

LE MATÉRIEL DE TRAITEMENT, SON UTILISATION

J. CUILLÉ et H. GUYOT

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHES FRUITIÈRES OUTRE-MER (I. F. A. C.)

Nous avons montré, dans un travail précédent que lors de l'utilisation d'appareils à débit réduit, l'opérateur se trouvait placé devant deux données d'intérêt opposé :

— *La confection d'un nuage pesticide composé de très petites particules permet d'atteindre une grande portée et d'assurer sur la feuille une excellente répartition du pesticide.*

— *La fixation du nuage sur la cible choisie devient particulièrement difficile à obtenir dès que la taille des gouttelettes produites atteint des valeurs trop faibles.*

Le problème des traitements ainsi posé se réduit à la définition de la dimension minimum des gouttelettes d'un nuage en fonction des conditions imposées par le dépôt à réaliser, la nature de la culture à traiter, les conditions atmosphériques du moment, la qualité du pesticide à répandre et le matériel de traitement utilisé.

Il est logique d'étudier la façon de régler la taille des gouttelettes du nuage produit avec les différents appareils avant d'envisager les autres facteurs.

I. LE RÉGLAGE DES APPAREILS A DÉBIT RÉDUIT

Le matériel dont nous disposons actuellement peut entrer dans trois catégories : les pulvérisateurs pneumatiques, appelés aussi atomiseurs à air, les atomiseurs rotatifs et les appareils à thermo-aérosol.

Les pulvérisateurs pneumatiques.

Le nombre des pulvérisateurs pneumatiques actuellement utilisé est très important et l'on ne saurait en faire une énumération complète, que ce soit pour les appareils à dos : K. W. H., Solo, Fontan, Lachazette, Bos, Berthoud, Blasator, B. S. E... ou les appareils portés ou tractés, à grande portée : Platz, Swissatom, B. S. E., K. W. H., Stromboli, Lachazette...

Avec ce matériel l'atomisation est produite par l'éclatement de la veine liquide mise en présence d'un fort courant d'air. A puissance égale la qualité d'un atomiseur peut être évaluée par l'homogénéité du nuage produit. Cette régularité de la dimension des gouttelettes est fonction du dispositif atomiseur lui-même. C'est la mise en présence de l'air et du liquide qui importe le plus : le profil de l'orifice de sortie d'air, l'em-

placement et la forme de la buse d'éjection du liquide sont les principaux facteurs à examiner.

Prenons trois exemples de brouillards réalisés avec différents appareils ; les mensurations des gouttelettes recueillies sur des plaques enduites de magnésie nous fournissent les nombres suivants (pourcentages cumulés) résumés par le tableau ci-après :

Si l'on calcule le diamètre moyen arithmétique, nous obtenons les valeurs :

$$I = 53,6 ; II = 64 ; III = 63,4 \mu$$

Le calcul du diamètre d'une goutte représentant le volume moyen des particules recueillies MMD (*), fournit une donnée déjà plus représentative :

$$I = 77,3 ; II = 126 ; III = 655 \mu$$

(*) Pour le calcul nous utilisons la formule suivante donnant un résultat peu différent de la méthode de Furmidge (3).

$$MMD = \frac{\sum (D \times v)}{n}$$

D = diamètre.

v = volume du total des gouttes de diamètre D.

n = nombre total de gouttes des différents diamètres.

I			II			III		
DIAM. EN μ	% Nb	% VOL.	DIAM. EN μ	% Nb	% VOL.	DIAM. EN μ	% Nb	% VOL.
20	26	0,1	20	25	0,05	25	44,7	0,2
40	50	6,9	40	50	3,36	50	70,3	1
60	71	21,3	60	67	10,25	75	83,7	2,4
		MMD						
80	87	50,7	80	81	24,55	100	92,6	4,6
					MMD			
100	100	100	100	95	54,55	150	95	6,7
			150	99	82,55	200	97,3	11,2
			200	100	100	300	98,6	20,2
						400	99,2	30,1
						500	99,65	44,7
								MMD
						600	99,8	54,3
						800	99,85	60,9
						1 000	100	100

Apparemment le nuage produit par l'appareil 1 sera peu différent de celui de l'appareil 3 ; un observateur aura même l'impression que le nuage du 3 est plus fin que celui de l'appareil 1, car le grand nombre de gouttes de 25 μ (44,7 %) donnera une impression de finesse. Il n'en demeure pas moins que le premier appareil assurera un recouvrement excellent de la végétation, 100 % du volume atomisé divisé en gouttes de 100 μ ou moins, alors que le troisième produira une perte considérable de produit mal réparti sur les feuilles, 70 % du volume de bouillie employée se trouvant sous la forme de gouttes de 500 à 1 000 μ .

L'exemple II montre la limite extrême de ce que l'utilisateur est en droit d'exiger d'un appareil producteur de brouillard.

Les caractéristiques intrinsèques d'un pulvérisateur pneumatiques étant ainsi définies par le MMD ou mieux par la connaissance du spectre total, le réglage à effectuer porte sur la consommation horaire de produit pesticide en relation avec les caractéristiques du nuage que l'on se propose de produire.

La dimension des particules est conditionnée par plusieurs facteurs mis en équation par NUKIYAMA et TANASAWA (1). Si en premier lieu, nous ne tenons

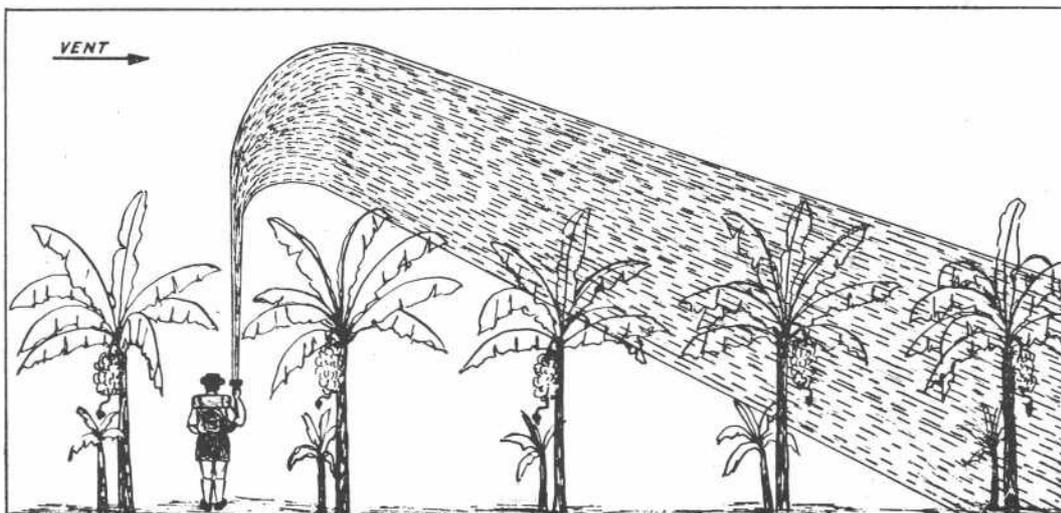


FIG. 1. — Schéma d'un traitement « indirect » par brouillard léger.

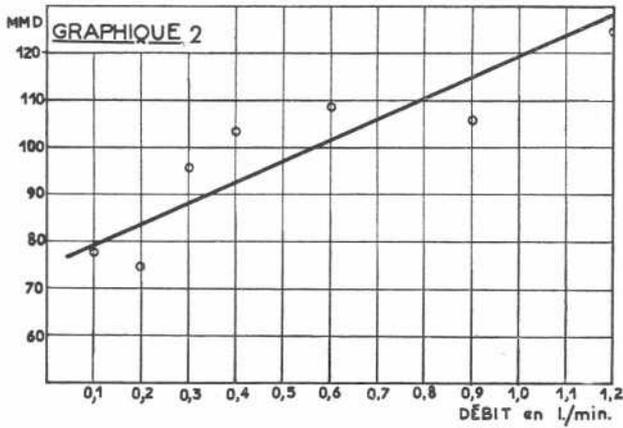


FIG. 2. — Influence du débit de liquide sur le diamètre moyen des gouttes produites.

compte que des facteurs concernant l'appareil atomiseur, la formule simplifiée devient selon FRASER (4) :

$$Ds = \frac{16\ 400}{V} + 39,4 \left(\frac{Mw}{Ma} \right)^{1,5}$$

V = rapport des vitesses air/liquide en ft/s

$\frac{Mw}{Ma}$ = rapport volume air/liquide en lb.

Le diamètre moyen varie donc uniquement en fonction du débit d'air et du débit de liquide de l'appareil, pour un liquide donné, bien entendu. Comme le débit d'air d'un appareil doit être considéré comme constant dans la pratique, où l'on a aucun intérêt à réduire la puissance d'un atomiseur, la dimension des particules sera définie par le réglage du débit de liquide.

Cette condition est très importante, car il est néces-

saire d'ajuster les autres données du problème : vitesse de progression de l'appareil, distance traitée, à la dimension des particules en même temps qu'à la consommation d'huile fongicide.

Nous schématisons ci-contre (fig. 2) les résultats expérimentaux obtenus avec un atomiseur à dos à différents débits. On voit ainsi que le diamètre moyen MMD passe de 78,5 μ pour un débit de 0,1 l/mn à 125 μ pour un débit de 1,2 l/mn.

Le réglage de débit peut se faire facilement : avec les atomiseurs à grand travail possédant une pompe à liquide, la vitesse de rotation de la pompe, l'ouverture d'une vanne ou le diamètre des ajutages peuvent être modifiés à volonté. Pour les petits atomiseurs à dos, le réservoir de liquide est pressionné de façon constante par une dérivation d'air prélevée sur le circuit principal. Il faut cependant considérer que, selon la différence de hauteur existant entre le réservoir et la tête atomiseuse, le débit varie dans des proportions considérables.

C'est la raison pour laquelle les dispositifs fixes, assurant un blocage de la manche à air, sont préférables chaque fois que la possibilité en est offerte. La différence de niveau étant fixée on agit sur le débit soit au moyen d'un robinet soit, ce qui est mieux, en adaptant un gicleur de réduction.

Mais si le résultat recherché peut être ainsi obtenu, il convient de ne pas négliger les caractéristiques du

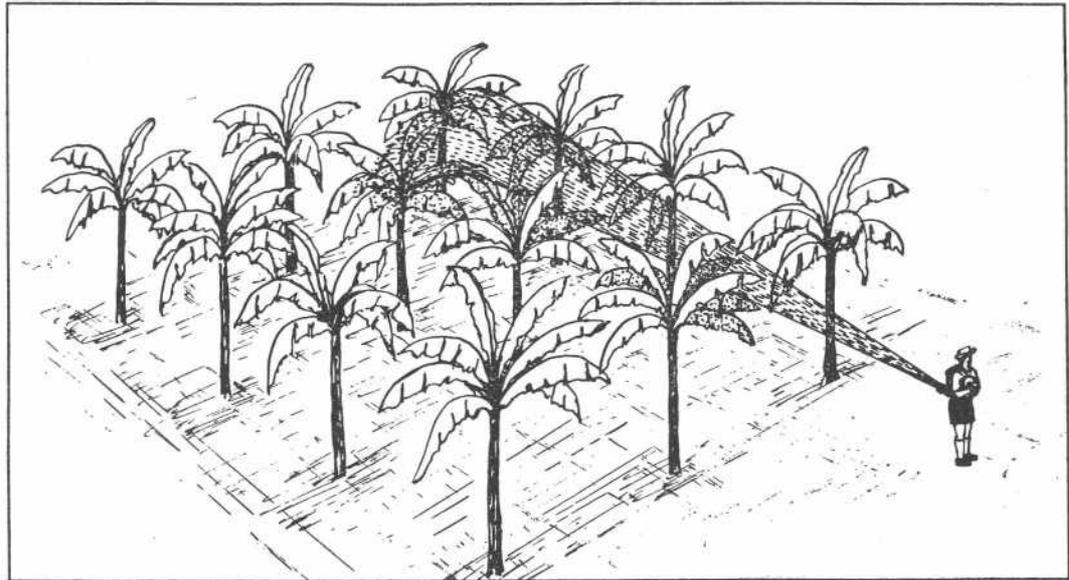


FIG. 3. — Traitement « à double effet ». Le nuage traverse la voûte, avant de retomber.

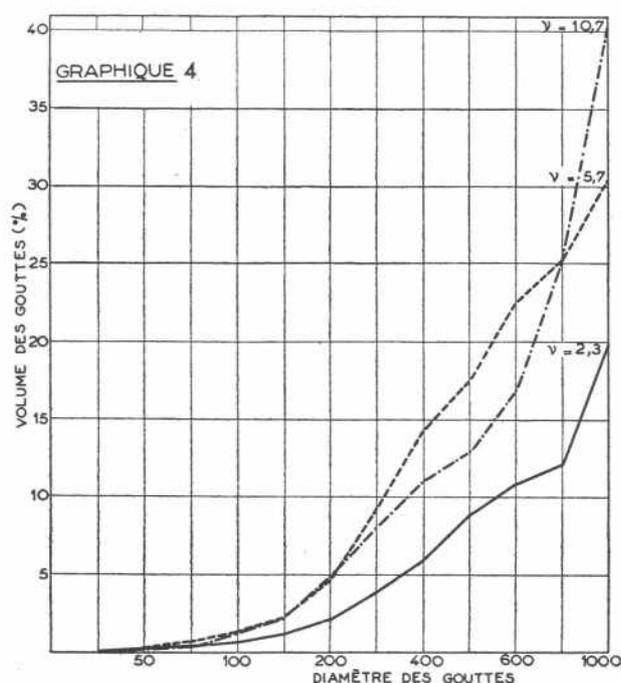


Fig. 4. — Influence de la viscosité sur la dimension des gouttelettes.

pesticide employé ou même d'en tirer parti pour assurer le meilleur rendement possible.

En effet, la formule japonaise, dont nous n'avons cité qu'une simplification, tient compte également des facteurs : densité du liquide, tension superficielle et viscosité (1). Nous ajouterons un autre facteur ultérieurement.

La propriété physique influant le plus sur les caractéristiques du nuage produit est sans conteste la viscosité. Nous pouvons même affirmer que, dans la pratique, le succès ou l'échec d'un traitement proviennent du fait que l'on a su ou non ajuster la viscosité du pesticide aux caractéristiques de l'appareil.

En effet, entre deux liquides parvenant à la même vitesse dans une même veine d'air la viscosité de chacun intervient de façon appréciable sur le spectre produit. C'est le fait traduit dans la formule de Nukiyama et col. Expérimentalement, nous retrouvons ces différences (voir fig. 4) avec quelques irrégularités dues

1. Formule de Nukiyama et col.

$$Ds = \frac{585}{V} \sqrt{\frac{\gamma}{\rho_L}} + 597 \frac{(\eta)^{0,45}}{\sqrt{\gamma \rho_L}} \left(1000 \frac{Q_L}{Q_A} \right)^{1/5}$$

Q_L/Q_A = volume liquide/volume air.

γ = tension superficielle

ρ_L = densité

η = viscosité.

au fait qu'il est difficile de faire varier la viscosité sans modifier aussi la tension superficielle et la densité.

Dans ce graphique, on peut constater que l'augmentation du diamètre moyen (MMD) se fait surtout par l'augmentation du nombre de gouttes de grande taille.

Dans cet exemple nous avons pris les précautions nécessaires pour que les trois liquides s'écoulent dans les tuyauteries à la même vitesse, c'est-à-dire au même débit. On sait que la viscosité d'un liquide peut être mesurée par la vitesse d'écoulement du liquide dans un tube. Si l'on utilise des liquides de viscosités différentes dans un même appareil, sans en modifier le réglage, on obtiendra des vitesses d'écoulement très différentes.

En voici un exemple :

viscosité en ° E	débit en cc/mn à pression constante
1,8	80
4,5	40
7,1	20

Les effets conjugués de ces deux conséquences des variations de viscosité : vitesse d'écoulement et dimensions des gouttelettes peuvent produire les effets suivants :

1° Réduction du débit liquide sans affecter la taille des particules.

C'est là l'utilisation judicieuse de l'influence de la viscosité. Le graphique 2 nous a montré que la réduction du débit entraînait une réduction de la taille des particules du nuage, par ailleurs le graphique 4 indique que le diamètre moyen augmente avec la viscosité.

La diminution des quantités de bouillies peut donc être ainsi poussée beaucoup plus loin que par une simple restriction du débit par un moyen mécanique qui, elle, aurait pour conséquence la formation d'un nuage de plus en plus fin et rapidement inutilisable.

Pour une élévation de viscosités : 3 à 12° E, la diminution de débit influe peu sur la constitution du nuage (fig. 5).

Cette propriété a été mise à profit à de nombreuses occasions non seulement avec des huiles minérales homogènes, mais aussi avec des mélanges d'huiles et de colloïdes ou d'eau et de divers produits épaississants. Nous verrons ci-après les particularités de certains de ces épaississants.

Chaque fois que les suspensions aqueuses peuvent être employées le seul mode possible de réduction du

débit se fait par épaissement de la bouillie afin d'éviter l'évaporation de l'eau, divisée sous forme d'un brouillard trop fin.

2° Accidents dus à des variations de viscosité imprévues.

Le graphique 5 montre nettement que dans certaines marges, le réglage de l'atomiseur étant inchangé, des différences de fluidité du liquide peuvent amener à produire des brouillards très légers avec un très grand débit de liquide (1 à 3° E). Ces variations produisent des différences de dépôts considérables. Si nous ne considérons que le dépôt réalisé à faible distance d'un atomiseur en fonction du diamètre moyen des particules, les variations enregistrées affectent l'aspect de la courbe du graphique 6 p. 466.

On voit sur ce graphique que, pour une cible placée à une distance donnée de l'atomiseur, lorsque le MMD a une valeur de 285 à 290 μ une partie importante du nuage (les plus grosses gouttes) se déposent avant la cible ; entre 230 et 260 μ , le dépôt est maximum puis entre 140 et 120 μ le nuage, trop léger, n'est plus fixé en quantités importantes.

Ces chiffres n'ont pas une valeur absolue et ne sont valables que pour les conditions de notre expérimentation, ils n'ont pas d'autre objet que de montrer l'existence d'une composition optimum d'un brouillard.

*
* *

Pour la réalisation des traitements, nous voyons qu'avec l'atomiseur à air, après avoir défini les conditions pratiques du traitement : débit hectare, vitesse de passage de l'appareil, écartement des bandes traitées et en avoir déduit le débit horaire, il convient de vérifier les dépôts sur la végétation afin d'opérer éventuellement un réglage de la taille des particules en agissant sur la viscosité de la bouillie employée.

Une qualité d'huile ou de bouillie ayant été sélectionnée, il suffit de veiller à ce que le produit livré par le fournisseur demeure constant. Toute irrégularité de la viscosité peut facilement être détectée en vérifiant le débit horaire de l'appareil à l'occasion de chaque nouvelle livraison de produit.

Les atomiseurs rotatifs.

Les atomiseurs rotatifs ont été les premiers à être utilisés pour le travail en bananeraie. Ce sont soit des appareils portatifs, les plus petits de ce type : Micronette et Microsol, soit des appareils portés et tractés Orchard, Popular, M. E. G., soit encore adaptés à des avions ou des hélicoptères : Micronair.

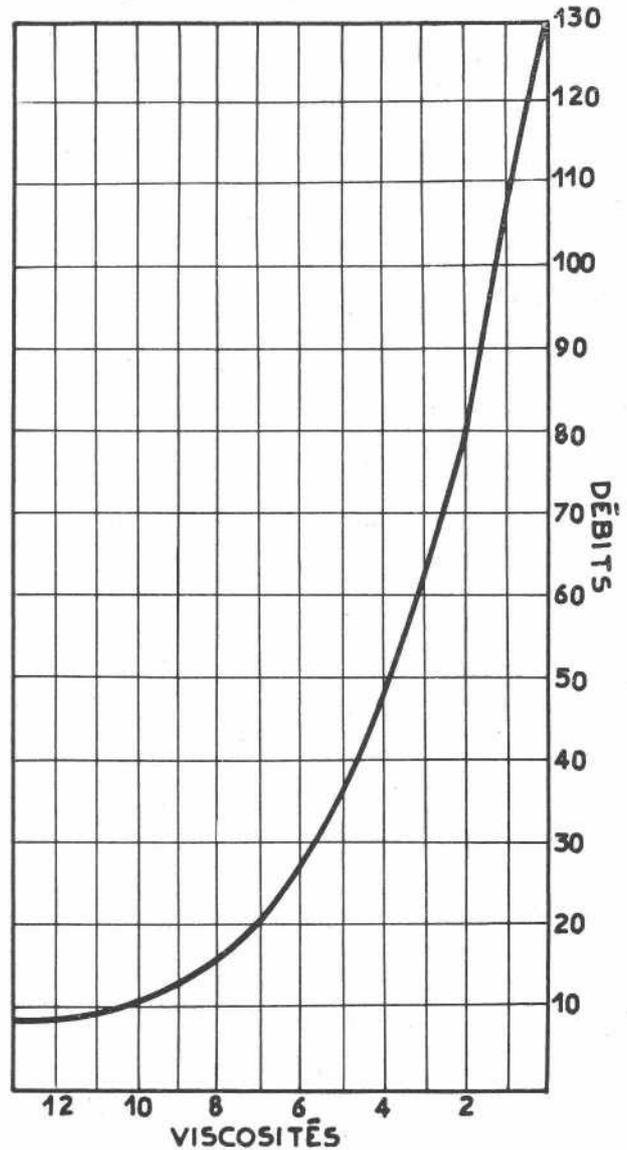
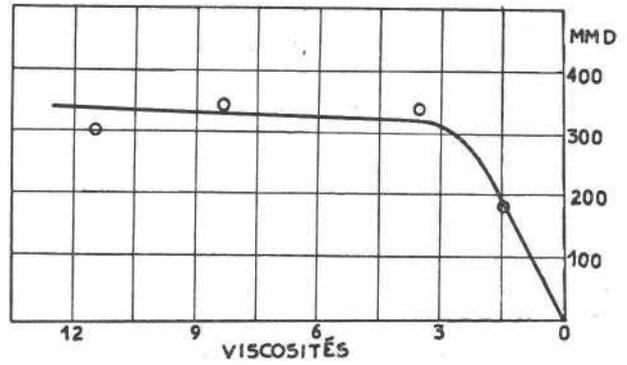


FIG. 5. — Influence de la viscosité sur la dimension des particules (en haut) et sur le débit de liquide (en bas).

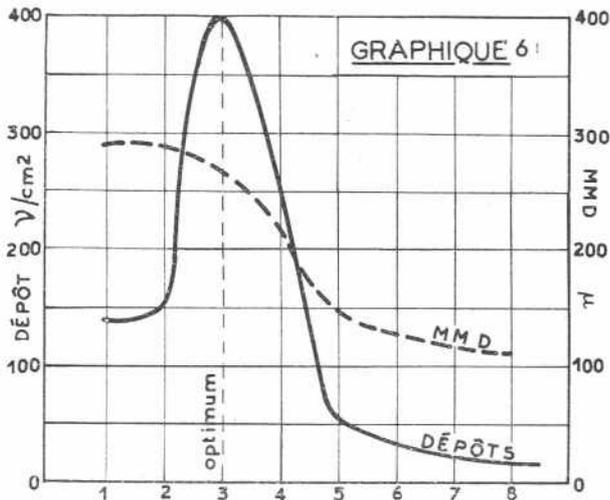


Fig. 6. — Variations concomitantes de la dimension des gouttelettes et de l'importance du dépôt.

Avec ce type d'atomiseurs un disque ou un cylindre perforé, tournant à une grande vitesse, éjecte le liquide introduit en son centre. Secondairement un courant

d'air produit soit par une turbine, soit par le simple déplacement de l'appareil (avion) assure la projection du nuage.

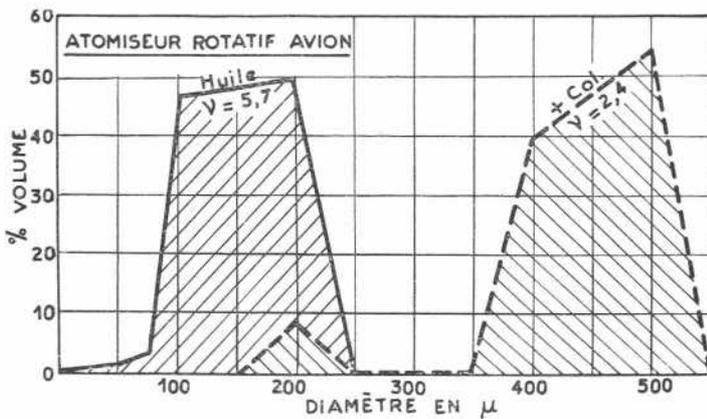
Ce mode de « conditionnement » des gouttelettes conduit à une très grande régularité se traduisant par l'homogénéité du nuage produit. En effet, la qualité de l'atomisation n'est plus tributaire, comme pour l'atomiseur à air, du profil plus ou moins judicieux de la buse d'injection du liquide, ni du débit ni même de la viscosité du liquide.

La formule de HARKINS et BROWN (4) définit le diamètre moyen des particules produites par la force centrifuge :

$$Dm = \frac{360.000}{S} \sqrt{\frac{y}{D\rho l}}$$

- S = vitesse de rotation en t/mn
- y = tension superficielle en dynes/cm
- D = diamètre du disque atomiseur
- ρl = densité du liquide.

Seule la densité du liquide et sa tension superficielle influent et ce très faiblement avec les produits pétro-



← Fig. 7. — Spectre des gouttelettes produit avec une huile ordinaire (à gauche) et avec un agent résistant à la dislocation (à droite + col.). Remarquer dans ce deuxième cas une classe de gouttes de 200 μ .

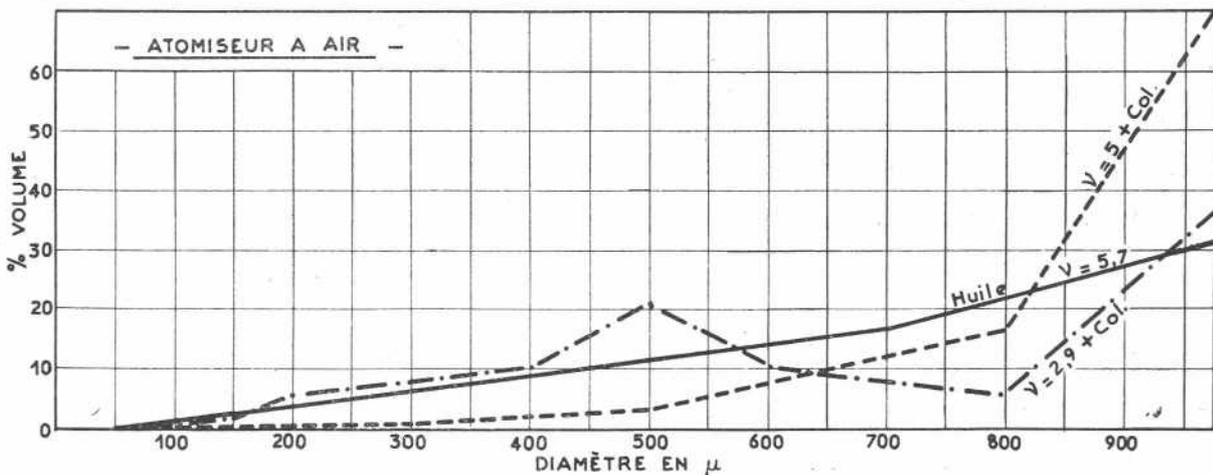


Fig. 8. — Comportement de l'agent résistant à la dislocation (+ col.) avec un atomiseur à air.

liers utilisés habituellement pour les traitements en bananeraie.

Avec un appareil donné le seul réglage à opérer est celui du débit horaire nécessaire au traitement d'une surface considérée, il se fera comme pour les atomiseurs à air soit par restriction de l'écoulement soit par élévation de la viscosité. La dimension des particules est en général réglée une fois pour toutes par la vitesse de rotation. Celle-ci correspond, en effet, au régime optimum du moteur employé et si plusieurs combinaisons peuvent être faites, il est souvent préférable et plus commode d'opérer constamment au même réglage sans avoir à réaliser des opérations mécaniques au moment d'un traitement.

Une certaine polyvalence peut cependant être obtenue en agissant non pas sur l'appareil mais sur le produit atomisé lui-même. La diminution de la tension superficielle et l'augmentation de la densité sont les deux données connues de HARKINS et BROWN pour diminuer le diamètre moyen des gouttelettes produites, mais il en existe une autre qui est ce que nous appellerons la « résistance à la dislocation » d'une huile.

A propos des atomiseurs à air nous avons vu comment la viscosité, mesurée par la vitesse d'écoulement influait sur l'éclatement de la veine liquide et la formation du nuage. Il existe cependant des exceptions : certains colloïdes solubles dans les huiles légères élèvent peu la viscosité (vitesse d'écoulement) mais s'opposent à l'atomisation. Tout se passe comme si le colloïde formait un réseau solide à l'intérieur de l'huile servant de solvant et s'opposait à sa dislocation par la veine d'air : le pulvérisateur pneumatique produit alors un nombre important de très grandes gouttes, voir graphique 8. Ces produits ne peuvent donc être utilisés que dans quelques cas particuliers ou à de très faibles concentrations.

Mais avec l'atomiseur rotatif le colloïde obéit aux mêmes règles que tous les autres produits et l'on peut à volonté confectionner des nuages de plus en plus lourds tout en conservant une très bonne homogénéité du spectre (voir graphique 7). Cette propriété a été utilisée pour les traitements aériens à haute altitude que nous décrivons ci-après.

Les thermo-aéroliseurs.

Avec les appareils à thermo-aérosols, le courant d'air produit est porté à une haute température 350 à 700° C. L'échauffement peut être provoqué par une simple chambre à combustion des vapeurs d'essence comme avec le Tifa, ou par récupération des gaz d'échap-



PHOTOS 1 et 2. — Réglage des appareils à dos pour le traitement à « double effet ».

pement du moteur (Solo). Les pulso-réacteurs, Swing-fog et Pulsavia, utilisent les explosions du carburant

non seulement pour échauffer le système mais aussi pour produire une poussée d'air assurant l'atomisation.

Dans tous ces appareils, l'appoint d'énergie apporté par le chauffage, permet d'obtenir une division extrême du liquide. Ce matériel est donc très bien adapté au traitement par fogging, fogging léger surtout (1, 5 et 6). En théorie rien ne s'oppose à la confection de nuages plus grossiers, mais des problèmes pratiques difficiles à résoudre se posent alors.

II. L'UTILISATION DES APPAREILS DE TRAITEMENT A DÉBIT RÉDUIT

Il apparaît, après trois années d'expériences, que la classification des traitements que nous avons ébau-



PHOTO 3. — Traitement en « fogging » (nébulisation vraie).

chée (1) puisse se réduire à trois formes d'applications :

- La nébulisation vraie ou fogging.
- Le traitement par brouillard léger ou drift spraying.
- Le traitement direct ou blast spraying.

Bien qu'il existe encore une grande confusion sur ces termes, qui mériteraient d'être normalisés, les chercheurs et techniciens des différents pays admettent ces mêmes notions : on parle souvent de brouillards secs et humides. Nébulisation et atomisation désignent parfois des opérations inverses. Il n'en demeure pas moins que selon la consistance du nuage produit il apparaît soit sous la forme d'une fumée qui emplît petit à petit l'atmosphère, soit d'un brouillard assez léger pour dériver avec le vent et recouvrir la végétation sur une certaine surface soit enfin d'un jet direct que l'on dirige vers la végétation ou vers le sol.

Pratiquement tous les traitements pesticides peuvent être réalisés avec un faible volume de produit en choisissant l'un de ces trois modes opératoires.

Pour équilibrer l'excès d'énergie, il faut augmenter le débit de liquide et la grande difficulté consiste alors à mettre la veine liquide en présence de l'air chaud d'une façon convenable.

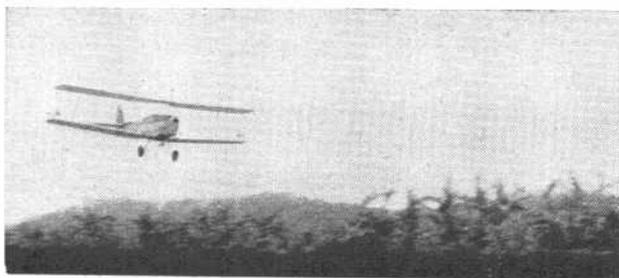
Cette mise au point est en cours de réalisation avec le Pulsavia qui possède une source d'énergie considérable. Pour les autres appareils il est peu rationnel de dépasser un diamètre de 25 μ . Le réglage est sensiblement le même que celui des atomiseurs à air.

Nébulisation vraie.

Cette technique est réservée en général aux traitements des cultures ou des locaux au moment où les insectes à combattre sont présents dans l'air. L'activité résiduelle est faible si les conditions ambiantes ne permettent pas le dépôt du nuage. Avec des particules élémentaires de 15 à 20 μ , taille optimum pour la fixation sur l'insecte (7), en air absolument calme le nuage doit stagner près d'une demi-heure pour pouvoir se poser. Dans certains cas il peut suffire que le nuage se déplace à travers la culture pour détruire les insectes. Les appareils à thermo-aérosols sont les seuls employés pour ces applications, que nous n'avons pas eu l'occasion d'étudier particulièrement.



PHOTO 4. — Atomiseur à grand travail ; nuage typique, pour brouillard léger développé au-dessus de la culture.



PHOTOS 5 et 6 — Traitements par avion au ras des bananiers.

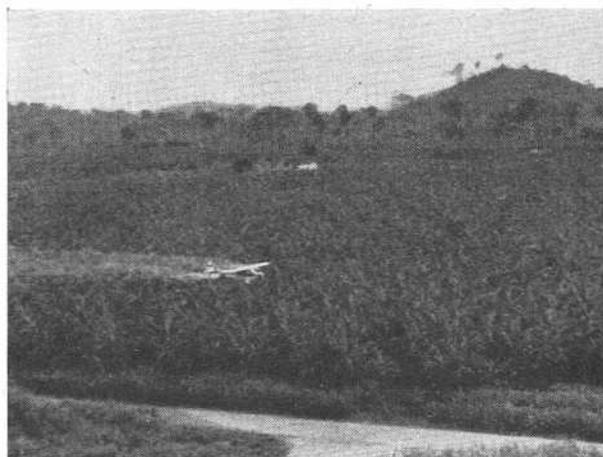
Brouillards légers.

Cette technique a été maintenant largement utilisée pour les traitements en bananeraie et sa description détaillée a déjà été faite à plusieurs reprises (1, 8, 9). Les principes n'ont pas été modifiés, mais devant les conditions particulières rencontrées dans plusieurs circonstances des variantes ont été apportées. Leur description montrera certains développements possibles de ce principe de traitement, un nombre plus grand encore reste à découvrir dans le cours des expérimentations à venir.

Le traitement par brouillards légers tel qu'il a été défini peut être qualifié d'« indirect », le brouillard projeté verticalement le plus haut possible redescend tout en dérivant sous l'influence d'une faible brise (fig. 1 p. 462). Le principe est donc de développer le brouillard d'huile au-dessus de la culture à protéger et de laisser faire ensuite les mouvements de l'air pour assurer la dissémination.

Les caractéristiques du nuage doivent donc être adaptées à la trajectoire qu'on lui demande d'effectuer et ce quelles que soient les conditions ambiantes. Il est intéressant de produire un brouillard aussi lourd que possible compte tenu des impératifs imposés par la répartition des dépôts sur les feuilles, la pénétration dans la masse végétale et la portée à atteindre.

Les dépôts sur la végétation sont aisés à déterminer, ils correspondent à $50 \gamma/cm^2$ en moyenne avec des variations pouvant aller de 20 à 200 γ . En bananeraie la surface foliaire représentant environ quatre fois la surface plantée le résultat peut donc être obtenu avec 10 à 20 l de bouillie huileuse par hectare planté. Les extrêmes quant à la dimension des gouttelettes élémentaires des brouillards peuvent osciller entre 50 et 500 μ . Les appareils employés, atomiseurs portatifs, appareils à grand travail, appareils aériens, déterminent les conditions d'emploi, au premier chef.



Atomiseurs à dos.

Pulvérisateurs pneumatiques et rotatifs, réglés au débit de 20 l/h, avec une huile d'une viscosité de 5° Engler, produisent généralement un nuage composé de gouttelettes de 50-200 μ pour un MMD de 85 μ . Ce brouillard est suffisant pour éviter les effets thermiques se manifestant sous la forme de mouvements de convection verticaux, ou l'entraînement par des vents de moins de 6 km/h. Les dépôts sont de l'ordre de 200 à 350 gouttes par centimètre carré.

Les principales causes de réussite ou d'échec de ce mode de travail ont été analysées (8 et 9). On a vu que le traitement ne donnait de très bons résultats que si le jet de l'atomiseur pouvait être dégagé de la frondaison.

Les pulvérisateurs pneumatiques produisent une véritable colonne qui ne s'épanouit qu'à plusieurs mètres du point d'émission. Toute atteinte directe sur le végétal à faible distance, occasionne des brûlures et, ce qui est plus grave, nuit considérablement à la bonne répartition du fongicide. Les plantations doivent donc être aménagées, pour ce mode de traitement. De plus lorsque les brises sont instables ou inexistantes l'application est rendue plus délicate. En cas d'ascendance marquées, il est nécessaire d'augmenter le calibre des gouttelettes.

Atomiseurs à grand travail.

Tractés ou portés sur tracteur, ces appareils peuvent avoir une portée verticale de plus de 20 m.

Comme avec ce matériel, on dispose généralement d'un dégagement suffisant pour projeter le nuage verticalement sans atteindre directement une partie de

la culture, on peut constituer un nuage un peu plus lourd que celui des appareils à dos, les très grosses gouttes étant également éliminées.

Le diamètre moyen (MMD) de 100 à 120 μ avec une dispersion de 50 à 250 μ permet en général les meilleures performances. Comme les débits horaires sont importants 150 à 250 l/h pour un atomiseur ayant une portée de 30 à 40 m, il faut attacher une grande importance au dispositif d'atomisation. L'atomiseur à air classique risque, dans la plupart des cas produit un excès de particules de grande taille, l'atomiseur rotatif ou des dispositifs de pré-atomisation tels que le procédé Borchers, sont alors à préférer.

Les atomiseurs à grand travail trouvent leur meilleur champ d'action dans les régions ayant un régime de brises marines bien installé, aux Antilles ou près du littoral de la côte d'Afrique. Le traitement au-dessus de la voûte des feuilles peut alors être réalisé avec des cadences de plus de 10 ha/h, et une bande traitée de 25 à 30 m par passage.

Dans les régions à fortes turbulences l'atomiseur à grand travail se trouve être d'un emploi délicat, il faut choisir les périodes de travail, d'autres méthodes de lutte sont généralement préférables.

En bananeraie le traitement peut être fait à 15 l par hectare.

Traitements aériens.

L'expérience que nous avons des traitements aériens concerne presque exclusivement les applications d'huiles fongicides par avions équipés d'atomiseurs rotatifs (10).

Le principe est exactement le même que le traitement terrestre indirect. L'avion forme une nappe de brouillard aussi étendue que possible au dessus de la culture, et la chute n'est plus dirigée que par les courants d'air normaux. Il est bien évident que le brassage d'air produit par le passage de l'appareil a une influence, mais on ne recherche pas un placage direct au sol comme dans certains traitements par hélicoptère.

Les conditions de survol des bananeraies, au cours des traitements effectués pendant toute la campagne au Cameroun, ont obligé à recourir à deux modes de travail différents : le passage à faible altitude et le survol à haute altitude.

— Dans le premier cas l'appareil vole à 1 à 3 m de la cime des bananiers, la vitesse est de 100 à 120 km/h. Le nuage s'étale sur une cinquantaine de mètres de large et l'avion recoupe la bande traitée en passant tous les 20 m. Le nuage parvient au sol quelques

secondes après le passage de l'appareil. La moyenne de bouillie consommée est de 11,2 l par hectare. Les dépôts sur les feuilles sont très réguliers, pas de brûlures observées sur les régimes ni sur les feuilles.

Le spectre obtenu est schématisé fig. 7 (*huile*), les diamètres des gouttelettes recueillies varient de 50 à 200 μ pour un diamètre moyen MMD de 150 μ , 96 % du volume épandu se trouve formé par les particules de 100 à 200 μ .

Les performances des appareils seront rapportées par ailleurs, signalons que la moyenne de toute une campagne situe le rendement à près de 40 ha traités par heure de travail.

— Lorsque les plantations n'ont pas été établies dans une plaine entièrement dégagée d'arbres, le traitement par avion est encore possible à condition de modifier profondément le calibrage des gouttelettes élémentaires du nuage.

Il s'agit en effet, de produire le brouillard au-dessus de la cime des arbres à 50 m d'altitude environ, et d'assurer sa trajectoire jusqu'à la culture à protéger. La dilution dans l'atmosphère est beaucoup plus considérable que lors des passages en rase-motte et dépasse certainement 100 m, mais, comme l'avion recoupe la bande traitée chaque 20 m, le dépôt final s'effectue en plusieurs fois, et demeure inchangé.

Si l'on étudie ce mode de travail uniquement du point de vue théorique, on s'aperçoit que pour parcourir 50 m une goutte d'huile de 100 μ mettrait 164 s et serait entraînée à près de 250 m par un vent de 4,5 km/h. Dans les mêmes conditions une goutte de 500 μ devrait atteindre le sol en 26 s, le même vent ne la déporterait alors que de 37 m. Pour conserver une précision suffisante et éviter une dilution excessive du nuage dans l'atmosphère, il est donc préférable d'émettre un nuage homogène composé de particules de 500 microns environ.

Ce résultat a été obtenu grâce à l'emploi du colloïde auquel nous avons fait allusion ci-avant. La résistance de ce produit à la dislocation permet d'obtenir le nuage dont le spectre est schématisé figure 7 + (*col*). Pour un diamètre moyen MMD de 440 μ , 92 % des gouttelettes sont situées entre 400 et 500 μ , les 8 % restant ont un diamètre uniforme de 200 μ , il est très possible qu'elles constituent en réalité les satellites des grandes gouttes, ce phénomène se produit parfois avec les atomiseurs rotatifs.

Avec un tel nuage les dépôts sur les feuilles présentent une bonne homogénéité nous avons pu compter 4 gouttes au centimètre carré ce qui correspond bien à un traitement de 10 à 11 l par hectare avec des particules de cette dimension. Le fort pouvoir mouil-



PHOTO 7. — Passage en haute altitude pour le traitement des bananeraies sous ombrage partiel.

lant du produit assure un recouvrement suffisant de la feuille, grâce à sa dispersion en surface.

Il existe d'autres modes de traitements aériens que ceux que nous venons de décrire. Les avions peuvent être équipés de rampes de pulvérisation ou d'atomiseurs à air au lieu de Micronair (atomiseurs rotatifs). Nous n'avons pas eu l'occasion d'expérimenter ce matériel ayant estimé d'après les travaux de CHAMBERLIN et coll. que ce dispositif ne répondait pas exactement aux impératifs des brouillards huileux. En effet, le réglage de la taille des particules est beaucoup plus mal aisé, il interdit pratiquement le traitement à haute altitude. En second lieu la largeur de la bande traitée en rase-motte est inférieure à celle qu'on obtient avec le Micronair, ajoutés à ces difficultés celles d'un réglage plus délicat (pompes et buses de pulvérisation).

Avec les rampes de pulvérisation, le spectre semble beaucoup plus étendu, également qu'avec l'atomiseur rotatif (I2), et la régularité des dépôts moindre.

Quant à l'utilisation de l'hélicoptère, elle est actuellement expérimentée avec les appareils à turbine Alouette et Djin. Les premiers problèmes à résoudre concernent la position des atomiseurs sur l'appareil pour profiter au mieux des filets d'air incidents. Les études de rentabilité sont également à faire, car nous pensons avec RIPPER (I3) que chaque mode de traitement avion et hélicoptère possède son champ d'action optimum, leur emploi ne peut être décidé arbitrairement, une étude de rendement est à faire pour chaque territoire, voire même chaque région.

*
*
*

Dans les différentes façons de réaliser les traitements « par brouillards légers » nous n'avons envisagé que le cas où le nuage peut être développé au-dessus de la culture. Dans tous ces exemples un brouillard relativement pesant se disperse lentement dans la culture à traiter, mais la trajectoire des particules sans être rectiligne est cependant nettement orientée. Les dépôts les plus importants seront donc effectués sur les surfaces formant obstacle au nuage. Dans la bananeraie ce mode de traitement est suffisant pour permettre une action fongicide totale sur *Cercospora*, mais il peut ne pas en être de même avec d'autres cultures. De plus toute erreur de manœuvre aboutissant à un traitement direct à faible distance endommage la plante atteinte.

Dans certains cas, et c'est la règle dans les bananeraies constituées de bananiers de grande taille, Poyos et Gros Michel, l'effet de voûte est souvent tel que seules les applications avec les grands appareils ou les avions demeurent possibles par le traitement indirect.

Nous avons donc recherché d'autres conditions de travail en développant le nuage non plus au-dessus de la culture mais sous son étage de végétation principal. Ce mode de projection pourrait être qualifié de *double effet*. Par vent faible, ou dans la partie protégée du vent, on projette un brouillard très léger de façon à constituer une nappe aussi étalée que possible dès le début de la projection.

Le nuage s'élève alors, aidé en climat équatorial, par les mouvements d'ascendance de l'air, et traverse en oblique les différents étages de feuilles formant voûte. Arrivé à l'extrémité de sa trajectoire il retombe. Pendant son ascension les dépôts se forment à la face inférieure des feuilles, et pendant la chute, la face supérieure est couverte (fig. 2).



PHOTO 9. — Traitement à « double effet » sous la voûte.

Les appareils atomiseurs à air doivent subir un montage spécial pour cette opération. L'atomiseur rotatif micronette convient, après un simple réglage de la taille des particules. En effet, le grand volume d'air brassé par le ventilateur assure un étalement suffisant de la colonne de brouillard produite.

Mais avec les pulvérisateurs pneumatiques, à plus faible débit d'air et plus forte pression, il est nécessaire d'adapter un diffuseur au niveau de la zone de dislocation de la veine liquide. Ce diffuseur qui dévie les filets d'air augmente l'angle de projection et contribue aussi à l'atomisation. La manche à air étant fixée de façon permanente la direction de la projection peut alors être donnée par le diffuseur (photos 1 et 2).

Les atomiseurs utilisés au Cameroun pour ce traitement avaient un débit horaire de 15 à 20 l, le nuage est composé de gouttelettes de 75 μ de diamètre moyen (MMD) pour des valeurs extrêmes de 25 à 150 μ .

Avec un tel montage, en bananeraie, on ne provoque pas de brûlures sur les régimes de bananes qui ne peuvent jamais être atteints de plein fouet, les feuilles même prises directement dans le jet à moins de 3 m ne sont pas endommagées non plus. Des bananiers

dépassant 5 m de hauteur peuvent aisément être traités avec les petits appareils à dos d'une puissance de 1,5 à 3 CV. En bananeraie homogène un manœuvre traite 1 ha en une heure environ.

Il se pourrait que ce mode de travail puisse être étendu à un grand nombre de cultures en modifiant, sans doute, la composition du nuage pour chacune d'elles. La partie directe du traitement peut en effet être réduite en volume avec des huiles de viscosité choisie. Par ailleurs le diffuseur diminuant la vitesse de projection les dépôts à faible distance sont plus faibles.

On sait que dans ce cas (1) la formule de LATTA (dépôt = *vitesse de la goutte au moment de l'impact X carré de son diamètre*) permet de trouver des valeurs très favorables pour un traitement direct même à l'huile. Toutes les irrégularités proviendraient des grandes particules qui, elles, seraient fixées d'abord à très faible distance. Le bon réglage de l'atomiseur constitue donc une nécessité.

Le traitement direct.

Jusqu'ici nous n'avons envisagé que les applications réalisées avec des brouillards d'huile et aboutissant au traitement d'une culture « en masse » sans chercher à atteindre spécialement telle ou telle plante. L'huile est le seul véhicule possible du produit pesticide, quand elle ne constitue pas par elle-même le fongicide comme c'est le cas pour *Cercospora*.

À côté de ce mode de traitement la tendance la plus habituelle en Europe consiste à utiliser les pulvérisateurs pneumatiques comme des pulvérisateurs classiques. La plante traitée est prise de plein fouet dans le courant d'air produit par l'atomiseur, la consommation de produit dépasse souvent 200 l par hectare.

Il est bien des circonstances où le traitement direct est absolument légitime et même où toute autre façon de procéder s'avère difficile. C'est le cas des traitements du sol contre les insectes ou les herbes adventices.

En appliquant les mêmes principes que pour les traitements à l'huile, il est possible de réduire considérablement la consommation de liquide de l'appareil atomiseur et aussi de produire un nuage qui possède exactement les caractéristiques voulues pour le travail à réaliser.

Nous avons décrit (14) l'une de ces applications à propos de la lutte contre le charançon du bananier *Cosmopolites sordidus*, des traitements analogues ont été faits avec les herbicides.

En principe la consommation de bouillie est d'environ 50 l par hectare. La matière active est dispersée

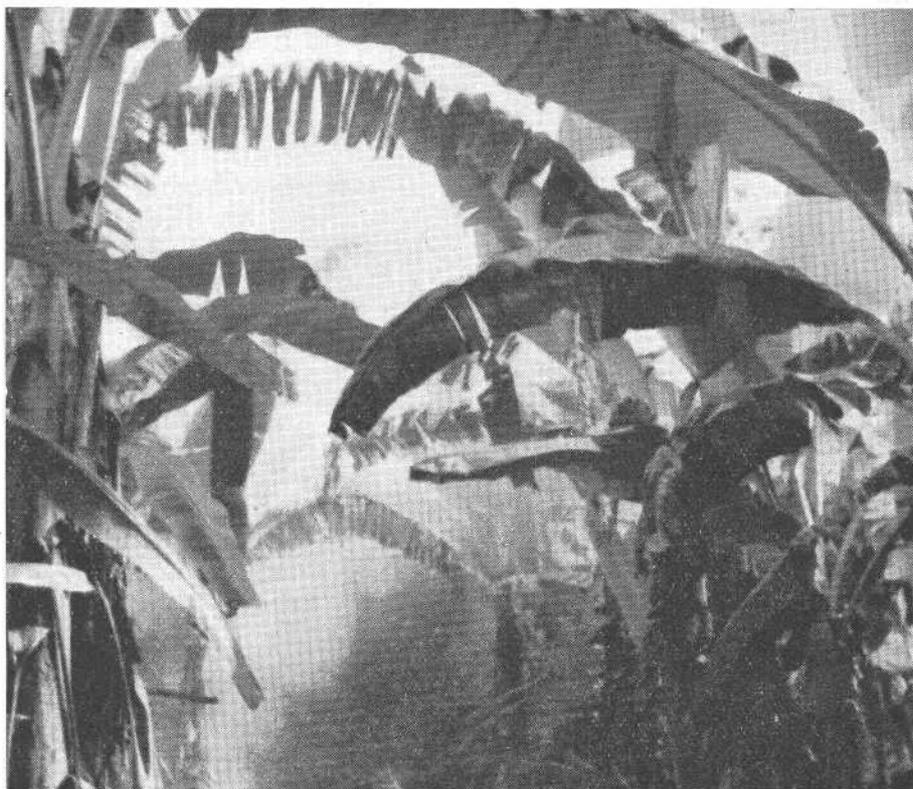


PHOTO 8. — Aspect de la « voûte »
et de la pénétration du brouillard.

dans l'eau et cette suspension est ensuite ajustée en tant que viscosité, mouillabilité et ténacité. La présence d'un produit épaississant est en effet nécessaire à la bonne réalisation de l'application.

Si l'on envisage le problème uniquement sous l'angle de la production du nuage optimum pour ce mode de traitement il faut s'attacher bien entendu à obtenir la portée maximum mais aussi à éviter totalement l'entraînement par le vent.

Au contraire du « brouillard léger », ici on doit réaliser un traitement de précision et fixer la totalité du produit sur la cible choisie.

Autant l'élimination des particules de taille importante a d'intérêt avec les traitements huileux à grande portée, autant ici la tolérance peut être augmentée, non pas au point de nuire à la répartition du produit, mais si l'on admet à l'origine la dépense de 50 l de bouillie lorsque moins de 10 l pourraient suffire largement au recouvrement du sol, une marge assez considérable demeure.

Avec les petits atomiseurs à dos cette marge est nécessaire. En effet comme on s'efforce d'éliminer toute la fraction du nuage située au-dessous de 50 μ , par l'emploi de produits « viscosants » et le fort débit

de liquide, on augmentera le pourcentage des grosses particules.

Bien des points restent à préciser, selon les formules employées et les cultures à traiter. Signalons cependant qu'un développement important des traitements herbicides à faible volume est actuellement en cours aux Antilles. Le résultat peut donc être obtenu, avec des bouillies d'une viscosité de 5° E et un débit de 50 l/ha avec des appareils à dos types K. W. H.

La détermination plus précise des caractéristiques du nuage, son guidage vers la surface à traiter constituent les sujets de recherches actuelles.

Conclusions.

Les quelques exemples cités, résumés par le tableau ci-contre, montrent l'étonnante souplesse des procédés de traitement à débit réduit. Il faut admettre que ces appareils, venus supplanter les pulvérisateurs classiques, peuvent être adaptés à tous les traitements.

A mesure que nos connaissances augmentent sur leur maniement, on voit tout l'intérêt de l'étude des nuages pesticides. Sans vouloir donner au débat un aspect tout à fait théorique, qui ne nous a jamais été

familier en la matière, il faut tenter de rendre par des chiffres les observations faites dans la nature à la simple vue d'un traitement.

L'examen du « spectre » formé par un pesticide entre dans les contrôles du laboratoire au même titre que l'analyse chimique ou la mesure de la viscosité.

Les utilisateurs et les fournisseurs de matériel et de pesticides doivent être avertis des qualités recherchées. Une véritable normalisation est à effectuer. Peu d'aménagements sont à apporter aux appareils en comparaison des progrès à réaliser en matière de formules pesticides. Les qualités d'huiles doivent être mieux définies, de nouvelles formules doivent être commercialisées.

Toute une gamme de spécialités pour l'atomisation

est encore à créer afin que les praticiens puissent choisir sans erreur la formule répondant le mieux à leurs besoins.

Par faute de ces dispositions on a pu remarquer ces dernières années un assez grand nombre d'erreurs qui eussent pu être évitées, notamment les accidents sur la végétation et les régimes dus à de mauvais réglages et à l'emploi d'huiles trop phytocides. Quelques insuccès aussi dans certaines régions sont imputables à un matériel mal entretenu ou défectueux et aussi à l'usage d'huiles trop fluides ou trop visqueuses.

Le contrôle des appareils, des produits et du travail ne nécessite pas, nous venons de le voir, des opérations difficiles : mesures de débits et observation des dépôts suffisent dans la majorité des cas.

Résumé des traitements.

	DIMENSIONS DES GOUTTELETTES DU NUAGE		DÉBIT DE LIQUIDE		BOUILLIE SUPPORT	VISCOSITÉ(*) ° E	MOUVEMENT DU NUAGE
	diam. moyen (MMD) en μ	limites μ	l/ha	l/h			
Nébulisation	15-20	+ de 20	2 à 5		huile légère, fuel, gas-oil, kérosènes	1,5	dilution du nuage dans l'air descendants
<i>Brouillards légers.</i>							
I. Directs.							
Appareils dos.....	85	50-200	15-20	20	huile	3,5-5	—
Atomiseurs grande portée	120	50-250	13-15	160	—	4-7	—
Avions basse altitude ...	150	50-300	11-12	2 640	—	3,5-5	—
Avions haute altitude . .	440	200-500	10-12	2 640	—	2,5-3,5	—
résistance à la dislocation							
II. Doubles effets.							
Appareils à dos.	75	25-150	15-20	15	—	3-4	directs et descendants
<i>Directs.</i>							
Appareils à dos et à grand travail.....	120	75-500	35-65	30	eau + épais-sissant	3,5-5	directs

(*) Viscosité à la température d'utilisation.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) J. CUILLE et H. GUYOT, *Fruits*, vol. 9, n° 7, p. 269-288.
 (2) MAY (K. R.), *Journ. of Scientific Instruments*, vol. 22, n° 10, oct. 1954, p. 187-195.
 (3) FURMIDGE (C. G.), *AR. Agric. hort. Res. Sta. Long Asthom*, 1954, p. 106-117.
 (4) FRASER (R. P.), *Plant Protection Conference 1956 Proceedings*, London, 1957, p. 237-275.
 (5) GUYOT (H.), *Fruits*, vol. 8, n° 11, 1955, p. 525-532.
 (6) GUYOT (H.), *Fruits*, vol. 9, n° 7, 1954, p. 293-296.
 (7) BROWN (W. A.), *Insect control by chemical*, N. Y. 1951.
 (8) GUYOT (H.) et CUILLE (J.), *Fruits*, vol. 10, n° 3, 1955, p. 101-107.
 (9) GUYOT (H.) et CUILLE (J.), *Fruits*, vol. 11, n° 4, 1956, p. 141-150.
 (10) BRITTON (F. R. J.) et NORMAN (N. D.), *Flight*, 25 mars 1956.
 (11) CHAMBERLAIN (J.), GETZENDANER (C. W.), HENING (H.) & YOUNG (W. D.), *Technical Bulletin* n° 1110, mai 1955, U. S. Dept. of Agric.
 (12) THORNTON (D. G.) & DAVIS (J. M.), *J. of Econ. Ent.*, vol. 49, n° 1, Feb. 1956, p. 80-83.
 (13) RIPPER (W. E.), *The Transac. of the Soc. of Engineers*, Jun. 1955, p. 33-53.
 (14) GUYOT (H.) et CUILLE (J.), *Fruits*, vol. 11, n° 6, 1956, p. 249-253.



KIEKENS DEKKER

ATOMISEURS

PORTATIFS
ET TRACTÉS

POUDREUSES

PULVÉRISATEURS

GAMME COMPLÈTE D'APPAREILS
POUR LA DÉFENSE DES CULTURES

AGENCES en GUADELOUPE et MARTINIQUE

TOUS RENSEIGNEMENTS :

KIEKENS WHIRLWIND A WADENOIJEN HOLLANDE