

Effacité de différentes formulations chimiques pour lutter contre la maladie des taches noires de la mangue (*Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*).

O. PRUVOST, A. COUTEAU et J. LUISETTI*

EFFECTIVENESS OF DIFFERENT CHEMICAL PREPARATIONS FOR CONTROLLING BLACK SPOT OF MANGO (*XANTHOMONAS CAMPESTRIS* PV. *MANGIFERAINDICAE*).

O. PRUVOST, A. COUTEAU and J. LUISETTI.

Fruits, Jun. 1989, vol. 44, n° 6, p. 343-350.

ABSTRACT - The effectiveness of different chemical preparations on *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*, the agent of black spot of mango, has been studied. The results obtained confirm the medium effectiveness of copper salts (except oxyquinolate and oxide). Copper hydroxide (Kocide 101 PM) has also been found to be the most effective for reducing the epiphytic populations of the pathogen.

Mancozebe and kasugamycine are of no use for controlling this disease.

Oxytetracycline (Mycoshield) and flumequine (Firestop) are as effective as the best copper salts when the product is not leached. Under natural conditions however, Flumequine is found to be quite ineffective.

EFFICACITE DE DIFFERENTES FORMULATIONS CHIMIQUES POUR LUTTER CONTRE LA MALADIE DES TACHES NOIRES DE LA MANGUE (*XANTHOMONAS CAMPESTRIS* PV. *MANGIFERAINDICAE*).

O. PRUVOST, A. COUTEAU et J. LUISETTI.

Fruits, Jun. 1989, vol. 44, n° 6, p. 343-350.

RESUME - L'efficacité de différentes formulations chimiques vis-à-vis de *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*, agent responsable de la maladie des taches noires de la mangue, a été étudiée.

Les résultats obtenus ont permis de confirmer l'efficacité moyenne des sels de cuivre (sauf de l'oxyquinoléate et de l'oxyde). Il a été en outre montré la meilleure aptitude à l'hydroxyde de cuivre (Kocide 101 PM) à réduire les populations épiphytes de l'agent pathogène.

Le mancozebe et la kasugamycine ne présentent pas d'intérêt pour lutter contre cette maladie.

L'oxytétracycline (Mycoshield) et la fluméquine (Firestop) présentent des niveaux d'efficacité comparables à ceux des meilleurs sels de cuivre en absence de lessivage du produit. En revanche, l'activité de la Fluméquine apparaît nettement insuffisante en conditions naturelles.

INTRODUCTION

La maladie des taches noires de la mangue, également appelée bactériose du manguiers (bacterial black spot of mangoes ou bacterial canker en anglais), est considérée comme la maladie la plus préoccupante dans de nombreux pays producteurs : Afrique du Sud (OOSTHUIZEN, 1987), Inde (KISHUN, 1982), Australie (Anonyme, 1985), île de la Réunion (AUBERT, 1981) ...

Les producteurs réunionnais et ceux des autres zones de production de mangues où sévit la maladie des taches noires utilisent différentes techniques de lutte pour tenter d'assurer la qualité de leur récolte.

Dans certains pays concernés (Afrique du Sud ou Inde par exemple), les fruits atteints de bactériose sont vendus à faible prix pour l'industrie de transformation. A la Réunion, cette industrie n'est que très peu développée et les fruits tachés ne peuvent être écoulés. Les producteurs doivent donc absolument veiller au bon état sanitaire de leurs vergers, et ce d'autant plus qu'une volonté d'exportation de fruits frais vers la France métropolitaine ou vers d'autres pays membres de la CEE semble s'affirmer.

Une stratégie d'éradication totale peut être, dans certains pays, une mesure envisageable pour lutter contre toute maladie particulièrement grave, qu'elle soit d'origine bactérienne ou non. Cette technique est, par exemple, utilisée aux USA pour lutter contre le chancre bactérien des agrumes (*Xanthomonas campestris* pv. *citri*). Cependant, ce type de lutte est souvent difficile à mettre en oeuvre à cause de ses répercussions sur le plan socio-économique. Au vu de la

* - O. PRUVOST et A. COUTEAU - IRFA/CIRAD - B.P. 180
97455 SAINT PIERRE CEDEX (Ile de la Réunion)
J. LUISETTI - INRA - Station de Pathologie végétale
Route de St Clément - Beaucozéz - 49000 ANGERS (France)

Essais de plein champ.

Cette expérimentation a été réalisée sur des arbres cv. Early Gold (variété peu sensible) âgés de trois ans, pour comparer l'efficacité d'un sel de cuivre (Kocide 101 PM) et de la fluméquine (Firestop).

Cet essai a été volontairement réalisé sur ce cultivar peu sensible de façon à pouvoir cerner les niveaux d'efficacité des produits de traitement sur une variété qui est promise à une très large diffusion dans l'île de la Réunion.

Les arbres ont été préalablement pulvérisés jusqu'à ruissellement (4 litres/arbre) à l'aide d'une suspension bactérienne ($3,98.10^7$ u.f.c./ml) préparée avec la souche JA 162.1S, résistante à 500 ppm de sulfate de streptomycine.

L'action de la fluméquine a été définie par référence à un témoin et comparée à celle de l'hydroxyde de cuivre. Les premiers traitements ont été appliqués soit cinq heures, soit sept jours après la pulvérisation de la bactérie. Ensuite, la fréquence d'application a été dictée par le pluviomètre. En ce qui concerne le sel de cuivre, les traitements ont été renouvelés lorsqu'un cumul de 20 mm de pluie était tombé. Pour la fluméquine (étant donné son coût supérieur), deux fréquences différentes ont été comparées : des traitements répétés lorsque 20 mm de pluie étaient tombés et lorsque 60 mm de pluie étaient tombés (tableau 2, figure 1).

L'apparition des symptômes a été suivie sur un échantillon de vingt feuilles par arbre. Le pourcentage de feuilles porteuses de lésions et l'intensité de la maladie ont été notés tous les 14 jours après pulvérisation des bactéries. Trois classes d'intensité ont été définies :

- classe 1 : 1 à 10 lésions par feuille,
- classe 2 : 11 à 25 lésions par feuille,
- classe 3 : plus de 25 lésions par feuille.

Chaque feuille échantillonnée reçoit une note qui est la moyenne de la classe considérée, soit 5,5 pour les feuilles de la classe 1, 18 pour celles de la classe 2 et 38 pour celles de la classe 3 (car le nombre de lésions observées n'a jamais excédé la cinquantaine). Ces notes permettent d'estimer l'intensité moyenne de la maladie par arbre dénommée « indice de maladie ».

Le niveau des populations épiphyllées a été estimé juste avant la première application de produits de traitements, puis 1, 2, 4, 7, 14, 24 et 28 jours après installation

de l'agent pathogène par broyage de trois lots de 25 feuilles saines pour chaque traitement différent.

Des analyses de variance couplées à des tests de Duncan ont permis une interprétation des résultats.

RESULTATS

Efficacité de différentes formulations sur plantes en pots.

- Dynamique d'apparition des symptômes (figures 2 et 3).

La progression du pourcentage de feuilles malades est importante entre sept et quatorze jours. Elle diminue nettement ensuite.

Au vu de ces résultats, une première remarque s'impose : le niveau de maladie semble relativement bas sur le témoin. Aucune explication logique du phénomène ne semble pouvoir être avancée.

Très souvent le pourcentage de symptômes obtenus après traitement au Quinolate 20 semble assez nettement supérieur à celui du témoin. Cette observation confirme le point précédemment avancé, car il semble peu probable que le Quinolate 20 (oxyquinoléate de cuivre) puisse favoriser l'apparition des symptômes.

Il est possible de classer les différentes formulations en deux groupes principaux :

- les formulations pas ou peu efficaces que sont le Quinolate 20, le Dithane M 45 et l'Oléocuire ;
- les formulations efficaces que sont le Mycoshield, le Viricuire, la bouillie bordelaise RSR, le Kocide 101 PM seul ou accompagné d'un adjuvant collant (Nufilm 17) ou de Dithane M 45 et le Firestop.

- Dynamique des populations épiphyllées (figures 4 et 5).

Après application des traitements, le niveau de populations diminue de façon assez différente en fonction des formulations. Elle ne diminue que d'une puissance de 10, par exemple chez le témoin et diminue jusqu'en dessous du seuil de détection pour le Kocide 101 PM additionné ou non de mancozèbe et pour le Viricuire. Les autres formulations entraînent des chutes intermédiaires de populations.

TABLEAU 2 - Etude de l'efficacité de deux formulations chimiques en conditions de verger de production.

Numéro	Identification	Fréquence des traitements (en mm de pluviométrie)	Délai entre l'installation de l'agent pathogène et la première application du produit de traitement
1	témoin - eau distillée	-	5 heures
2	Hydroxyde de cuivre - 1250 ppm de Cu métal	20	5 heures
3	Hydroxyde de cuivre - 1250 ppm de Cu métal	20	7 jours
4	Fluméquine - 300 ppm	20	5 heures
5	Fluméquine - 300 ppm	20	7 jours
6	Fluméquine - 300 ppm	6	5 heures
7	Fluméquine - 300 ppm	6	7 jours

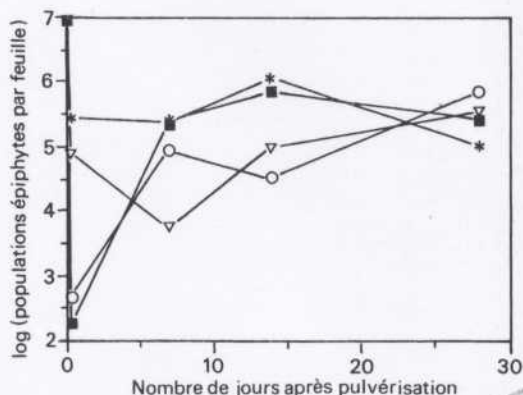


FIGURE 4 - Action de quelques formulations chimiques sur la multiplication épiphyte de *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae* (essai plantes en pots).
(* Témoïn ▽ Micoshield ■ Dithane M45 ○ Firestop)

On constate ensuite une remontée nette des populations sauf dans le cas du témoin, qui se maintient à un niveau élevé et pour le Mycoshield. A la fin de l'expérimentation (soit un mois environ après traitement), les niveaux de populations oscillent entre environ 5.10^3 et 10^6 u.f.c./feuille.

Une interaction significative entre les facteurs étudiés (formulations et dates) ayant été mise en évidence, des analyses de variance à un facteur ont été effectuées pour chacune des dates d'analyse. Elles mettent en évidence des différences significatives à 1 p. 100 pour les dates 7, 14 et 21 jours et une différence significative à 5 p. 100 pour la date 28 jours. Les différents tests de Duncan, réalisés pour chacune des dates ont permis ensuite de réaliser un classement des traitements à l'aide d'une statistique non paramétrique (test de Kramer).

Ce test met en évidence que seul le Kocide 101 PM, utilisé sans adjonction de Nufilm 17 ou de Dithane M 45, permet une réduction significativement plus importante des populations épiphytes.

Le dénombrement des populations épiphytes présentes au niveau des bourgeons à la fin de l'essai permet de montrer qu'elles sont voisines de 10^4 u.f.c./bourgeon sur le témoin et le Dithane M 45. Les réductions de populations les plus importantes sont notées pour le Mycoshield, le Kocide 101 PM additionné ou non de mancozèbe et le Firestop. Le test de Duncan ne permet pas de montrer des différences significatives entre les moyennes étudiées.

En conclusion, il est possible de dire que la plupart des sels de cuivre (sauf l'oxyquinoléate et l'oxyde) sont efficaces. Le Kocide 101 PM (hydroxyde) a en plus l'avantage de mieux réduire les niveaux de populations épiphytes. Le Firestop (fluméquine) et le Mycoshield (oxytétracycline) présentent également une bonne efficacité dans les conditions de notre essai.

Le Kocide 101 PM et le Firestop ont été choisis pour un essai sur le terrain. Le Mycoshield a été écarté, car au vu

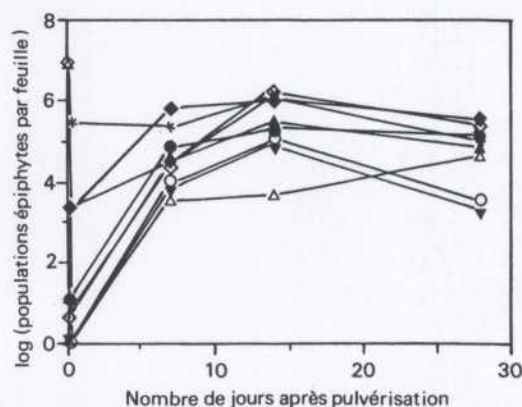


FIGURE 5 - Action de différents sels de cuivre sur la multiplication épiphyte de *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae* (essai plantes en pots).
(* Témoïn ○ Viricuire ◇ Bouillie bordelaise RSR ◆ Quinololate 20 ● Oléocuire △ Kocide 101PM ▲ Kocide 101PM + Nufilm 17 ▼ Kocide 101PM + Dithane M45)

des réglementations concernant l'usage de produits phytosanitaires en France, il semble difficile qu'il puisse être utilisé par les professionnels dans un avenir proche.

Essai de plein champ.

- Dynamique d'évolution des symptômes foliaires (figure 6).

Le pourcentage de symptômes exprimés est resté dans tous les cas assez faible. La fréquence maximale de feuilles malades est notée sur le témoin (environ 10 p. 100 après deux mois). Cela est dû à la faible sensibilité du cultivar utilisé dans cette expérimentation.

La progression du pourcentage de feuilles malades est relativement importante au cours du premier mois d'étude. Elle n'est plus significative au-delà.

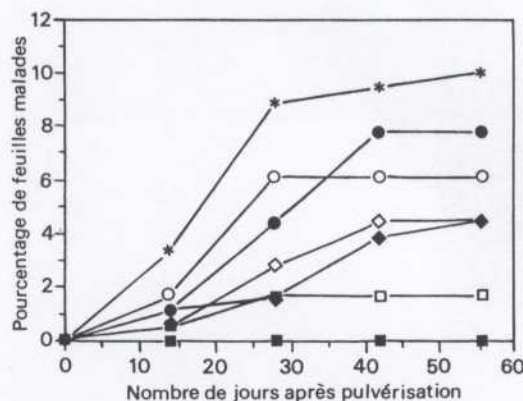


FIGURE 6 - Action de l'hydroxyde de cuivre et de la fluméquine sur le développement des lésions foliaires.
(* Témoïn □ Kocide 0j.20mm ■ Kocide 7j.20mm ○ Firestop 0j.20mm ● Firestop 0j.60mm ◇ Firestop 7j.20mm ◆ Firestop 7j.60mm)

L'addition de mancozèbe n'augmente pas de façon significative l'efficacité du cuivre. Nos résultats sont en accord avec ceux de MANICOM et WOOD (1981) et en opposition avec les auteurs qui ont montré un effet synergique, par exemple dans le cas de *pv. vesicatoria* (MARCO et STALL, 1983) et de la forme D du *pv. citri* (MEDINA-URRUTIA et STAPLETON, 1985).

Le mancozèbe utilisé seul n'a par ailleurs aucune action.

De même, dans les conditions de notre essai, l'adjonction de Nufilm 17 n'a pas augmenté l'efficacité du sel de cuivre utilisé. Un tel résultat a été obtenu en Afrique du Sud (KOTZE, communication personnelle). Il nous faudrait reprendre l'essai en conditions de verger expérimental, car aucun phénomène de lessivage ne s'est produit pendant notre essai.

De même, la fluméquine, homologuée pour lutter contre des phytobactérioses des régions tempérées, ne semble pas pouvoir être retenue. Si elle a une action très intéressante *in vitro* ou dans des conditions telles qu'aucun lessivage ne

puisse se produire, son efficacité est fortement insuffisante en conditions naturelles. Il serait très intéressant de pouvoir expérimenter dans l'avenir cette matière active associée à d'autres adjuvants procurant une meilleure adhérence de la formulation sur le feuillage.

Enfin, le Mycoshield (oxytétracycline) a montré une action intéressante dans les conditions de notre essai. Les variations d'efficacité observées, probablement imputables à l'absence de lessivage du produit pendant l'essai, diffèrent sensiblement avec les résultats de MANICOM et WOOD (1981).

Il serait donc intéressant de coupler les études de lutte chimique à des dosages permettant d'estimer la persistance de telles molécules sur les plantes. Une technique inspirée de celle de GARDAN et MANCEAU (1984) pourrait être utilisée dans les prochaines années pour étudier de façon précise la dynamique de persistance des molécules sur les plantes et préciser l'action de la pluviométrie sur le lessivage. L'inconvénient d'un tel type de technique est qu'il n'est pas applicable pour les sels cupriques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME. 1985.
Annual report 1984-1985.
Queensland Department of Primary Industries, 48 p.
- AUBERT (B.). 1981.
Problèmes phytosanitaires sur manguiers à l'île de la Réunion.
Fruits, 36 (2), 87-95.
- COLENO (A.), GARDAN (L.), LUISETTI (J.) et PAULIN (J.P.). 1982.
Les antibiotiques et la lutte contre les maladies bactériennes des plantes.
in *Les maladies des plantes*, ACTA, Paris, oct. 1979, 355-362.
- GARDAN (L.) et MANCEAU (C.). 1984.
Persistence of streptomycin in pear and apple trees.
Acta Hort., 151, 179-185.
- KISHUN (R.). 1982.
Loss in mango fruit due to bacterial canker, *Xanthomonas mangiferaeindicae*.
Proc. 5th Int. Conf. Plant Path. Bact., Cali, Colombia, Aug. 16-23, 1981, 181-184.
- MANCEAU (C.). 1984.
Utilisation des antibiotiques en agriculture.
Etude des risques potentiels de sélection et de dissémination des gènes d'antibiorésistance et caractérisation du support génétique de ces caractères.
Thèse de Doctorat de 3e cycle, Université de Clermont-Ferrand, 113 p.
- MANICOM (B.Q.) and WOOD (R.). 1981.
Attempts to control bacterial black spot on mangoes.
Subtropica, 2 (11), 12-14.
- MARCO (G.M.) et STALL (R.E.). 1983.
Control of bacterial spot of pepper initiated by strains of *Xanthomonas campestris pv. vesicatoria* that differ in sensitivity to copper.
Plant Dis., 67 (7), 779-781.
- MAYERS (P.E.), HUTTON (D.G.) et SARANAH (J.). 1984.
Integrated control of bacterial black spot of mangoes in South East Queensland.
First Australian Mango Research Workshop, Cairns, Australia, November 26th-30th, 1984, p. 3.
- MEDINA-URRUTIA (V.M.) et STAPLETON (J.J.). 1985.
Control of Mexican lime bacteriosis with copper-based products.
Proc. Fla. State Hort. Soc., 98, 22-25.
- OOSTHUIZEN (A.M.). 1987.
A rapid screening technique for the identification of mango selections tolerant to black spot.
CSFRI Symposium, Nelspruit, 20-22 October, 1987, Abstr. n° 21.
- PRUVOT (O.). 1989.
La maladie des taches noires de la mangue (*Xanthomonas campestris pv. mangiferaeindicae*).
Etude bactériologique, biologique, épidémiologique et mise au point des bases d'un système de lutte intégrée dans les conditions de l'île de la Réunion.
Thèse de Doctorat d'Université, Université de Paris XI-Orsay, 280 p.
- VILJOEN (N.M.) et KOTZE (J.M.). 1972.
Bacterial black spot of mango.
The Citrus and Subtropical Fruit Journal, June, 5-8.
- WET (de) (T.H.). 1981.
Evaluatie van middelen vir bakteriese swartvlek.
S.A. Mango Growers Association Research Report, 1, 100-101.