous arrêtons cette suite de citations. Si nous avons tenu à développer avec assez de détails ces manifestations guadeloupéennes de la Commission Caraïbe ce n'est pas pour convaincre les producteurs français de bananes de l'intérêt d'une méthode qu'ils ont été les premiers à appliquer à la suite de l'I. F. A. C., ni pour décerner immodestement un « satisfecit » à notre organisme.

Nos chercheurs savent que les contacts noués lors des réunions de Guadeloupe sont le gage d'une collaboration internationale durable garantie par l'action persévérante de la Commission Caraïbe.

Un véritable « pool » des chercheurs et techniciens de la zone caraïbe se réalise petit à petit et nous sommes heureux de voir les recherches sur la culture bananière contribuer à assurer ces liens. L'économie des Antilles Françaises et même de plusieurs autres territoires de l'Union Française a déjà souvent profité de l'aide technique des scientifiques étrangers et en bénéficiera de plus en plus à l'avenir. Que ce soit pour la culture de la canne à sucre, du cacaoyer ou du café, nos voisins Caraïbes sont en mesure de nous apporter beaucoup encore. Pour la banane et l'ananas la mise en commun rapide des résultats constituera pour tous un gain de temps important.

H. GUYOT et J. CUILLÉ,
I. F. A. C.



Explications aux participants de la tournée dans les essais de traitements
de la station de l'I.F.A.C.

LES TRAITEMENTS FONGICIDES DES BANANERAIES

III. Résultats pratiques obtenus en Guadeloupe lors des applications par brouillards légers huileux

par

H. GUYOT et J. CUILLÉ

*La méthode de traitement des bananeraies contre *Cercospora musae* a été définie précédemment (2) ; il s'agissait, rappelons-le, d'appliquer un fongicide cuprique ou organique en suspension dans une huile minérale sous forme de « brouillard léger ». Le nuage est produit au moyen d'un atomiseur, appareil porté par un homme ou appareil à grand travail tracté ou porté par un véhicule.*

Dans la présente note, nous allons nous efforcer de tirer les enseignements, tant des nombreux traitements réalisés selon notre méthode que des essais faits à la station de l'I. F. A. C. de Guadeloupe.

Traitements de la campagne 1955-56.

A la suite des essais réalisés par l'I. F. A. C. en 1953, c'est en 1954 que commencèrent les applications à l'échelle industrielle. La création d'une coopérative, opérant au début sur 50 ha, puis sur 100 ha, a permis de vérifier l'identité des résultats obtenus dans les parcelles expérimentales et dans la pratique.

Au début de la dernière campagne, la coopérative s'était agrandie et ses 80 adhérents mirent à sa disposition près de 500 ha à traiter. Cet organisme avait volontairement limité son activité aux bananeraies dans lesquelles l'emploi de matériel tracté s'avérait impossible, son équipement ne comprenait donc que des appareils atomiseurs à dos.

Les grandes exploitations dont les plantations sont situées en terrain peu accidenté, s'étaient équipées avec des appareils à grand travail. Outre la coopérative, plusieurs planteurs entreprirent eux-mêmes les traite-

ments avec les appareils à dos et l'on peut estimer à 1.500 ha environ les superficies traitées au cours de cette campagne.

En Martinique et en Guinée des surfaces importantes furent également traitées, des rapports sont en cours de rédaction par nos collègues, P. Subra et J. Brun. Des essais de traitements ont également été entrepris dans les Antilles anglaises.

Prix de revient des applications.

A la suite de cette campagne de lutte, la coopérative de la Guadeloupe a pu établir un bilan financier qui fait apparaître un prix de revient moyen de l'application par hectare de 3.540 fr.

Ce prix de revient est bas en comparaison de celui que l'on obtient avec d'autres méthodes de lutte contre le même parasite ; voici à titre d'exemple les prix de revient comparés des traitements par pulvérisation

classique, et des applications par brouillards légers huileux.*

<i>Pulvérisation classique.</i>		<i>Traitement à l'huile.</i>	
Oxycloreure de cuivre : ou sulfate basique.			
8 kg à 400 fr.	3.200	2 kg à 400 fr .	800
ou			
Dithiocarbamate de Zn (Zinèbe ou Ziram) :			
4 kg à 800 fr.	3.200	1 à 800 fr.	800
Eau :		Huile :	
500 à 1.000 l.		20 l. à 60 fr .	1.200
Adhésif-mouillant		Gas-oil :	
1 l. à 500 fr.	500	.	
Prix de la formule..	3.700		2.000
Main-d'œuvre :			
3 manœuvre/ha	2.400	1 manœuv./ha.	800
Total	6.100		2.800

Ce bilan est en réalité plus favorable qu'il ne le paraît en faveur du traitement « huileux » puisque nous n'avons pas chiffré le prix de revient de l'eau qui peut cependant atteindre 1 fr. par litre dans les plantations éloignées des points d'eau.

En examinant ces chiffres on se rend compte des



FIG. 1. — Bananeraie Pilote Poyo. Le développement considérable de la végétation rend difficile le passage des appareils à dos.

deux économies réalisées, l'une sur le produit fongicide et la seconde sur le mode de traitement lui-même.

Nous reviendrons ci-après sur l'économie de produit, due à la fois à la meilleure utilisation du fongicide,

* Pour cette comparaison ne chiffrant que le coût du produit et de la main d'œuvre, nous parvenons à un total inférieur à 3.540 fr. prix de revient réel de l'atomisation.

mieux réparti sur la feuille et surtout au rôle de l'huile, inhibant le développement du champignon. La réduction de la main-d'œuvre constitue la deuxième source d'économie, c'est la plus importante. Nous n'avons chiffré ni l'amortissement du matériel ni les frais généraux dans les deux cas, il sont donc supposés égaux, bien qu'en réalité ils puissent être nettement inférieurs avec les appareils atomiseurs.

Cet exemple de bilan ne tient pas compte de l'efficacité des deux procédés de lutte ni de la cadence des applications nécessaires, différentes dans les deux cas.

Quoi qu'il en soit le prix de revient des applications est devenu « possible » pour le budget de la plantation et c'est une des raisons de la généralisation des traitements contre *Cercospora*, presque totalement négligés les années précédentes aux Antilles françaises.

Résultats pratiques de la lutte contre *Cercospora*.

Sur le plan général, il est très difficile de chiffrer les progrès cependant frappants, apportés aux plantations par les traitements contre *Cercospora*. Le manque de comparaisons rigoureuses nous interdit d'avancer des chiffres ; remarquons cependant qu'entre 1954 et 1955 le poids moyen des régimes exportés par les plantations traitées est passé de 12 à 16 k minimum : les traitements ont une grande part dans cette amélioration. Non seulement il est possible de renoncer aux coupes de fruits « maigres » provenant des plants cercosporés et qui font perdre au moins 4 kg par régime, mais le nombre des régimes exportables est augmenté à la suite des traitements.

Un exemple de bilan d'exploitation obtenu sur une parcelle de la station de l'I. F. A. C., montrera de façon plus rigoureuse l'influence des traitements.

Sur une plantation, dite « Pilote Poyo », plantée en 1953 sur une surface d'environ 1/2 ha (4.100 m² réellement utilisés), les bananiers étaient à un écartement de 2,25 m x 2,25 m, soit une densité théorique de 2.000 pieds par hectare.

La préparation du sol, les amendements et la fumure ne seront pas détaillés ici : ils correspondent, comme les travaux d'entretien et la lutte contre le charançon du bananier *Cosmopolites sordidus*, aux mesures conseillées habituellement aux planteurs : le but d'une plantation pilote est en effet de vérifier les conditions de bonne culture en éliminant toute mesure inapplicable dans la pratique.

Les traitements ont été faits la première année par nébulisation avec l'appareil Tifa, l'un de nous a déjà rapporté les résultats obtenus au cours de cette première campagne de lutte (1). La seconde année les

applications furent faites avec les atomiseurs Micron Sprayer et Platz. Entre février et mai ils furent interrompus puis repris avec les atomiseurs à dos KWH et Minimicron.

A l'exception des premiers mois, les traitements étaient faits régulièrement tous les quinze jours pendant les périodes indiquées.

Le premier cycle a pris fin en octobre 1954, la deuxième récolte eut lieu en août 1955 avec un certain retard dû, tant à un œilletonnage trop sévère qu'à une sécheresse prolongée. Le bilan de la récolte est le suivant :

Premier cycle.

Les derniers régimes récoltés l'ont été un an après plantation, cette durée du cycle étant une conséquence de l'altitude (250 m).

Nombre de bananiers porteurs.	754
— — accidentés (coups de vent, vols de régimes)	128
Nombre de régimes coupés.	589
Nombre de bananiers non productifs.	37
Nombre de régimes exportables.	588
Poids total de régimes exportables	12.326 kg
Poids moyen de régimes exportables	20,9 kg

Deuxième cycle.

Récolte 4 à 6 mois après le premier cycle.

Nombre de bananiers porteurs.	754
— — — accidentés.	42
— — — improductifs.	39
Nombre de régimes récoltés	673
Poids des régimes	13.601 kg
Moyenne par régime	20 kg

En 16 à 18 mois nous avons donc récolté sur cette parcelle de moins d'un demi-hectare 25 tonnes, 927 kg de bananes pour 754 bananiers (au lieu de 1.000 pour 1/2 ha).

Il nous manque un bilan semblable pour une plantation non traitée, mais il est impossible dans notre Station de conserver aussi longtemps une bananeraie sans lutter contre *Cercospora*. A titre indicatif signalons que dans les parcelles témoins de divers essais, le poids moyen des régimes récoltés ne dépasse pas 10 à 12 kg.

On remarquera, en outre, qu'à la longue les traitements huileux n'ont eu aucun inconvénient sur la végétation du bananier pas plus qu'ils n'en ont eu sur la qualité des fruits qui furent tous commercialisés.



FIG. 2. — Bananeraie Pilote Poyo. A certaines saisons les traitements sont faits avec un atomiseur à grand travail, pour éviter l'effet de voûte, ici le Micron Sprayer.

Les appareils de traitements par brouillards légers.

Après avoir vu les résultats économiques des traitements, nous devons envisager maintenant les enseignements techniques à tirer. Voyons en premier lieu le matériel, son choix et la meilleure façon de l'utiliser.

Rappelons, que le but à atteindre est de projeter un nuage composé de gouttelettes d'huile contenant les particules de fongicides, nettement au-dessus des feuilles des bananiers, la plante étant atteinte par les particules lors de leur chute. Le vent est utilisé pour assurer la progression du nuage pesticide dans la bananeraie, la totalité de la puissance de la soufflerie de l'atomiseur étant nécessaire pour la projection verticale.

Avec les appareils de forte puissance, la portée verticale est toujours suffisante pour réaliser le traitement. De sa valeur dépend la portée effective, dans les limites possibles, la vitesse du vent étant de peu d'importance. Avec les petits appareils à dos, dont les moteurs ont une cylindrée allant de 25 à 75 cm³, il faut s'assurer que la hauteur de projection est suffisante, compte

tenu de la taille des bananiers à traiter. C'est surtout pour les grands bananiers Poyo des plantations d'altitude que le problème peut se poser. Dans ce cas on aura toujours intérêt à choisir les appareils ayant le meilleur rendement, c'est-à-dire dont la turbine et le dispositif d'atomisation seront le mieux étudiés.

Dans les cas limites on aura recours à des rallonges pour la manche à air, et si cela est nécessaire, une



Fig. 3. — Traitement en bananeraie avec un appareil à dos.

pompe sera adaptée afin de permettre la montée du liquide à atomiser.

La projection verticale étant assurée, le deuxième facteur permettant de juger de la qualité d'un atomiseur est la taille des gouttelettes formées et l'homogénéité du nuage. Rappelons que le diamètre moyen des gouttelettes doit être voisin de 50 microns.

La troisième et dernière qualité, théorique, d'un atomiseur concerne le réglage du débit de liquide ; ce réglage doit permettre l'épandage de 15 à 25 litres par hectare, ce qui correspond aux débits horaires suivants :

Appareils à dos :	15 litres/heure.
Appareils à grand travail :	
portée 20 m	240 litres/heure
— 30 m.	360 —
— 40 m.	480 —

Ces débits correspondent à ceux que l'on obtient avec des huiles d'une certaine viscosité (4,5° Engler à

23° C.). Pour les appareils à dos le réglage de débit est en général assez facile à faire, en effet, si la bouillie a la viscosité voulue, il est possible de laisser la plupart des appareils à leur débit maximum. Pour les appareils dont le débit serait supérieur, il est préférable de demander aux constructeurs d'adapter un dispositif permanent de diminution de débit plutôt que de compter sur les robinets ou dispositifs laissés à l'appréciation de l'opérateur.

Avec les grands appareils il ne faut absolument pas que l'augmentation des débits, dans le but d'augmenter la portée utile, influe sur la taille des particules produites. En effet, avec la plupart des dispositifs d'atomisation, il se trouve que toute augmentation du débit se traduise par une augmentation de la taille des gouttelettes. C'est à notre avis dans ce fait qu'il faut rechercher la limitation obligatoire de la portée utile. Mécaniquement, il semble parfaitement possible d'accroître la portée d'un atomiseur et d'obtenir une bonne couverture de la végétation sur une grande distance. En fait, le véhicule assurant le déplacement de l'atomiseur peut difficilement dépasser la vitesse de 6 km/h. Inversement à moins de 4 km/h les risques de brûlure sur les premiers rangs augmentent, la zone de retombée des trop grosses particules étant ainsi beaucoup plus soumise à cet inconvénient.

La vitesse étant imposée, on pourrait penser qu'en augmentant la puissance du moteur, le nuage atteindrait une hauteur verticale plus considérable et que la portée utile serait ainsi augmentée. Il n'en est rien puisqu'il nous faut augmenter le débit de liquide et aussi la taille des particules.

Pour ces raisons il s'est avéré que les données que nous avons déterminées (2) se sont trouvées vérifiées au cours des applications. Seul le débit/ha a été diminué de moitié depuis nos premiers essais, mais la portée moyenne de l'ordre de 30-40 m ne semble pas pouvoir être dépassée.

Afin d'obtenir ce résultat il est donc inutile de disposer pour la turbine d'une puissance considérable, un moteur de 4 à 6 cv est amplement suffisant si le rendement du pulseur est bon. On attachera toute son attention au dispositif de conditionnement des gouttes qui lui est absolument primordial : si l'atomiseur produit à la fois de très grosses gouttes et de très petites, les premières rangées de bananiers seront brûlées par les huiles et les suivantes par *Cercospora*, la couverture ayant été mauvaise.

Jusqu'à maintenant nous avons constaté les meilleurs résultats, avec les dispositifs d'atomisation utilisant les principes suivants :

— la force centrifuge ;

— atomisation par air comprimé indépendante du pulseur ;

— dispositifs aéro-dynamiques spéciaux pour la buse de liquide.

Il nous a été donné de voir aussi des appareils pour lesquels le conditionnement des gouttes était défec-tueux.

Si ces données sont suffisantes pour choisir le type d'appareil convenant pour les traitements par « brouillards légers », il n'en demeure pas moins qu'un juge-ment valable n'a pu être porté sur les appareils utilisés en Guadeloupe qu'après un long usage dans les bana-neraies.

Nous reviendrons ci-après sur les inconvénients ma-jeurs, pour l'efficacité des applications résultant de l'usure ou du mauvais réglage d'un appareil. Il est nécessaire non seulement pour des raisons économiques, que tous les appareils, même les plus légers, résistent aux conditions de travail extrêmement « éprouvantes » des centres de culture bananière. Si les moteurs 2 temps des petits appareils et les turbines ont en général une bonne résistance, les autres pièces donnent souvent lieu à des difficultés de tous ordres. Des améliorations sont apportées au fur et à mesure par les constructeurs, mais des progrès beaucoup plus rapides auraient pu être faits si au départ les appareils étaient soumis à des épreuves beaucoup plus sévères quant à leur résis-tance aux accidents mécaniques.

Il est anormal, en effet, que les organes principaux des atomiseurs soient en général bien au point et que tous les accessoires soient à l'origine des pires diffi-cultés.

Les traitements par nébulisation (fogging lourd).

Toutes les considérations précédentes sur les appa-reils ne concernent que les atomiseurs travaillant selon la technique bien définie du « brouillard léger », nous avons entrepris les années précédentes des essais com-paratifs afin de juger de l'efficacité des traitements par fogging. Nous avons vu qu'il semblait nécessaire, pour nos traitements fongicides, d'abandonner le fog-ging vrai ou fogging léger réalisé avec les appareils à thermo-aérosol (à moteur type Tifa ou à pulso-réac-teur type Swingfog) afin d'obtenir un nuage contenant une forte proportion de particules de 30 à 50 microns (fogging lourd). En pratique, les nuages produits par les thermo-aéroliseurs contiennent une grande quantité de particules de très petite taille constituant un nuage bleu typique sans grande utilité pour l'efficacité du traitement.

Par contre, la partie invisible du nuage est consti-

tuée de gouttelettes de plus grande taille, représentant en volume une partie importante de la bouillie nébuli-sée et assurant une couverture efficace du végétal.

Dans un travail précédent (4) nous avons rapporté les premiers résultats de deux essais comparatifs : brouillards légers, fogging.

Des comptages de feuilles selon une échelle permet-tant de faire apparaître l'intensité de l'attaque de *Cer-cospora* avaient été faits et montraient une nette supé-riorité de l'efficacité du traitement par atomisation.

Ces parcelles expérimentales ont été régulièrement traitées au cours de la dernière campagne, dans le but de contrôler les différences de production.

Si nous comparons les tonnages récoltés dans les parcelles traitées avec la même formule (huile + fon-gicide) on obtient les chiffres suivants :

Essai 3. Récolte 1955.

Atomisation :	43 régimes	907 kg,	poids moyen	21 kg
Nébulisation :	46 —	939 —		20,4
Témoin :	33 —	588 —		17,8

Malgré les différences observées quant au nombre de taches sur les feuilles, on ne remarque pas de diffé-rences très significatives de la production. Dans nos conditions de travail, le fogging a donc permis d'assu-rer une limitation « économiquement » suffisante de *Cercospora*.

Pour le Témoin non traité, on observe un net retard de la production au moment du contrôle ; le poids moyen des régimes produits est également nettement inférieur. Il y a lieu de signaler, cependant que le té-moin a bénéficié de l'influence des traitements. Les parcelles de l'essai (2 répétitions) étaient, en effet, petites, et peu espacées les unes des autres : à chaque traitement un certain nombre de bananiers du témoin bénéficiait de l'application faite dans les parcelles voi-sines.

Les nébulisateurs sont susceptibles d'être améliorés encore, par les constructeurs ; à notre avis, ils peuvent à l'avenir apporter une solution très élégante au pro-blème qui nous occupe s'il est possible d'augmenter encore la taille des particules produites sans perdre sur la portée utile.

Les formules.

Depuis les premières applications et les résultats rapportés en 1954 (1 et 2), nous avons reconnu la pos-sibilité de réduire dans de fortes proportions la quan-tité de fongicide nécessaire pour obtenir le résultat recherché.



FIG. 4. — Parcelle traitée par atomisation d'huile seule. (Photo infrarouge, les surfaces saines apparaissent en blanc, alors que les parties malades des feuilles apparaissent en noir).

Le rôle de l'huile ayant été mis en évidence (3 et 4) on a pu en toute sécurité au cours de cette campagne réduire considérablement les quantités de matière active. Les doses qui ont été employées tout au long de cette campagne, c'est-à-dire aussi bien pendant les périodes de plus forte infection correspondent à 500 g de cuivre par hectare ou à une quantité égale de ziram ou de zinèbe.

On a noté l'apparition sur le marché de concentrés huileux tout préparés, permettant aux planteurs de mélanger directement ces formules avec l'huile de dilution. La préparation sur place de la bouillie, toujours difficile et source de pertes de produits et de temps, a été évitée, le travail a été meilleur, les obstructions des circuits de liquide des atomiseurs n'étant plus de règle.

Nous avons cependant poursuivi nos essais afin d'améliorer les huiles et les formules actuellement employées. Le fait que les résultats aient été dans l'ensemble excellents, ne nous dispense pas d'améliorer la sécurité des traitements. Nous pensons également que le « pouvoir fongicide » des huiles actuellement commercialisées peut être augmenté, ce qui permettrait une nouvelle économie en fongicides cupriques ou organiques.

Les résultats de nos recherches sur le rôle biologique des huiles de différentes compositions seront rapportés par ailleurs (en préparation) ; dans le présent travail, nous verrons les résultats des essais agronomiques portant sur les constituants principaux des formules : huile, gas-oil et fongicides.

La première question posée était la suivante : le fait étant établi que les applications d'huile seule permettaient de maintenir la bananeraie dans un état sanitaire suffisant, était-il encore économique d'utiliser un fongicide.

L'expérimentation entreprise pour répondre à cette question comportait deux essais.

Le protocole du premier a été décrit précédemment (3). 5 parcelles (2 répétitions) ont reçu les traitements suivants au cours des campagnes 54 et 55 :

1. Brouillards légers huile + fongicide.
2. — huile seule.
3. Fogging huile + fongicide.
4. — huile seule.
5. Témoins non traités.

Les comptages de taches de *Cercospora* sur les feuilles, faits à la fin de l'année 1954, montraient des différences assez minimes entre les parcelles traitées avec l'huile + fongicide et les parcelles traitées avec l'huile. Toutefois les applications n'ayant été faites qu'en fin d'année et sur une bananeraie jeune, il ne nous était pas possible de tirer une conclusion définitive.

L'essai a été poursuivi au cours de la campagne 55, la seule modification apportée au protocole primitif a été le changement du fongicide : en 1954 le zinèbe avait été utilisé, en 1955 pour des raisons de commodité nous avons adopté un concentré huileux à base de cuivre. La dose était donc de 500 g de cuivre, de

l'oxychlorure/ha, incorporés à 20 litres de notre huile de référence. Les applications étaient faites chaque quinzaine entre avril et janvier.

En 1955 le seul critère adopté a été le poids des régimes produits puisqu'il s'agissait de juger de la rentabilité des différentes formules. Les résultats sont résumés par le tableau ci-dessous :

	nombre de régimes	kg	kg/ régime
1. Brouillard huile + fongicide	43	907	21,0
2. Brouillard huile seule	51	1.030	20,2
3. Fogging huile + fongicide	46	939	20,4
4. Fogging huile seule	45	878	19,5
5. Témoin	33	588	17,8

Nous avons dit précédemment, au sujet du même essai, auquel nous avons déjà emprunté quelques chiffres, ce qu'il fallait penser du témoin. Il n'en demeure pas moins qu'il constitue une base de comparaison.

Si l'on ne considère que le poids moyen des régimes, leur nombre ayant été influencé par des conditions fortuites (coup-de vents), on remarque une différence de 3,8 % en faveur de la production des parcelles traitées avec fongicide par atomisation et 4,4 % par fogging. Avec un rendement théorique qui serait de 40 tonnes dans notre essai, cette différence constitue environ 1,5 tonne de bananes. Ce tonnage supplémentaire peut justifier la dépense en fongicide.

Nous aurons l'occasion d'étudier plus en détail le rôle de l'huile et d'émettre plusieurs hypothèses sur son activité fongistatique. Dans l'état actuel de l'expérimentation, la suppression totale du fongicide ne saurait se justifier. Pour obtenir cette nouvelle économie, il est nécessaire de mettre au point une huile dont le pouvoir fongicide accru compensera l'absence de l'oxychlorure de cuivre ou des dithiocarbamates de zinc.

Le choix de l'huile convenant le mieux aux traitements par brouillards légers pose de nombreux problèmes. On sait, en effet, que la plupart de nos connaissances sur les huiles concernent la pulvérisation classique avec les huiles blanches émulsionnées dans l'eau. Les différences sont grandes avec notre technique et l'expérience a montré que des huiles nettement phytotoxiques lors des traitements classiques ont pu être utilisées avec succès en atomisation.

L'exemple illustrant le mieux ce fait est celui de l'emploi du gas-oil. Afin de diminuer la viscosité de certaines formules et de réaliser, pensait-on, une économie de prix de revient une certaine quantité de gas-

oil a été incorporée aux formules. Pour déterminer les inconvénients possibles de cette utilisation du gas-oil nous avons réalisé l'expérimentation suivante :

1° L'ancien essai atomisation-fogging dont le résultats ont été rapportés dans une étude précédente (4) comprenait deux blocs, ayant chacun les parcelles suivantes :

1. Atomisation huile + zinèbe.
2. Fogging huile + zinèbe.
3. Témoin.

Commencé en mars 1954 cet essai avait montré des différences très nettes entre les traitements, tant dans l'importance de l'attaque de *Cercospora* que pour la récolte des régimes.

Fin 1954 la récolte avait été la suivante :

	régimes	kg	kg
1. Atomisation	35	551	soit 15,7 de moyenne
2. Fogging	34	469	— 13,7 —
3. Témoin	32	338	— 10,5 —

Début 1955, les nouveaux traitements commencèrent, le bloc 1 étant traité par atomisation à l'huile seule et le bloc 2 au gas-oil. Les comparaisons que l'on

Fig. 5. Une parcelle traitée
(Essai comparatif Huile — Huile + fongicide).



peut faire portent donc sur des parcelles ayant au départ 2 à 2 le même état sanitaire.

Fin 1955, la moyenne générale des régimes produits accuse 21,4 kg pour le bloc 1 traité à l'huile et 20,4 kg pour le bloc 2 traité au gas-oil. Pour les parcelles témoins de la campagne 1954, le poids moyen était de 18 kg dans le bloc 1 et 18,2 dans le bloc 2. Il est diffi-

cile d'accorder à ces chiffres une valeur absolue, puisque des accidents ont été enregistrés. De forts coups de vents ont déraciné des bananiers dans les meilleures parcelles alors que les témoins dont la production était nettement en retard n'ont pas subi les mêmes inconvénients.

Quoi qu'il en soit les différences sont assez marquées et l'examen des feuilles nous a permis de constater que dès les premières applications d'huile ou de gas-oil on a assisté à une amélioration très sensible des parcelles anciennement non traitées.

Au moment des fortes infections de octobre-novembre dernier, les bananiers possédaient un feuillage très dense formant voûte et qui rendait très difficile le traitement des feuilles supérieures. celles-ci eurent donc à souffrir de l'infection par *Cercospora*.

De cet essai nous concluons donc que l'huile seule a permis de maintenir l'état sanitaire de la bananeraie à un niveau élevé pendant toute une campagne, il en a été de même avec le gas-oil au moins pendant la période de faible infection, mais la récolte a été légèrement inférieure.

2° Ce premier résultat devait être vérifié : un deuxième essai comprenant 4 parcelles de 15 bananiers significatifs nous apporte plus de précisions sur le rôle de l'huile et du gas-oil :

Traitements	Nombre de régimes récoltés	Poids	Moyenne
1. Témoin	6	86	14,3
2. Mélange d'huile et gas-oil (1/1).....	8	144	18
3. Huile.....	10	162	16,2
4. Gas-oil.....	10	143	14,3



FIG. 6. — Parcelle traitée huile + fongicide.

Signalons que les régimes des parcelles 2 et 3 étaient tous exportables ; pour la parcelle 2, deux régimes de 23 et 27 kg augmentent nettement la moyenne générale. Dans la parcelle (4) 50 % des régimes étaient inexportables contre 75 % dans le témoin.

De ce petit essai, il ressort que l'huile seule, ou additionnée de gas-oil, a une action fongicide ou fongistatique très nette. Le gas-oil employé aux bonnes doses et correctement épandu sur la végétation a montré une activité certaine (avance de la production, nombre de régimes inexportables plus faibles) ; toutefois son action ne saurait être considérée comme suffisante.

Si l'économie réalisée par l'emploi de gas-oil pour remplacer une partie importante de l'huile des traitements est chiffrée, elle semble assez sensible : 20 litres d'huile reviennent à 1.400 fr. alors que la même quantité du mélange huile-gas-oil (1 pour 1) ne coûte que 930 fr. Il n'est cependant pas prouvé que cette économie soit « payante ». En effet, en ajoutant du gas-oil à l'huile on provoque une diminution de la viscosité du produit à épandre ; en théorie le débit de l'appareil atomiseur pourrait être le même, mais dans la pratique le réglage n'est pas fait et la consommation est augmentée. L'économie disparaît donc en même temps qu'augmentent les risques de brûlure.

Pour ces raisons l'emploi du gas-oil n'est pas à conseiller : l'addition de ce produit ne doit être faite qu'avec discernement, lorsqu'il est nécessaire de réduire la viscosité apparente d'une huile, ou lorsque l'excellent réglage d'un appareil travaillant dans des conditions optimum diminue les risques de phytotoxicité.

Le rythme des applications.

Dans le cadre de cet exposé, nous ne traiterons pas en détail le problème très ardu posé par la détermination des dates de traitements. Les recherches en cours et les excellentes études publiées notamment par CALPOUZOS et HOLDIS, permettront d'apporter des précisions sur l'écologie de *Cercospora*. Nous aurons l'occasion d'exposer prochainement nos résultats préliminaires sur une méthode d'avertissement basée sur l'écologie, qu'il nous suffise ici d'indiquer les données permettant d'obtenir un bon résultat pratique dans tous les cas, avec une sécurité suffisante.

En Guadeloupe, un bananier produit une feuille, en moyenne, tous les 10 jours, pendant sa période de croissance. En altitude cette sortie de feuille peut ne s'opérer que tous les 15 jours.

Cercospora ne pouvant infecter que les trois plus jeunes feuilles du bananier, pour une feuille considérée, l'infection ne peut donc se faire que pendant les 30 à



FIG 7. — Schéma de traitement, mauvaise façon de procéder.



FIG. 8. — Principe du traitement avec un appareil à dos.

40 jours suivant son apparition. En principe un traitement par mois pourrait être suffisant si les feuilles recevaient une couverture fongicide totale à chaque application. Dans la pratique, une couverture totale ne pourra être obtenue que par 2 passages, ou à la rigueur 1 passage 1/2.

Ceci nous conduit à considérer le rythme de traitement de trois semaines comme possible et celui de quinze jours comme préférable.

Les traitements peuvent être arrêtés totalement à certaines saisons, en effet, si l'infection se produit pratiquement toute l'année, le champignon ne se développe que lorsque l'atmosphère, suffisamment saturée de vapeur d'eau, permet de longues rosées nocturnes. Cette période, variable selon les régions de l'île, se situe habituellement au cours du dernier trimestre de l'année.

L'action fongistatique importante des applications par brouillards légers huileux a permis de ne commencer les applications que lorsque l'infection était visible. En principe, dès que les taches observables par transparence sur les feuilles deviennent nombreuses, il y a lieu de traiter.

Afin de vérifier expérimentalement ces données, un essai de rythmes différents de traitements a été mis en place sur notre station. La période d'infection s'étendant de mars à janvier, les traitements commencèrent en mars sur une jeune bananeraie, divisée en 4 catégories de parcelles :

1. Traitements tous les mois.
2. — toutes les 3 semaines.
3. — tous les 15 jours.
4. Témoins non traités.

Dans chaque parcelle 20 bananiers significatifs furent marqués sur lesquels les observations étaient faites régulièrement et les régimes pesés lors de la récolte.

Dans cette bananeraie plantée aux espacements de 2,25 les traitements furent rendus difficiles en fin d'année par « l'effet de voûte », l'exubérance de la végétation empêchant un bon travail avec les appareils à dos.

Des différences apparaissent cependant nettement si l'on considère la récolte de chaque parcelle :

Traitements	Régimes	Poids kg	Moyenne kg
Tous les mois	13	293	22,5
Toutes les 3 semaines.	17	420	24,6
Tous les 15 jours.	17	458	26,5
Témoin.	11	224	20,3

On voit que les applications mensuelles, si elles ont eu une influence sur la précocité de la production par rapport au témoin, produisent un résultat insuffisant.

Peu de différences entre les applications à 15 jours et à 3 semaines.

En moyenne, en Guadeloupe au cours de la dernière campagne, le nombre des applications a été de 10 à la périodicité de 15 jours.

Causes d'échecs.

Nous nous sommes efforcés ci-avant d'analyser les causes de réussite des applications, il nous faut main-



FIG. 9. — Schéma de l'effet de voûte.



FIG. 10. — Schéma d'un dispositif de plantation « ouvert » permettant d'éviter l'effet de voûte.

tenant indiquer quels sont les facteurs pouvant conduire à un échec.

1° Application mal faite.

a) Mauvais fonctionnement de l'appareil. Par suite d'un fonctionnement défectueux de la turbine, en général les courroies de transmission sont détendues ou les patins d'embrayage usés, la puissance de projection est insuffisante. Le brouillard est mal réparti, on remarque en général des brûlures graves sur les bananiers.

b) La quantité de bouillie « atomisée » est trop faible : le déplacement de l'appareil est trop rapide, la bouillie est trop visqueuse ou, dans le cas des appareils à dos, l'opérateur ne croise pas assez ses différents passages laissant ainsi des écarts trop importants.

c) La composition de la bouillie n'est pas convenable. On a choisi une huile émulsionnable ou bien une huile dont la viscosité est trop élevée ou trop faible. La bouillie peut contenir également trop de gas-oil.

d) La main-d'œuvre n'a pas compris la façon de procéder et cherche à atteindre les feuilles, plutôt que de profiter de la dispersion du nuage dans l'air.

e) Les conditions climatiques sont défavorables. Une averse après une application n'influe pas sur l'efficacité du traitement. Par contre les courants thermiques ascendants ont beaucoup d'importance surtout lorsque le nuage est produit avec des appareils à grand travail. On évitera donc les temps trop chauds par calme complet, le brouillard monte alors très haut et se dépose irrégulièrement. Ceci est particulièrement sensible dans les vallées encaissées aux heures chaudes de la journée. Un vent très violent ne permet pas non plus un bon traitement.

f) Le traitement est fait en pleine chaleur, ou sur des bananiers souffrant de la sécheresse, les risques de brûlures par les excès d'huile sont accrus.

2. L'application a été correcte.

Lorsque tous les inconvénients signalés ci-avant ont été évités, il arrive que l'état sanitaire de la bananeraie ne soit pas amélioré ou s'aggrave soudain :

a) La bananeraie était en très bon état avec une végétation abondante, puis brutalement malgré les traitements, des taches sont observées à l'extrémité des 5^e et 6^e feuilles. C'est l'*effet de voûte*, qui ne s'observe qu'avec des traitements faits par atomiseurs à dos.

En effet, dans une bananeraie très dense composée de bananiers porteurs de 7 à 8 feuilles, l'enchevêtrement de celles-ci forme une véritable voûte sous laquelle se déplace la personne chargée des traitements.

Dès la sortie de la buse le brouillard se trouve emprisonné et au lieu d'atteindre le sommet des bananiers il se dépose en quantités importantes sur la face inférieure des feuilles les plus proches.

L'infection se fait alors sur les plus jeunes feuilles érigées non traitées. Lorsque les feuilles anciennes ont disparu l'infection apparaît alors brutalement ce moment se situe environ 3 mois après la formation de la voûte.

On peut remédier facilement à cet inconvénient en adoptant des dispositifs de plantation plus ouverts.

b) La bananeraie présente une autre cause de déficience.

Si les bananiers traités ne produisent pas de feuilles nouvelles ou si le rythme d'émission est très lent, le traitement fongicide devient non seulement inutile mais nuisible puisque les mêmes feuilles recevront l'huile à chaque traitement, ce qui à la longue leur causera des brûlures graves.

Le plus souvent le mauvais état végétatif de la bananeraie est dû à l'une ou plusieurs des causes suivantes :

- Attaques du Charançon *Cosmopolites sordidus*.
- Fumure minérale insuffisante ou déséquilibrée.
- Terre trop acide, attaque de Nématodes.
- Mauvais drainage ou au contraire manque d'eau.

Conclusions.

Nous pensons avoir pu montrer que le traitement fongicide des bananeraies contre *Cercospora musae*, selon la technique des brouillards légers huileux, est devenu maintenant une opération courante d'entretien des bananeraies guadeloupéennes.

L'organisation coopérative a fonctionné à la satisfaction de ses adhérents, c'est déjà un résultat appréciable. Il doit être développé sous toutes ses formes afin de permettre à tous les planteurs même ceux qui cultivent de très petites surfaces de bénéficier des traitements.

Quant aux mises au point à réaliser, elles sont importantes encore. Si le rôle de l'huile a pu être mis en évidence, nos connaissances sur les caractéristiques optimum des huiles à utiliser sont encore très restreintes. Nous devons mettre en garde tous les utilisateurs contre des innovations risquant d'être désastreuses. Pour le moment, nous devons nous en tenir aux huiles dûment expérimentées, toute huile nouvelle doit donner lieu à des essais complets avant d'être employée en grand dans les bananeraies.

Des progrès restent à faire, également pour la détermination des époques de traitement un réseau d'aver-tissement est à créer.

I. F. A. C. Station des Antilles.
Service de défense des Cultures.

RÉFÉRENCES CITÉES

- (1) *Fruits*, vol. 9, n° 7, 1954 et *Fruits*, vol. 8, n° 11, 1953, p. 525-532.
- (2) *Fruits*, vol. 9, n° 7, 1954, p. 269-288.
- (3) *Fruits*, vol. 9, n° 7, 1954, p. 289-292.
- (4) *Fruits*, vol. 10, n° 3, 1955, p. 101 à 107.

L'UTILISATION DES ATOMISEURS A DÉBIT RÉDUIT POUR LES TRAITEMENTS DU SOL

LA LUTTE CONTRE LE CHARANÇON DU BANANIER (*Cosmopolites sordidus*, Germ.) AUX ANTILLES FRANÇAISES

Au cours de ces cinq dernières années, la technique des traitements pesticides a beaucoup évolué.

Les appareils de traitements, atomiseurs à débit réduit, appelés aussi pulvérisateurs pneumatiques, offrent de nombreuses possibilités aux utilisateurs.

Bien que ce nouveau mode de traitement permette une simplification considérable du travail dans les pays d'Outre-Mer, il a peu d'adeptes en France métropolitaine.

Ses avantages sont nombreux et nous pouvons les résumer ainsi :

Faible quantité de liquide épanché à l'hectare
d'où : économie de main-d'œuvre, de moyen de transport, de puissance, rapidité du travail...

Meilleure division du liquide par la formation de très petites gouttes

d'où : meilleure couverture du végétal, diminution des pertes par ruissellement, utilisation de produits à longue rémanence, (huiles), économie de matière active...

L'avantage principal du traitement par « atomisation » n'est souvent pas exploité complètement par de nombreux praticiens qui ne profitent qu'incomplètement de l'économie de liquide réalisable. Dans chaque traitement il faut rechercher la limite minima possible ainsi que nous l'avons fait pour les traitements fongicides par brouillards légers (1 à 3). Pour ce faire, il est nécessaire d'ajuster la concentration et la viscosité de la bouillie pesticide au débit à obtenir.

L'emploi de formules très concentrées a une incidence certaine, surtout outre-mer, sur leur prix de revient ; quant à l'augmentation de la viscosité des préparations elle permet de réduire de 50 à 75 % les quantités de solutions ou de suspensions nécessaires.

Dans le présent travail, nous n'envisageons pas les traitements des bananiers au moyen de brouillards pesticides, pour la protection du système foliaire, mais uniquement le traitement du sol.

Il s'agit là d'une utilisation particulière des appareils atomiseurs consistant en la formation sur le sol d'une véritable couche de pesticide comparable à celle que réaliserait un peintre avec un pistolet à peinture.

Le traitement est destiné à protéger les rhizomes des bananiers contre les attaques de *Cosmopolites sordidus*.

Méthodes de traitement.

La lutte contre le Charançon du bananier doit se faire à la plantation, et en cours de végétation selon les conditions de pullulation.

Avant plantation on a maintenant l'habitude aux Antilles de procéder à un traitement des souches de bananier par trempage dans une suspension d'H. C. H. à raison de 2 kg d'H. C. H. à 50 % de M. A. pour 100 litres d'eau.

Après la trouaison, la terre est traitée à raison de 50 g d'H. C. H. à 25 % par trou.

En cours de végétation le traitement consiste en un épandage de poudre, dosant 25 % d'H. C. H., en couronne dans un cercle de 50 cm autour du bananier. Aux Antilles on utilise 50 g de la spécialité d'H. C. H., la meilleure période pour le traitement étant en saison sèche de février à avril. En Guinée où les saisons sont nettement mieux définies, il semble plus intéressant de fractionner l'épandage en deux apports, l'un en octobre, l'autre en avril [A. VILAR-DEBO (4)].

Nous ne reviendrons pas sur les travaux qui ont permis de définir ces doses de produits ni ces dates de traitement (5 à 9) puisque nous nous sommes attachés, dans le présent travail à définir un nouveau mode d'application du produit, plutôt que les modalités de son action, bien connues à ce jour.

Outre l'H. C. H. plusieurs autres insecticides de contact peuvent avoir un intérêt pour la lutte contre le Charançon du bananier, ce sont : le chlordane [CUILLE-LECOMTE 1951 (10) et TOLEDO 1952 (11)], l'aldrine et le dieldrine [MARTINEZ 1950 (12), SIMMONDS et SIMMONDS 1953 (13) et BATCHELDER 1954 (14)].

L'avantage des insecticides aldrine et dieldrine réside surtout dans leur plus grande persistance d'action par rapport à l'H. C. H.

Quant aux quantités d'insecticides nécessaires pour les traitements, elles étaient nettement inférieures avec l'aldrine et le dieldrine qu'avec l'H. C. H. : 2 à 2,5 kg de ma-



FIG. 1. — Traitement, avant plantation, des souches de bananiers par trempage dans une suspension d'HCH.

tière active avec les premiers insecticides contre 25 kg d'H. C. H. technique à 12 % d'isomère.

Étant à la recherche de formules insecticides très concentrées pour les traitements à débit réduit, nous avons comparé l'efficacité insecticide des échantillons de terre traités, par poudrage à l'H. C. H. et à l'aldrine par traitement à débit réduit : (méthode de test décrite : 15).

Les résultats sont schématisés ci-après :

Les échantillons de terre traitée étaient prélevés 48 heures après l'application, la terre homogénéisée, puis les insectes mis au contact, les mortalités étaient notées chaque jour. Afin de représenter sur une même courbe, les différents symptômes d'intoxication et les mortalités, les différents stades de 0 à 5 (16) étaient affectés d'un coefficient : par exemple un insecte au stade 2 compte pour 0,4, l'insecte mort comptant 1.

Ces résultats schématisés fig. 2 montrent que la vitesse d'action de l'aldrine appliquée par notre procédé a été plus grande que celle de 100 g d'H. C. H. 25 par pied. Même si l'on tient compte des possibilités de diffusion de l'H. C. H. dans la souche signalée par VILARDEBO (17), ces tests préliminaires nous indiquaient que les applications d'aldrine dans la bananeraie pouvaient être tentées avec toutes chances de succès.

Traitement à débit réduit.

Les doses d'aldrine nécessaires ayant ainsi été contrôlées, le mode de travail de l'opérateur dans la bananeraie fut étudié.

Le manœuvre chargé des traitements doit passer devant chaque bananier et diriger vers le sol la manche à air de l'atomiseur, il décrit ainsi un demi-cercle autour de chaque bananier. Il peut atteindre le collet de la plante, la terre à

son voisinage et il traite des débris végétaux épars sur le sol : reste de souches décomposés et de pseudo-troncs (fig. 3 et 4).

Au début des applications, nous avons utilisé des spécialités dosant 20 et 40 % d'aldrine, soit, suivant les cas, 12,5 et 6,250 kg par hectare dilués dans l'eau. Pour un traitement de cette nature nous n'avions, en effet, aucun intérêt à utiliser de l'huile minérale comme diluant, la couverture devant être totale, les jeunes rejets risquaient d'être endommagés.

La viscosité de la bouillie étant faible, la consommation de liquide à l'hectare approchait 150 litres. Plusieurs essais furent alors faits afin d'épaissir la bouillie. L'addition d'huile émulsionnable se révéla impossible, économiquement, plus de 20 litres d'huile devant être ajoutés pour un hectare traité.

Divers colloïdes du commerce furent alors testés, certains avec succès, mais nous avons été contraints d'employer à maintes reprises un empois d'amidon fait sur place à partir de farine de manihot ou même de blé.

Après ces divers tâtonnements, il nous a été possible de mettre au point une formule, grâce à l'emploi d'un colloïde absolument neutre et imputrescible qui permet de régler à volonté la viscosité de la bouillie. Grâce à l'emploi de ces formules épaissies, les quantités de bouillies épanchées à l'hectare ont pu être ramenées à 55-60 litres selon la densité des peuplements de bananiers.

Il est bien certain qu'il faut se livrer à un contrôle rigoureux des quantités de produits utilisées, celles-ci étant influencées par la vitesse de déplacement du manœuvre ; il est cependant préférable d'épandre un léger excès de produit actif et de calculer largement les doses, sans quoi à la moindre erreur, le traitement risquerait d'être inefficace.

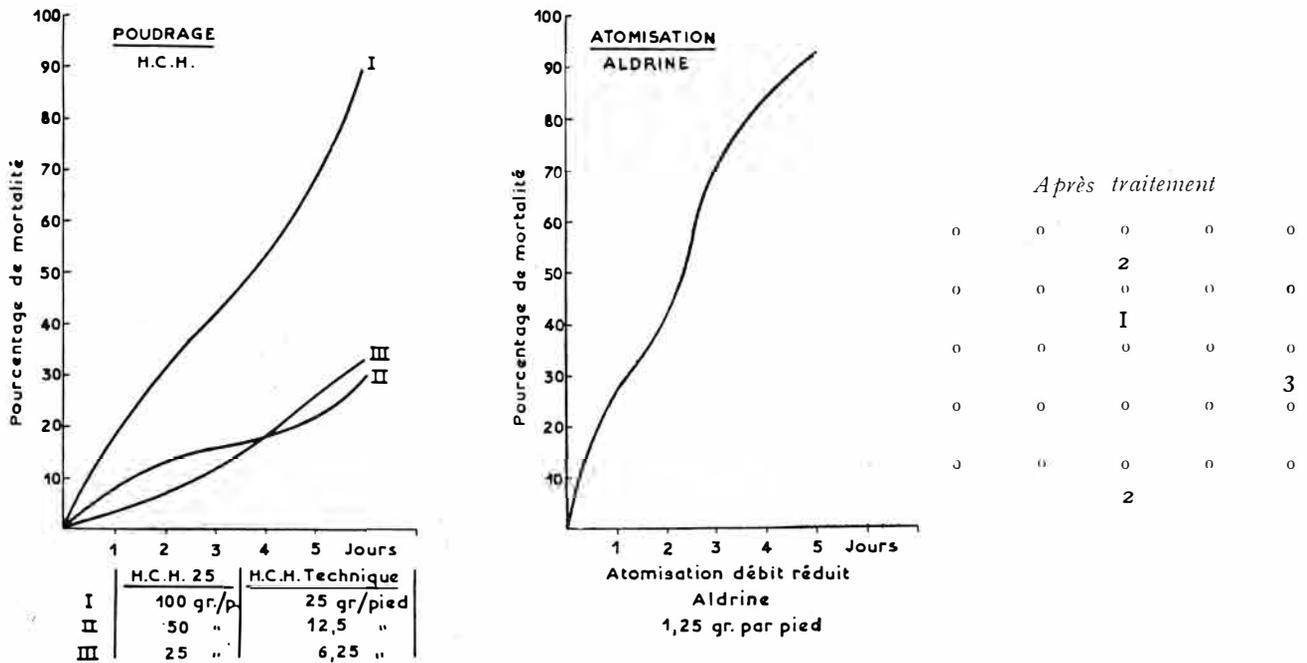


FIG. 2. — Tests insecticides avec la terre traitée.

Résultats obtenus.

Avec le traitement classique, par saupoudrage d'H. C. H. sur le sol, les régressions de la faune observées d'année en année par VILARDEBO en Guinée (18) ont été les suivantes :

- de 1952 à 1953, 20 % soit 42,7 et 30,2 charançons pour 100 pièges ;
- de 1953 à 1954, 60 % soit 30,2 et 12 charançons pour 100 pièges.

Les piégeages de contrôle faits en Guadeloupe avant et après le traitement « à débit réduit » ont donné les résultats suivants :

- avant traitement : 226 charançons pour 25 bananiers soit 904 pour 100 pièges ;
- 3 mois après traitement : 8 charançons pour 25 bananiers soit 32 pour 100 pièges. Le pourcentage de réduction est de 76,5 %.

Nous donnons ci-après le détail des piégeages et la répartition des bananiers significatifs.

Avant traitement

° 25	° 24	° 23	° 22	° 21
3	23	14	18	6
° 16	° 17	° 18	° 19	° 20
13	2	21	21	8
° 15	° 14	° 13	° 12	° 11
14	6	14	9	4
° 6	° 7	° 8	° 9	° 10
3	2	2	11	6
° 5	° 4	° 3	° 2	° 1
4	7	7	5	3

Ces chiffres ne sont pas exactement comparables, les conditions n'étant pas strictement homologues en Guinée et en Guadeloupe.

Ils nous montrent cependant que l'application d'aldrine, au moyen d'un appareil atomiseur, a permis, en Guadeloupe, une régression de la faune, témoignant de la bonne efficacité du traitement.

Discussion.

Les traitements contre le Charançon du bananier par saupoudrage d'H. C. H. exigent un main d'œuvre relativement nombreuse et un contrôle important pour la bonne exécution du travail. En effet, le produit, contenu dans une dosette, est grossièrement saupoudré sur le sol et la répartition de la poudre dépend uniquement de l'opérateur.

Lorsqu'il s'agit d'épandre 50 ou 100 g d'une spécialité commerciale autour de la touffe ou de la souche de bananier et de répéter l'opération pour tous les bananiers de la plantation, il est bien rare qu'une répartition régulière soit obtenue. Nous avons observé dans bien des cas que tout le produit était déposé en tas à côté de la souche.

Par ailleurs, les débris végétaux, refuges importants pour le Charançon n'étaient jamais traités.

Les traitements par poudrage, avec des poudreuses à main ou à moteur ne permettent pas non plus un travail rationnel, avec les poudres actuellement dans le commerce. Les charges trop légères de ces poudres ne permettent pas une bonne fixation du produit sur le sol et l'entraînement par le vent est beaucoup trop important. Le poudrage électrostratique pourrait peut-être offrir une solution inté-

ressante pour le traitement du feuillage mais certainement pas du sol. D'ailleurs le matériel n'étant pas encore à la disposition des utilisateurs, jusqu'alors les essais tentés aux Antilles relèvent du domaine de la fantaisie.

L'intérêt des insecticides concentrés avait poussé certains expérimentateurs à essayer des traitements par pulvérisation classique avec des appareils à dos. Cette opération exigeait une grande quantité d'eau (1 litre par pied), une perte de temps et une main-d'œuvre abondante, le prix de revient était donc très élevé.

On a envisagé, par ailleurs, d'incorporer l'insecticide à un engrais et plusieurs formules commerciales sont d'usage courant en France. Cette méthode est valable pour les cultures telles que les graminées semées à de fortes densités à l'hectare, voire même pour les plantations de cannes à sucre, mais n'est pas valable pour les plantes fruitières et les bananeraies. En effet l'insecticide doit être apporté près des souches que fréquente l'insecte alors que l'engrais doit être mis à la disposition des racines, c'est-à-dire déposé dans un rayon de 50 à 75 cm de la souche.

Cette méthode ne doit donc pas être pratiquée, toute séduisante qu'elle puisse paraître.

À la suite des résultats récents obtenus par atomisation huileuse contre *Cercospora musae*, les planteurs de bananes se sont équipés en atomiseurs à débit réduit. Ce matériel assez coûteux n'était utilisé jusqu'à présent que dans les bananeraies et pendant une certaine période de l'année.

Nous venons de montrer que ces atomiseurs à débit réduit peuvent être utilisés également dans la lutte contre le Charançon du bananier. Afin de réduire dans les limites optima le débit de ces appareils, il est nécessaire d'utiliser des produits visqueux ou épaissis : la création de formules nouvelles ne pose maintenant plus de problèmes.

Ce nouveau procédé permet d'éliminer les inconvénients constatés avec les modes antérieurs de traitement. Ses avantages se résument comme suit :

— Excellente répartition du produit actif sur l'ensemble du sol, les plantes à préserver et les débris végétaux : pseudo-troncs et vieilles souches en décomposition.

— Violence du jet émis par l'appareil : le courant d'air produit par la turbine de l'appareil déplace les débris de feuilles ou les gaines foliaires desséchées pendantes, sous lesquelles les insectes se réfugient dans la journée.

— Utilisation de produits très concentrés d'un prix de revient moins élevé dans les territoires d'outre-mer.

— Possibilité de mieux contrôler les quantités de produits actifs répandus à l'hectare.

— Application relativement facile et rapide.

— Résultats pour un prix moindre.

Conclusion

Dans les conditions de travail des Antilles françaises, il y a un grand intérêt à développer les traitements du sol par atomisation à débit réduit. Ce mode de traitement serait à expérimenter non seulement sur le charançon du bananier mais aussi sur les autres insectes nuisibles des sols.

Cela ne signifie pas qu'il en soit de même pour les autres pays producteurs de bananes. En Afrique, en effet, le traitement par saupoudrage d'H. C. H. sur le sol a fait ses preuves depuis plusieurs années et les problèmes posés par la main-d'œuvre ne se présentent pas sous le même aspect qu'aux Antilles.

Mais lorsque l'usage des atomiseurs à débit réduit se sera développé pour les traitements contre *Cercospora*, il apparaîtra peut-être que ce mode d'application est également plus avantageux en Afrique.

C'est aux expérimentateurs à le prévoir dès maintenant.

H. GUYOT et J. CUILLÉ.
I. F. A. C.



FIG. 3 et 4. — Réalisation du traitement avec des atomiseurs à débit réduit.



RÉFÉRENCES CITÉES

1. CUILLÉ (J.) et GUYOT (H.). — Les traitements fongicides des bananeraies, vol. 9, n° 7, 1954.
2. GUYOT (H.) et CUILLÉ (J.). — Les traitements fongicides des bananeraies, Vol. 10, n° 3, 1955.
3. GUYOT (H.) et CUILLÉ (J.). — Les traitements fongicides des bananeraies, vol. 11, n° 4, 1956.
4. VILARDEBO (A.). — Rapport Annuel 1954. *I. F. A. C. Entomologie*, p. 3.
5. CUILLÉ (J.). — Récentes améliorations des procédés de lutte utilisables contre le charançon du bananier. *Fruits*, juillet 1951, vol. 6, n° 7, p. 280-284.
6. VILARDEBO (A.). — Efficacité des traitements de l'H. C. H. des bananiers contre *Cosmopolites sordidus* en Guinée française. *I. F. A. C.*, année 1951, n° 3, p. 78-86.
7. VILARDEBO (A.). — Étude de la persistance de l'activité des insecticides incorporés au sol en Guinée française. *I. F. A. C.*, année 1951, n° 3, p. 48-52.
8. CUILLÉ (J.). — Les traitements insecticides de la bananeraie contre le charançon du bananier (*Cosmopolites sordidus*). *Fruits*, vol. 8, n° 10, p. 499-501.
9. DAUDIN (J.) et GUYOT (H.). — Étude de l'attaque des bananeraies antillaises par *Cosmopolites sordidus*, Germ. *I. F. A. C.*, Annales 1951, n° 3, p. 10-25.
10. CUILLÉ (J.) et LECOMTE J.). — Étude du comportement du Charançon du bananier (*Cosmopolites sordidus*, Germ.) à l'égard des pièges traités et des produits insecticides. *I. F. A. C.*, Annales 1951, n° 3, p. 111.
11. TOLEDO (A. A. DE). — Notas prelininares sobre o controle da broca do rizona da bananeira (*Cosmopolites sordidus*) Germ. (Notes préliminaires sur la lutte contre le Charançon du rhizome du bananier). *O Biologico*, sep. 1952, vol. 18, n° 9, p. 145-152.
12. MARTINEZ ANDREU (A.). — El picudo negro del platano (Le Charançon du bananier *Cosmopolites sordidus*). *Agrotecnia*, sep.-dec. 1950, vol. 4, p. 83-91.
13. SIMMONDS (N. W.) et SIMMONDS (F. J.). — Experiments on the banana borer *Cosmopolites sordidus*, in Trinidad. B. W. I. (Essais sur le Charançon du bananier *Cosmopolites sordidus* à la Trinidad, Antilles Anglaises). *Trop. Agriculture*, oct.-déc. 1953, vol. 30, n° 10-12, p. 216-223.
14. BATCHELDER (C. H.). — Experimentos insecticidas para combatir el picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germ.) en las plantaciones de abacá (Essais d'insecticides pour lutter contre *Cosmopolites sordidus* Germ. dans les plantations d'abacá) *Turrialba*, apr.-jun. 1954, vol. 4, n° 2, p. 88-93.
15. CUILLÉ (J.) et GABRIEL (G.). — Étude au laboratoire de l'efficacité des traitements insecticides du sol. *I. F. A. C. Agr. Col.*, Annales 1951, n° 3, p. 53-68.
16. CUILLÉ (J.). — Recherches sur le Charançon du bananier, série technique n° 4. *S. E. T. C. O.*, 1950, p. 200.
17. VILARDEBO (A.). — Activité insecticide du sol de bananeraie à la suite des traitements. *I. F. A. C.*, Annales 1951, n° 3, p. 45-47.
18. (Voir 4).





Les traitements aériens en bananeraie contre *Cercospora musae*

(NOTE PRÉLIMINAIRE)

L'extension des surfaces traitées contre Cercospora musae selon la technique des brouillards légers huileux nous incite à étudier les possibilités offertes par l'aviation phytosanitaire. Avant que ne soient entrepris des essais et des applications en grand dans les bananeraies du Cameroun et de Guinée, nous avons à tenu à nous livrer à une étude préliminaire dont nous donnons les conclusions ci-après.

Il semble bien qu'aucune difficulté insurmontable ne surgisse pour adapter les traitements aériens aux bananeraies et que ce mode d'application des fongicides huileux soit appelé à jouer un grand rôle pour la lutte phytosanitaire dans un grand nombre de régions bananières.

La méthode de traitement contre *Cercospora musae* a été décrite en détail lors de publications antérieures (1 à 4) dans cette Revue.

Jusqu'à ce jour nous avons toujours opéré avec des appareils terrestres pour produire un nuage pesticide qui, projeté à une distance aussi grande que possible du sol, retombait sur les bananiers dont il assurait la protection antifongique.

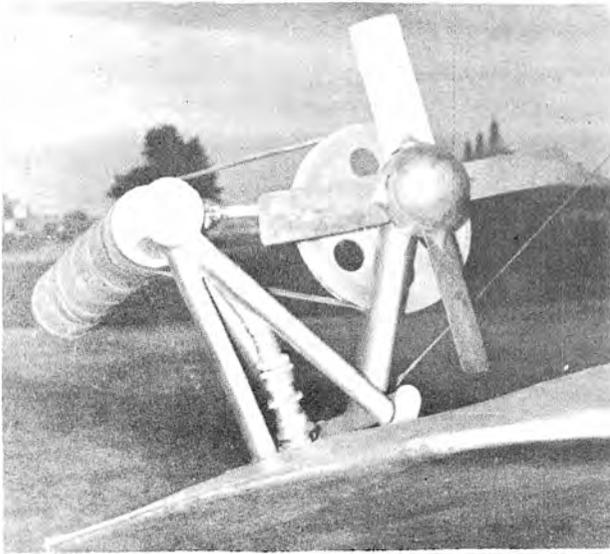
Pour parvenir à un bon résultat, il fallait que l'appareil de traitement produise un nuage composé de gouttes d'une taille aussi constante que possible et d'un diamètre déterminé. Entre 50 et 100 microns, selon la puissance de l'appareil, le traitement est possible, par vents faibles ou moyens. Ce mode d'application n'est réalisable qu'avec des pesticides à support huileux, nous avons pu voir secondairement que l'huile ne jouait pas seulement un rôle de support mais possédait aussi une activité importante sur le champignon lui-même.

Si l'on analyse les phénomènes mis en cause lors

du traitement, on se rend compte qu'il n'y a aucune nécessité à émettre le nuage pesticide, du sol, pour obtenir sa retombée sur la culture à traiter. Par ailleurs, le faible débit de liquide nécessaire pour un hectare, 15 à 20 litres de bouillie huileuse, fait qu'un aéronef, même petit porteur, tel que l'hélicoptère pourrait assurer le traitement de vastes surfaces sans être tenu à des ravitaillements trop fréquents.

Sur le plan technique, les traitements en bananeraie semblent donc, *a priori*, répondre aux conditions optimum d'emploi des engins aériens, il n'empêche que la rentabilité de telles opérations devait être étudiée. Nous allons donc nous efforcer, dans la présente note, d'apporter les éléments permettant d'établir un bilan financier des opérations de traitements aériens en bananeraie, tout en donnant les éléments techniques pouvant servir de point de départ pour les expérimentations futures.

PHOTO 1. — Passage du Figier Moth équipé d'atomiseurs rotatifs.



LES DÉPOTS FONGICIDES

Afin de juger des possibilités offertes par les appareils aériens, il faut, en premier lieu, comparer les dépôts obtenus par ce mode de traitement avec ceux qui sont produits sur la végétation lors des applications avec les appareils terrestres.

L'évaluation des dépôts pesticides sur les feuilles du végétal à traiter est assez complexe et a donné lieu à de nombreuses études. A l'heure actuelle aucune méthode standardisée n'a été admise, il est donc nécessaire, pour un expérimentateur, d'opérer toujours dans les mêmes conditions et de ne comparer que des résultats obtenus selon le même mode opératoire.

Pour notre part, les comptages et les numérations de gouttelettes, sont faites après prélèvement sur des plaques de verre de 9 x 12 cm. Au début ces plaques étaient enduites de graisse au silicone afin de diminuer la dispersion de la goutte à la surface de la plaque de verre, depuis nous avons adopté la plaque de verre nue et un coefficient de correction établi après mesure de l'angle de raccordement (EDWARDS et RIPPER) (5).

Avec ces éléments, on peut admettre que la couverture actuellement réalisée sur les feuilles de bananiers, lors des applications terrestres, par brouillards légers huileux est de l'ordre de :

à un débit de 50 litres de bouillie/ha et un diamètre moyen des particules de 50 microns, le nombre de par-

ticules par centimètre carré devrait être de 2 950 par centimètre carré ;

au débit normal de 20 litres/hectares ce nombre est de 1 180 gouttes de 50 microns par centimètre carré.

En réalité, comme aucun appareil atomiseur ne produit des gouttelettes absolument uniformes, il existe une grande variété de résultats possibles. Plus le pourcentage, en volume, de gouttes d'une taille très supérieure ou très inférieure à 50 microns est élevé, moins le résultat final est bon. Une assez grande marge est laissée cependant, surtout pour les valeurs maxima, à condition que le nombre des particules de grand diamètre ne s'élève pas trop considérablement.

DÉBIT/H. A	50 l/ha		20 l/ha	
	Nb/cm ² gouttes	Nb correspondant 50 μ	Nb/cm ²	Nb correspondant 50 μ
10-25	165	10	66	4
40-50	200	200	80	80
55-65	200	561	80	224
85-100	100	800	40	320
100-150	65	740	26	296
150-300	10	640	4	256
Total		2 951		1 180

Dans le tableau ci-dessus, nous reproduisons un exemple de répartition de gouttes établi en banane-

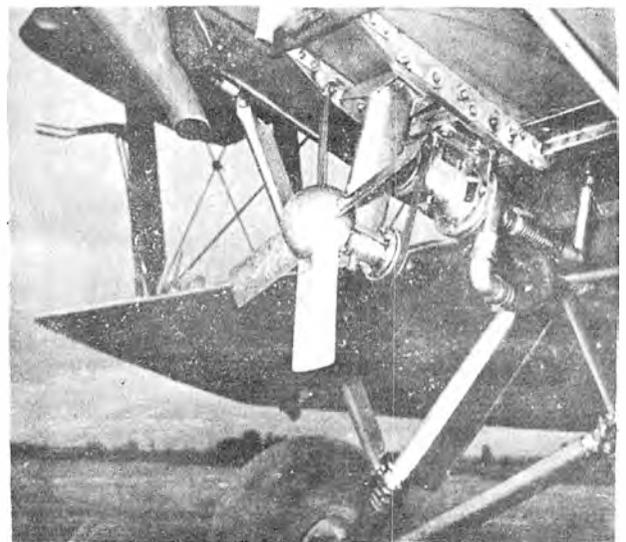


PHOTO 2. — En haut : détail de l'atomiseur rotatif.

PHOTO 3. — Ci-contre : la pompe avec son hélice d'entraînement.
Photos Ardic

raie (1) et la correspondance, en volume (4), avec la répartition idéale, soit une couverture absolument uniforme de gouttes de 50 microns de diamètre.

Ces chiffres ne sauraient posséder une rigueur mathématique, ils doivent être considérés comme des approximations.

En prenant la base de 1 200 gouttelettes de 50 microns par centimètre carré, pour les appareils terrestres, voyons les performances des appareils aériens.

Avion.

Lors d'un premier essai réalisé en Guadeloupe en 1955, avec un Piper Cub équipé d'une rampe de pulvérisation à jets plats (teejets) (Fig. 4), les essais préliminaires montrèrent que la taille moyenne des particules — 120 microns, à un débit de 25 litres par hectare — produisait un dépôt trop important sur les feuilles de bananiers. Pour le désherbage de la canne à sucre, par contre, cette couverture était parfaitement convenable.

Plus récemment, nous avons eu l'occasion d'étudier (1) les dépôts réalisés par un Tiger Moth, équipé d'un dispositif d'atomisation rotatif Micronair (6) (Fig. 2 et 3).

Nous avons pu constater que l'atomiseur produisait des gouttelettes de 55 microns de moyenne, 79 % des particules étant d'une taille supérieure à 15 microns et inférieure à 65 microns. Le débit de 20 litres par hectare avait été obtenu, l'appareil avait travaillé malgré un vent violent dépassant 25 km/h.

Ces indications, comparées à celles que nous avons tirées des premiers essais de Guadeloupe, nous permettent de dégager les premières règles à suivre lors des essais ultérieurs prévus en Guinée et au Cameroun.

Le choix entre les systèmes d'émission du nuage ; rampe avec jets à pression et atomiseur rotatif, peut être fait. La rampe, bien adaptée pour certains traitements, ne répond qu'imparfaitement aux nécessités des

applications des fongicides huileux ; le débit peut être réglé de façon convenable, ISLER (7) et THORNTON ont en effet réalisé des essais avec des quantités de bouillie minimales : 11 litres par hectare. Mais à l'altitude nécessaire, pour réaliser ce dosage (15 m, largeur traitée : 40 m par passage), la taille optimum des particules est de 150 microns.

A plus faible altitude, moins d'un mètre de la culture, et un débit de 30 à 40 litres par hectare, la largeur traitée à chaque passage est de 12 à 15 m. Dans certaines zones de la bande traitée, on remarque un excès de produit correspondant à un traitement théorique de plus de 50 litres par hectare (8) (CHAMBERLAIN et col.).

On comprend donc qu'avec ce type d'équipement les risques de phytotoxicité pour le végétal soient élevés : il suffit d'un recouvrement des zones de traitements, dû à un mauvais balisage ou simplement à une saute de vent, pour endommager une ou plusieurs bandes de bananiers. La trop grande taille des particules ne laisse aucune marge de sécurité contre les aléas.

Avec l'atomiseur rotatif, la taille des particules peut être réglée à volonté, par de simples modifications de la vitesse de rotation par l'intermédiaire du pas de l'hélice d'entraînement.

Pour un vol à 1,50 m au-dessus de la culture à une vitesse de 120 km/h, la bande traitée utile sera de 20 à 25 m. On compte dans ce cas un recouvrement à chaque passage, la largeur totale de dépôt des gouttes atteignant 50 m.

Avec des particules d'un diamètre moyen de 50 microns, les dépôts doivent être constitués, comme nous l'avons vu précédemment, de 1 200 gouttes par centimètre carré, BRITTEN et NORMAN (6) lors de leurs essais auraient obtenu une couverture de 300 gouttes de 46 microns par centimètre carré avec un dosage hectare de 2,5 litres.

Si l'on se base sur ces chiffres, le résultat en bananeraie devrait être obtenu avec 10 litres de bouillie par hectare, ce qui constituerait une économie de liquide très appréciable par rapport aux traitements terrestres. Les contrôles que nous avons pratiqués,

(1) Essais organisés par le Syndicat du défense des Intérêts bananiers du Cameroun avec le concours des Sociétés ARDIC et GYRAFRIQUE.

PHOTO 4. — Passage du Piper Cub équipé de rampes sur bananeraie en Guadeloupe.

Photo Ets Gauthier





PHOTO 5. — Hélicoptère Bell C. 47 équipé du Tifa.
Photo Gyrafrique

nous donnent à penser que cette réalisation est tout à fait possible.

Hélicoptère.

On sait que l'hélicoptère est déjà utilisé pour toutes sortes de traitements, son équipement peut être constitué soit par une rampe de pulvérisation comme l'avion, soit par un thermo-aéroliseur Tifa.

Avec la rampe l'hélicoptère ne présente pas, pour la bananeraie, plus d'avantages que l'avion. Ses performances sont les suivantes : à une altitude de 2 m, la bande traitée est de 20 m par passage, la consommation de bouillie atteignant 15 à 20 litres/ha, la vitesse de passage est en général de 25 km/h. Selon les dispositifs de pulvérisations, il ne faut pas espérer obtenir des particules d'un diamètre inférieur à 80 microns, la moyenne étant située entre 80 et 200 microns selon les jets et avec une assez grande hétérogénéité, comme pour l'avion.

Équipé du Tifa, l'hélicoptère produit un nuage dont les caractéristiques sont beaucoup plus intéressantes. On connaît le principe de fonctionnement de cet aéroliseur. Il en existe une version en appareil terrestre qui a été largement utilisée lors de nos premiers essais aux Antilles (9-10). Avec l'hélicoptère le montage est infiniment plus simple que pour le Tifa terrestre. Les gaz d'échappement du moteur sont collectés et passent dans un venturi de chaque côté de l'appareil. Un gicleur de liquide débouche également à un endroit donné du venturi. Sous l'effet de la vitesse de passage des gaz et de leur température élevée, la veine liquide est dispersée en un nuage de fines particules. Le réglage de la taille de ces particules se fait en agissant sur le débit de liquide.

Nous avons vu, avec le Tifa terrestre, que d'excellents résultats étaient obtenus en bananeraie, aux plus forts débits de l'appareil ; dans tous les cas les gouttes inférieures à 15 microns étaient perdues pour le traitement. Les impératifs de l'application terrestre nous obligeaient à faire fonctionner le Tifa dans une zone d'utilisation pour laquelle il n'était pas fait.

En application aérienne, avec un nuage peu différent, de plus grandes possibilités sont offertes. A condition d'adopter une vitesse de passage assez faible pour l'hélicoptère, de 20 à 25 km/h, on dispose, en effet, d'un courant d'air très violent provoqué par le rotor de l'appareil et qui plaque le brouillard au sol grâce aux 60 000 m³ d'air déplacés par minute à la vitesse de 20 km/h.

Toute la mise au point va donc consister à régler la pompe de liquide à une valeur convenable, 250 litres/h semblant un maximum, à déterminer la vitesse de passage et l'altitude voulue pour obtenir la couverture recherchée.

Au cours des essais préliminaires que nous avons suivis, il nous a été permis de constater que 80 % des gouttes recueillies avaient un diamètre situé entre 25 et 75 microns. La vitesse de passage de 35 km/h avait été trop élevée pour assurer le dépôt d'un nombre de gouttes suffisant. Il est facile de remédier à cet inconvénient.

A une altitude de 3 m au-dessus de la culture une bande traitée utile de 20 m au moins doit être obtenue. La couverture devrait alors comporter environ 5.000 gouttes de 30 microns par centimètre carré, ce qui correspondrait exactement, en volume, à 1.200 gouttes de 50 μ .

RÉALISATION DES TRAITEMENTS

S'il semble parfaitement possible d'obtenir d'aussi bons résultats pratiques avec les appareils aériens convenables qu'avec les atomiseurs terrestres actuellement employés pour la lutte contre *Cercospora* dans les bananeraies, est-ce à dire que les aéronefs devront remplacer rapidement toutes les équipes de manœuvres opérant dans les bananeraies.

Nous ne le pensons pas, car en examinant les conditions particulières à chaque pays producteur de bananes on se trouve en présence de problèmes précis, tous différents, et qui ne peuvent bien entendu recevoir une solution unique.

Afin d'aider à cette étude préliminaire de l'oppo-

tunité de tel moyen de traitement, nous allons envisager pour chacun les impossibilités qu'il peut rencontrer et les circonstances favorables à son adoption.

Appareils terrestres.

Leur emploi est possible dans tous les cas, que ce soit sur Bananiers Sinensis, Lacatan, Robusta ou Gros Michel (12). En terrain accidenté et en moyenne culture l'appareil à dos assure un service idéal ; en grande culture et en terrain peu accidenté l'atomiseur à grand travail est à préconiser.

S'il est toujours possible dans l'absolu d'assurer le traitement, il peut être plus économique, plus rentable ou même techniquement plus efficace d'opter pour les traitements aériens.

Les motifs en seraient alors les suivants :

— Difficultés ou impossibilités de conserver une main-d'œuvre stable suffisamment spécialisée. Cette considération constitue un impératif absolu, le résultat du traitement dépendant au premier chef de la qualité de l'opérateur.

— Les atomiseurs tractés devant être employés, les investissements nécessaires à l'aménagement des plantations se révèlent beaucoup trop coûteux pour l'exploitation.

— L'étude économique montre un large bénéfice en faveur des traitements aériens.

Les deux premières conditions n'attirent aucun commentaire, quant à la troisième, pour la déterminer, il faut chiffrer le prix de revient exact des traitements terrestres.

Il nous est impossible, dans cette note de prévoir en détail tous les éléments variables.

Un prix de revient de 3 000 à 4 000 f/ha par application est atteint dans la plupart des cas, le prix de l'huile et du fongicide étant compris dans cette estimation. La répétition des applications assurant le plein emploi du matériel ne diminue pas considérablement ce prix de revient, les frais d'investissement étant très faibles par rapport aux frais de fonctionnement.

Appareils aériens.

Matériellement l'avion ou l'hélicoptère pourraient assurer le traitement en toutes circonstances. Remarquons cependant qu'un terrain très accidenté et des plantations de haute altitude restreindraient considérablement ces possibilités en affectant la rentabilité des applications.

Mais le seul impératif est en réalité la durée de travail effectif au cours de l'année. On conçoit très

bien, en effet, qu'un matériel coûteux, mis en œuvre avec le concours de spécialistes au cours d'opérations d'un prix de revient élevé ne se justifie, économiquement, que sur de très vastes surfaces ou tout au moins sur des superficies moyennes traitées régulièrement.

PHOTO 6. — Hélicoptère Bell C. 47 détail de l'atomiseur.
Photo Gyrafrique



Outre les équipages et les appareils, tout un service travaillant au sol est nécessaire, tant pour le ravitaillement, l'entretien, que le balisage des zones traitées. Avec les aéronefs les traitements ne peuvent être entrepris qu'à l'échelon d'un territoire entier ou d'une très grande plantation. Dans bien des cas, il devra être complété par une équipe de traitements terrestres, opérant dans les régions ou dans les parcelles qu'il ne serait pas possible, ou pas rentable de traiter par la voie des airs.

Avion ou hélicoptère.

Avec l'avion, il semble que la rentabilité soit assurée dès que la surface traitée en un an atteint 12 000 ha, soit 600 ha traités 20 fois ou 1200 ha à 10 applications.

Pour cette surface, le traitement par avion serait moins coûteux que le traitement terrestre. Mais si l'opération porte sur 30 000 à 40 000 ha, le prix de revient sera diminué de moitié, le prix du produit n'étant pas compté bien entendu.

Ces estimations tiennent compte aussi bien des frais au sol que ceux de traitement proprement dit.

Lors d'une campagne de lutte, un avion doit pouvoir travailler 500 heures pour dépasser le seuil de la rentabilité, on admet, en effet, que dans les plantations de l'Union française, il sera difficile de dépasser 25 ha traités par heure de vol.

Bien qu'un avion volant à 100 km/h fasse son passage à une cadence de 200 ha/h, il ne travaille effectivement que 8 minutes par heure, soit 15 % de son temps. Pendant 85 % de la durée de l'opération, les aller et retour au terrain de ravitaillement, les décollages, atterrissages, remplissages de réservoirs occupent l'appareil.

PHOTO 7. — Passage de l'hélicoptère lors des essais préliminaires.
Cliché I.F.A.C.



Des terrains d'atterrissage sont à prévoir et à entretenir ; leur proximité des zones à traiter est nécessaire si l'on ne veut pas voir la rentabilité diminuer.

Le Tiger Moth équipé du Micronair porte une charge permettant de traiter 25 à 30 ha à chaque vol.

Outre l'impératif constitué par les pistes d'envol, l'avion serait empêché de réaliser un bon travail dans des plantations comportant des arbres, vestiges de forêts anciennes. De longues bandes de bananiers bien orientées par rapport aux vents dominants constituent un champ d'activité idéal pour l'avion.

L'hélicoptère ne connaît pas les mêmes servitudes que l'avion quant aux pistes d'envol, sa maniabilité et sa faible vitesse de passage le rendent apte à exécuter les traitements en toutes circonstances, bien que les hautes altitudes diminuent son rendement.

Cependant le prix élevé de ces appareils et les révisions fréquentes dont ils sont l'objet font que leur heure de vol est d'un prix élevé. Plus encore que l'avion c'est une nécessité de les employer au maximum de leur disponibilité.

Si l'on compte un travail effectif de 25 ha par heure de vol, 80 % du temps est employé par le traitement et 20 % seulement pour le ravitaillement et les trajets : 1 600 heures de vol soit 40 000 ha traités par an seraient nécessaires pour atteindre le seuil de la rentabilité avec trois hélicoptères bénéficiant des mêmes services au sol. En fait avec deux appareils assurant 1 000 heures de vol par an soit 25 000 ha, l'opération

serait possible, mais l'étalement de la période de lutte sur 9 mois serait nécessaire.

L'hélicoptère porte un poids inférieur à celui qu'enlève un avion Piper Cub ou Tiger Moth, mais avec un nébulisateur, les 180 kg de bouillie portés par le Bell 47 mû par un moteur de 260 CV, peuvent assurer le traitement de 20 ha, ce qui ne saurait influencer défavorablement la cadence de travail.

Nous pensons que les considérations ci-avant sur l'avion et l'hélicoptère indiquent nettement les conditions d'emploi de l'un ou de l'autre de ces deux appareils. Sur de très vastes surfaces, accidentées ou mal dégagées, en l'absence de pistes d'envol, l'hélicoptère est très valable. L'avion pourra traiter un grand nombre de petites plantations à conditions qu'elles soient situées à proximité d'un terrain spécialisé; il pourra rayonner et se déplacer jusqu'à des centres plus éloignés, mais sera gêné par un relief accidenté et des régions boisées.

Conclusion.

Après avoir montré qu'il était tout à fait possible d'adapter la méthode de traitement par brouillards légers huileux à l'aviation phyto-sanitaire, convenablement équipée, nous avons indiqué les conditions générales de rentabilité de l'emploi des appareils aériens en bananeraie.

Bien qu'il ne soit pas possible de citer des chiffres obtenus dans la pratique, les calculs préliminaires montrent que le prix de revient des applications, déjà très bas par rapport à la plupart des traitements terrestres sur les autres cultures, pourrait encore être diminué par l'emploi judicieux de l'aviation.

Seuls des groupements de planteurs peuvent s'orienter dans cette voie, au moins dans l'Union française. Les traitements sont à envisager à l'échelon de chaque territoire, les surfaces sur lesquelles la lutte doit être entreprise avec chaque type d'appareil doivent être définies afin que soit créé un juste équilibre entre les appareils terrestres et aériens.

Dans ces conditions des économies importantes seraient faites tant sur le prix du travail sur les quantités que des produits fongicides employés et ce qui est plus important encore, des résultats meilleurs seraient obtenus, dans bien des cas grâce à une plus grande uniformité des dépôts et un rythme plus régulier des applications.

J. CUILLE et H. GUYOT,
I. F. A. C.

REFERENCES CITEES

- (1) CLUIE (J.) et GUYOT (H.). *Fruits*, vol. 9, n° 7, 1954, pp. 269-288.
(2) ——— *Fruits*, vol. 10, n° 3, 1955, pp. 107-107.
(3) ——— *Fruits*, vol. 11, n° 4, 1956, pp. 141-150.
(4) ——— *Fruits*, vol. 9, n° 7, 1954, pp. 289-242.
(5) EDWARDS (C. J.) et RIPPER (W. E.). The Proceeding of the British Weed Control Conférence 1953.
(6) BRITEN (F. R. J.) et NORMAN (N. D.) Flight, 23 mars 1956..
(7) ISLER (D. A.) et THORNTON (D. G.) *Agric. Engin. Sept.* 1955, vol. 36 n° 9, pp 600-601-604.
(8) CHAMBERLAIN (J. C.) *Technical Bull.* n° 1110, May 1955, U.S. Dept. of Agric.
(9) GUYOT (H.) *Fruits* 1953, vol. 8, n° 11, pp. 525-532.
(10) ——— *Fruits* 1954, vol. 9, n° 7, pp. 297-301.
(11) BROWN (A. W. A.). *Insect Control by Chemicals*, N. Y. 1951.
(12) DESROSIERS (R.) et AMPUERO (E.). « El. Agro », n° 3, vol. 3, 1956.

