

Lutte contre les pourritures des pêches à *Monilia* spp., *Botrytis* sp. et *Rhizopus* sp.

G. BOMPEIX, M. COEFFIC et P. GREFFIER*

CONTROL OF PEACH ROTTS CAUSED BY *MONILIA* SPP.,
BOTRYTIS SPP. AND *RHIZOPUS* SP.

G. BOMPEIX, M. COEFFIC and P. GREFFIER

Fruits, Jun. 1979, vol. 34, n° 6, p. 423-430.

Orchard treatments enable rots caused by *Monilia* spp. and *Botrytis* sp. to be reduced considerably, but they have little effect on *Rhizopus nigricans*.

For control of *Monilia* spp., thiabendazole, carbendazim plus folpel or captafol, imazalil, iprodione, vinchlozoline, and hot water treatments are effective as post-harvest applications.

As regards *Rhizopus nigricans*, iprodione and captafol may be retained. Fungicidal solutions at low concentration 100 to 250 ppm in hot water at 51,5°C for 10 to 15 minutes produce excellent results.

Durant la courte période qui sépare la récolte de la consommation des pêches ou des abricots, il apparaît souvent de nombreuses pourritures.

Les agents pathogènes responsables sont essentiellement en France le *Rhizopus nigricans*, les *Monilia fructigena* et *M. laxa*, le *Botrytis cinerea*. Les *Monilia* spp. en outre sont souvent sous une forme latente (VERHOEFF, 1978 ; WADE et CRUICKSHANK, 1978). D'autres champignons peuvent être rencontrés, leur importance économique est faible : *Alternaria* spp., *Geotrichum* sp., *Penicillium* sp., *Aureobasidium pullulans*.

De plus, la mycoflore pathogène évolue au cours de la saison, en 1978 par exemple dans la même parcelle, les pourritures à *Botrytis* étaient abondantes en juillet et rares en septembre. Les pourritures à *Monilia* et *Rhizopus* sont toujours présentes. Enfin le *Rhizopus* finit toujours par dominer les autres espèces sur les fruits mûrs à sénescents.

MAPPES et al. (1978) ont montré l'efficacité des traite-

* - G. BOMPEIX, Université P. et M. Curie (Paris 6) Pathologie végétale
4 place Jussieu - 75230 Cedex 05 Paris
M. COEFFIC - Xeda International, 58 rue Pottier - 78150 Le Chesnay
P. GREFFIER - SEPPIC, Division agricole, 19, rue de Passy,
75016 Paris.

LUTTE CONTRE LES POURRITURES DES PECHES
A *MONILIA* SPP., *BOTRYTIS* SP. ET *RHIZOPUS* SP.

G. BOMPEIX, M. COEFFIC et P. GREFFIER

Fruits, juin 1979, vol. 34, n° 6, p. 423-430.

RESUME - Des traitements de vergers permettent de réduire considérablement les pourritures à *Monilia* spp., *Botrytis* sp., mais sont peu actifs sur le *Rhizopus nigricans*.

Dans la lutte contre les *Monilia* spp., le thiabendazole, le carbendazime plus folpel ou captafol, l'imazalil, l'iprodione, la vinchlozoline, les traitements eau chaude, sont efficaces en application post-récolte.

En ce qui concerne le *Rhizopus nigricans*, l'iprodione et le captafol peuvent être retenus. Des solutions fongicides à basse concentration 100 à 250 ppm dans l'eau chaude à 51,5°C durant 10 à 15 mn fournissent d'excellents résultats.

ments de vergers avec divers fongicides, ils trouvent notamment que la vinchlozoline a une efficacité égale à supérieure au bénomyl et au thiophanate-méthyle, et bien meilleure que celle du captane et de la triforine.

ARNOUX et MARBOUTIE (1979) indiquent l'efficacité relative de nombreux fongicides.

On retiendra de leurs travaux l'efficacité particulière de la vinchlozoline, de l'iprodione et de la procymidone, et aussi de traitements couplés folpel plus triforine.

Nous avons tout d'abord procédé à l'examen comparatif de l'efficacité de diverses substances au verger. Mais comme les pourritures malgré ces traitements restent abondantes, nous avons été conduits à procéder à des essais de lutte post-récolte.

TRAITEMENTS DE VERGERS

Sur des pêchers cv. 'Rubidou' les essais fongicides ont été conduits par utilisation de quatre blocs avec un arbre par parcelle élémentaire (200 fruits environ).

Deux traitements sont effectués, l'un douze jours, l'autre un jour avant la récolte.

produits commerciaux	matières actives	m.a./hl
Benlate	bénomyl	30 g
Sepicap	captane	160
Delan	dithianon	50
Euparène	dichlofluanide	200
Ronilan	vinchlozoline	75
Saprol	triforine	33

La pulvérisation est réalisée à la lance, à raison de 1.500 l/ha.

Les fruits récoltés sont conservés 5 jours à plus 10°C puis portés à température ambiante et contrôlés après 1, 5, 9, 13 et 16 jours.

Les dégâts sont évalués d'une part en pourcentages de fruits malades, d'autre part en "notation" de la manière suivante :

note	évaluation
0	fruits indemne
1	fruits présentant une tache <30 mm diamètre
2	fruits présentant une tache >30 mm diamètre et ne dépassant pas la moitié du fruit
3	fruits présentant une tache supérieure à la moitié du fruit

La figure 1 montre l'évolution de la mycoflore dans la parcelle témoin dominée par trois espèces, *Botrytis cinerea*, *Monilia fructigena* (essentiellement) et *M. laxa*, enfin *Rhizopus nigricans*.

Sur la figure 2 on observe une plus grande efficacité du benomyl, du dithianon, et de la vinchlozoline en particulier sur les pourritures à *Monilia* spp.

En ce qui concerne le *Botrytis* sp., captane, dichlofluanide et vinchlozoline fournissent des résultats très voisins quant à leur efficacité (figure 3).

Enfin contre le *Rhizopus nigricans* aucun produit ne se détache plus particulièrement (figure 4).

Pour l'ensemble des dégâts, le dithianon et la vinchlozoline semblent les meilleurs fongicides et sont suivis de très près par la dichlofluanide (figure 5).

On peut noter que tous ces produits ne se différencient pas très nettement. Leur efficacité globale par rapport au témoin semble insuffisante, ce qui est dû essentiellement à la présence abondante du *Rhizopus* dans cet essai. Cependant, comme des pourritures apparaissent déjà au verger ces traitements sont indispensables et utiles au moins en ce qui concerne le *Botrytis* et les *Monilia*.

TRAITEMENTS POST-RÉCOLTE

Les traitements post-récolte peuvent souvent, heureusement compléter les traitements de vergers pour une meilleure efficacité de la lutte contre les pourritures.

C'est ainsi que WELLS (1972) a obtenu de très bons résultats notamment par l'emploi du benomyl contre les *Monilia* spp. et du D C N A ou dichloran (2,6-dichloro-4-nitroaniline) contre le *Rhizopus* sp. Malheureusement cette dernière substance n'est plus commercialisée en France. Des bains contenant des solutions d'hypochlorite ont été utilisés avec des résultats très variables. La difficulté de maintenir constante la concentration d'acide hypochloreux (chlore actif) dans les «hydrocoolers» par exemple en est probablement le facteur responsable (ECKERT, 1977).

Des traitements par l'eau chaude ont été aussi envisagés notamment contre les *Monilia* spp. (WELLS, loc. cit.).

On remarque qu'un grand nombre de pêches sont attaquées à la fois par les *Monilia* spp. et le *Rhizopus* sp. Il paraît utile de retenir soit une substance active sur les deux types de pourritures comme l'iprodione, soit un mélange de phthalimide (captane, folpel, etc.) et d'un benzimidazole (carbendazime par exemple).

Il semble que les spores germées des *Monilia* spp. et du *Rhizopus nigricans* soient beaucoup plus sensibles à l'action de la chaleur humide que les spores dormantes (52° durant 120 secondes pour le *Monilia fructicola* sont nécessaires pour inactiver les spores : SMITH et BLOMQUIST, 1970) mais dans ces conditions les spores dormantes du *Rhizopus* ne sont pas détruites. Pour cette dernière espèce des températures voisines de 0° appliquées pendant plusieurs jours sont capables de tuer les spores germées. Malheureusement là encore, les spores dormantes restent vivantes (ECKERT, loc. cit.).

Première expérimentation.

Dans une première expérimentation nous avons essayé de déterminer l'efficacité de divers fongicides dans les conditions les plus sévères, en pratiquant la lecture des résultats sur des fruits amenés au-delà de la maturité.

Des pêches du cv. «Rubidou» sont traitées, après randomisation, par trempage, dès la récolte (septembre 1978). Elles sont ensuite conservées en chambres froides à 4°C durant 6 jours, puis portées à température ambiante (20-25°) et examinées 10 jours plus tard.

La comparaison des témoins «sec» et «eau» (trempage) ne fait pas apparaître de différences nettes dans les taux de pourritures à *Monilia* spp. et *Rhizopus*, contrairement à l'attente.

Seul l'acide sorbique s'est montré totalement sans intérêt. L'iprodione, le carbendazime, l'imazalil, se montrent très actifs à l'encontre du *Monilia* sp.; on note une efficacité intéressante du captane. Aucun fongicide n'empêche le développement du *Rhizopus*. Cependant l'iprodione et à un

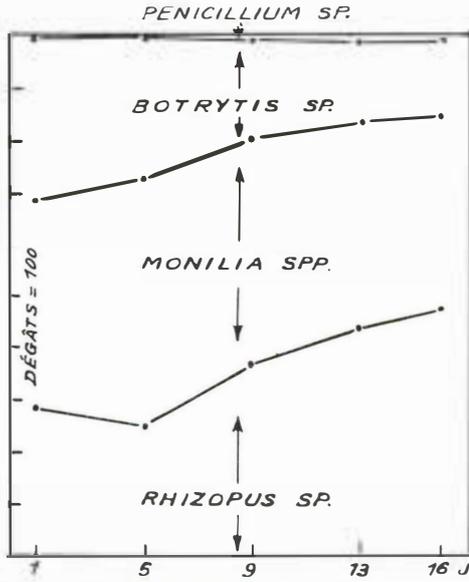


FIG. 1 • ÉVOLUTION COMPARÉE DES MYCOFLORES DANS LA PARCELLE TÉMOIN.

En septembre 1978 : la part des dégâts revenant au Monilia reste constante, en revanche si les pourritures à Botrytis diminuent, corrélativement celles à Rhizopus augmentent et masquent ces dernières.

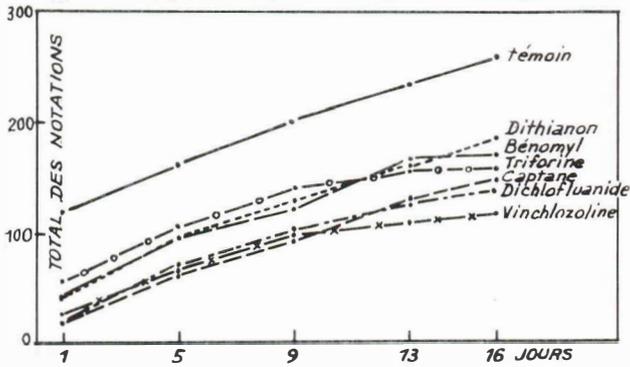


FIG. 3 • COURBES DES DÉGÂTS DUS AU BOTRYTIS SP. EN FONCTION DES PRODUITS TESTÉS.

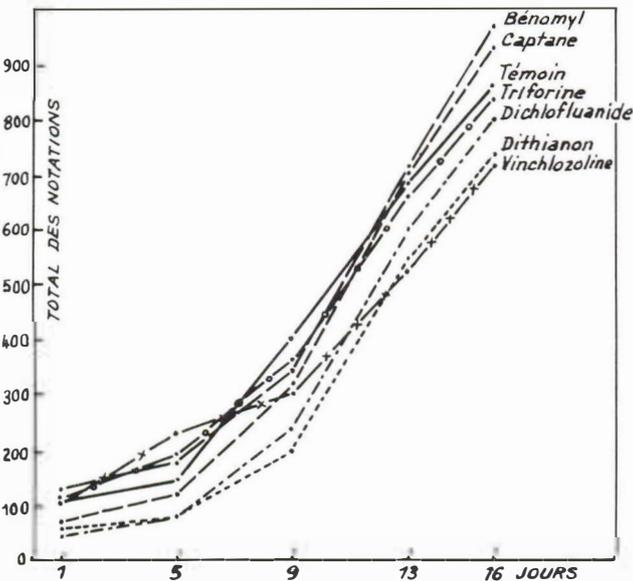


FIG. 4 • COURBES DES DÉGÂTS DUS AU RHIZOPUS NIGRICANS EN FONCTION DES PRODUITS TESTÉS.

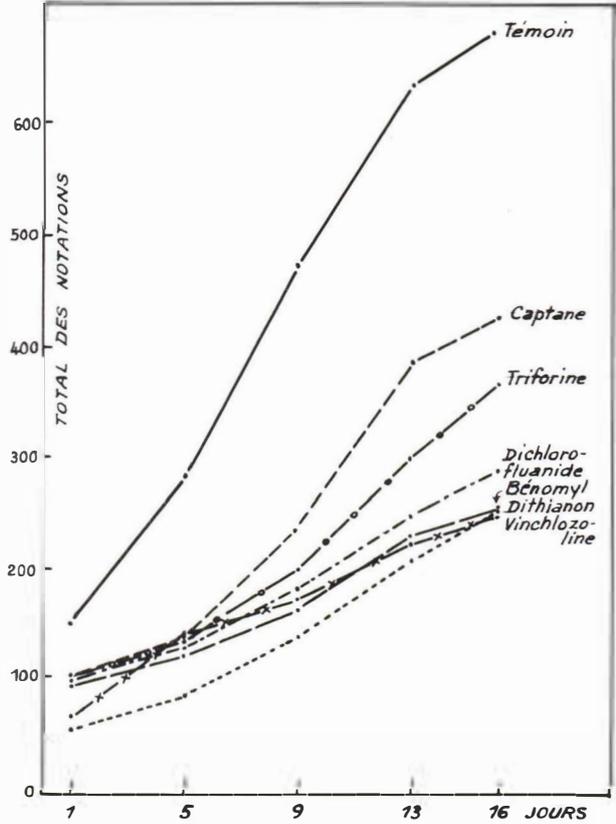


FIG. 2 • COURBES DES DÉGÂTS DUS AUX MONILIA SPP. EN FONCTION DES PRODUITS TESTÉS.

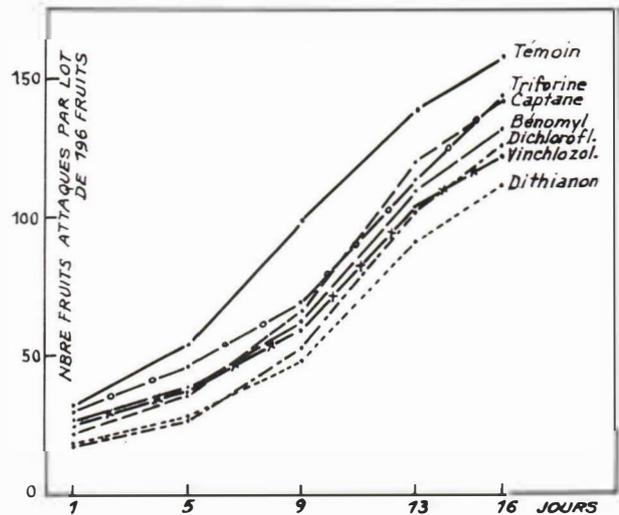


FIG. 5 • COURBES DE DÉGÂTS REPRÉSENTANT LE NOMBRE DE FRUITS ATTAQUÉS (TOUTES MALADIES).

moindre degré le captane, retardent notablement l'apparition des taches de pourritures dues à ce champignon (tableau 1).

TABLEAU 1 - Efficacité de divers fongicides en conditions sévères (traitements fongicides dès la récolte, 6 jours à 4°C, puis 10 jours à température ambiante).

traitements (concentrations en ppm de m.a.)	pourcentages				note de développement de la pourriture	nombre total de fruits dans l'essai
	fruits sains	fruits avec <i>Rhizopus</i>	fruits avec <i>Monilia</i>	pourritures non identifiées		
témoin sec	3,5	49,9	45,5	1,1	3	400
témoin eau	0,8	52,1	47,1	0	3	120
Imazalil 1.000	23,4	69,2	7,4	0	3	173
Imazalil 250	11,3	80,7	8,0	0	3	132
Iprodione 1.000	45,9	46,8	7,3	0	1	148
Iprodione 250	30,9	62,3	6,8	0	2	139
Carbendazime 1.000	10,3	86,6	3,1	0	3	126
Carbendazime 250	3,7	89,2	7,1	0	3	133
Captane 1.000	29,5	56,7	13,8	0	2	132
Acide sorbique 1.000	1,5	41,9	56,6	0	3	140
Acide ascorbique 10.000	0	38,7	60,8	0,5	3	140

Deuxième expérimentation.

Les phthalimides ayant montré une efficacité certaine contre les pourritures dans la première expérimentation, nous avons utilisé, outre le captane à une dose plus élevée, le captafol et le folpel. Le carbendazime apparemment actif contre les *Monilia* a été ajouté en mélange.

Diverses substances nouvelles ont été essayées notamment la vinchlozoline, l'iprodione, en comparaison avec des substances antiseptiques banales et des fongicides témoins : tolylfluanide, thiabendazole.

Des traitements thermiques ont été pratiqués simultanément avec eau chaude (52° plus ou moins 0,5°C, 3 minutes) ou eau chaude avec iprodione et vinchlozoline à faible concentration.

88 pêches du cv. «Rubidou» ont été utilisées dans chaque cas après randomisation.

Les fruits sont traités immédiatement après récolte début octobre 1978, ils sont portés à température ambiante (18-20°C) et examinés 1, 5, 9, 12 jours plus tard (tableau 2 et figures 6, 7 et 8).

1. le formol, phytotoxique, entraîne un accroissement considérable des pourritures à *Botrytis* sp.
2. l'iprodione, la vinchlozoline, le folpel et le carbendazime en mélange («Folgan»), se détachent comme substances capables de lutter efficacement contre les pourritures à *Monilia* spp.
3. l'iprodione, le mélange captafol et carbendazime («Cere-tal») se détachent nettement comme substances permettant de réduire les pertes dues au *Rhizopus* en retardant suffisamment le développement des pourritures compte tenu des délais de commercialisation habituels.

4. sur 5 jours l'eau chaude se montre très efficace à l'encontre des *Monilia* spp., et réduit de moitié le taux de pourritures à *Rhizopus* (22,0 contre 51,3 p. 100 pour le témoin humide).

5. sur 5 jours les solutions chaudes de vinchlozoline et iprodione à 250 ppm sont légèrement plus efficaces que les solutions froides à la même concentration.

6. le thiabendazole, s'il est très efficace sur le *Monilia* se montre complètement inactif sur le *Rhizopus* (ce fait est déjà connu depuis longtemps).

7. dans l'ensemble, la meilleure substance pour combattre les pourritures des pêches semble être l'iprodione, puis viennent le captafol et le folpel.

Le tolylfluanide sur 5 jours se montre aussi doué d'une activité intéressante.

Il s'agit donc de l'ensemble des pourritures à *Monilia* spp. et *Rhizopus* sp.

Troisième expérimentation.

La difficulté de lutter efficacement contre le *Rhizopus*, nous a incité à réaliser une troisième expérimentation sur cette espèce seule avec inoculations expérimentales. Nous avons tout d'abord évalué la sensibilité des pêches «Rubidou» à un traitement par l'eau chaude (tableau 3), la température est contrôlée plus ou moins 0,2°. On remarque que la température de 51,5° utilisée avec des temps courts (2 à 3 mn) pour lutter contre le *Monilia* peut être appliquée plus longtemps sans dommage ; à 60° le temps ne doit pas dépasser 1 à 2 mn si l'on veut éviter des dégâts.

Le tableau 4 permet de constater que des pêches inoculées par le *Rhizopus* ne sont que partiellement protégées des

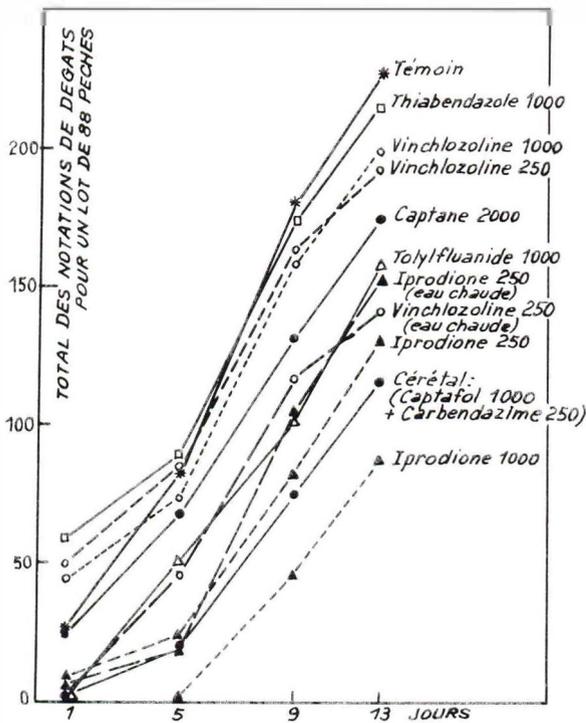


FIG. 6 • COURBES DES DÉGÂTS TOTAUX (TOUTES MALADIES CONFONDUES)- TOTAL DES NOTATIONS D'INTENSITÉ DE MALADIE.

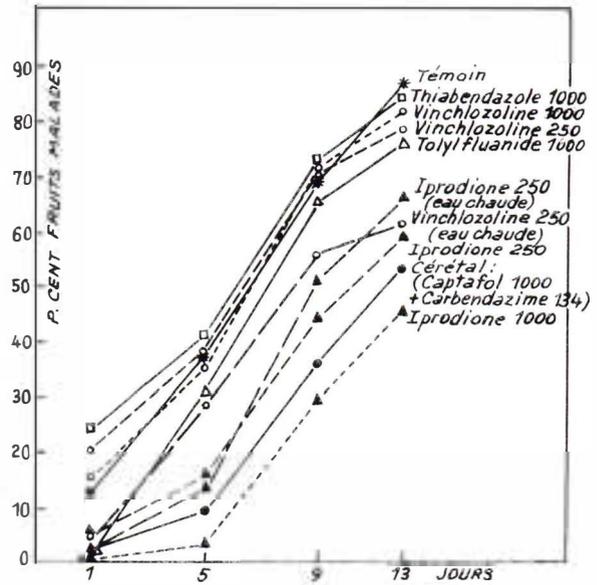


FIG. 7 • COURBES DES DÉGÂTS TOTAUX (TOUTES MALADIES CONFONDUES). P. CENT DE FRUITS MALADES.

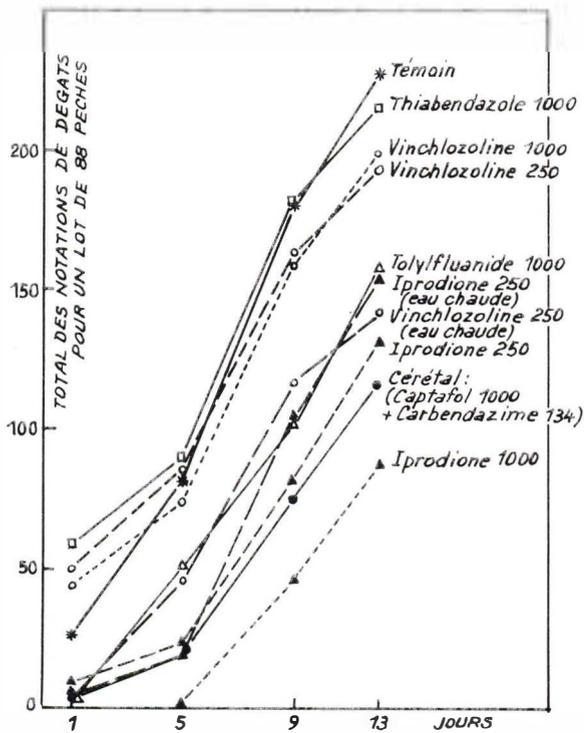


FIG. 8 • COURBES DES DÉGÂTS DUS AU RHIZOPUS SP.

TABLEAU 2 - Résultats obtenus lors de la deuxième expérimentation après un délai de 5 jours qui peut être qualifié de « commercial »

traitements (concentrations en ppm de m.a.)	pourcentages					pourritures indéterminées à 5 jours
	fruits sains	fruits avec <i>Rhizopus</i>	fruits avec <i>Monilia</i>	fruits avec <i>Botrytis</i>	fruits avec <i>Penicillium</i>	
témoin sec (2)	56,8	26,4	12,6	3,6	0,6	0,0
témoin humide	34,1	51,3	13,6	1,0	0,0	0,0
folpel 1.000 + carbendazime 134 (Folgan)	71,6	25,1	2,2	1,1	0,0	0,0
captafol 1000 + carbendazime 250 (Ceretal)	90,9	6,8	0,0	1,1	0,0	1,2
captane 2000	69,3	23,5	6,1	1,1	0,0	0,0
captane 1000	48,8	36,6	8,4	1,1	0,0	5,1
iprodione 1000	96,6	2,3	1,1	0,0	0,0	0,0
iprodione 250	84,1	11,4	3,4	0,0	0,0	1,1
iprodione 250 chaude	86,4	4,5	3,4	0,0	0,0	5,7
vinchlozoline 1000	64,8	31,9	2,2	0,0	0,0	1,1
vinchlozoline 250	61,4	38,6	0,0	0,0	0,0	0,0
vinchlozoline 250, eau chaude	71,6	21,6	0,0	0,0	0,0	6,8
eau chaude 52° 3mn	67,0	22,0	2,2	3,3	5,5	0,0
tolyfluanide 1000	68,2	20,4	8,0	0,0	0,0	3,4
thiabendazole 1000	59,1	37,5	0,0	1,1	0,0	2,3
formol 500 (1)	36,4	26,9	4,9	26,1	5,7	0,0
propionate sodium 1000	44,3	48,0	2,2	4,4	1,1	0,0

(1) - phytotoxique

(2) 176 fruits (tous les autres essais sont constitués de lots de 88 fruits)

infections par les traitements thermiques.

Il semble plus efficace d'appliquer des températures pas trop élevées mais plus longtemps, plutôt que des tempéra-

res élevées avec des temps courts (70°).

Les meilleurs résultats sont obtenus avec des températures de 46° et 51,5° appliquées durant 15 mn.

TABLEAU 3 - Résistance des pêches aux traitements thermiques (eau chaude) cv. 'Rubidou'

traitements thermiques	examen immédiat	après 3 jours
46° 10 mn	0	0
15 mn	0	0
51,5° 10 mn	0	0
15 mn	0	0
60° 0,5 mn	0	0
1 mn	0	0
3 mn	0	légères brûlures
70° 0,5 mn	cloques	légères brûlures
1 mn	brunissures	brûlures sur environ la moitié de la surface des fruits
3 mn	brunissures	entièrement brunes

TABLEAU 4 - Traitements thermiques de pêches inoculées par le *Rhizopus* sp (cf. tableau 5).

traitement de 20 blessures dans chaque cas (5 pêches) (1 jour après inoculation)		pourcentage de blessures infectées		
		(2 jours après inoculation)	(3 jours après inoculation)	(6 jours après inoculation)
témoin eau froide	5 mn	100 taches de 20 à 35 mm de diamètre	100	100
témoin sec		90	100	100
46°	10 mn	0	15	33
	15 mn	0	0	24
51,5°	10 mn	0	5	50
	15 mn	0	0	20
60°	0,5 mn	10	75	100
	1 mn	0	65	85
	3 mn	0	0	30
70°	0,5 mn	5 brûlures très légères	35	20
	1 mn	0 brûlures légères	10	45

TABLEAU 5 - Efficacité de diverses combinaisons fongicides et traitements thermiques sur les pourritures à *Rhizopus*. L'inoculation est réalisée par quatre blessures (#) pratiquées au scalpel un jour avant le traitement. Le scalpel est trempé avant chaque blessure dans une suspension de spores du *Rhizopus* à 1.500.000 spores/ml

traitements et concentrations en ppm des matières actives		nombre de blessures inoculées	pourcentage de blessures infectées		
			1 jour après traitement 2 jours après inoculation	4 jours après inoculation	8 jours après ino- culation (fruits sénescents)
témoin sec		100	100	100	100
témoin humide		100	100	100	100
témoin eau chaude 51,5°	15 mn	40	0	32	100
iprodione 1000		100	0	96	100
	250	100	40	100	100
	100 plus eau chaude 51,5° 15 mn	100	(taches de 5 à 10 mm) 0	0	5
dichloran 250		40	0	100	100
	100 plus eau chaude 51,5° 15 mn	40	0	0	0
«céréta1»	1000 (captafol)	40	100	100	100
	250 (carbendazime) plus eau chaude 51,5° 15 mn	40	0	0	12,5
procymidone 1000		20	70	100	100
fenarimol 1000		20	70	100	100
dithianon 1000		20	100	100	100
chloramine T	10	20	100	100	100
	50	20			
	250	20			

Les traitements thermiques ont l'inconvénient d'agir exclusivement d'une manière transitoire, ils n'empêchent pas une réinoculation très facile avec les xérospores du *Rhizopus*. Leur efficacité est de plus limitée par la résistance du fruit lui-même (variable selon les variétés) et les possibilités techniques de les utiliser.

C'est pourquoi dans un dernier essai nous avons ajouté des fongicides mais à très basses concentrations.

Le tableau 5 montre en effet le gain énorme qu'apporte un traitement thermique à l'efficacité de solutions aussi faiblement concentrées que celles de dichloran et d'iprodione (100 ppm). Le céréal (captafol plus carbendazime) devient également beaucoup plus actif dans ces conditions. On notera l'inefficacité de la chloramine T pourtant supérieure à l'hypochlorite (eau de javel) par le fait qu'elle donne des solutions d'acide hypochloreux plus stables. Le fenarimol a montré une légère action à l'encontre du *Rhizopus*.

CONCLUSION

Il apparaît que les pourritures les plus abondantes sur pêches dues aux *Monilia* spp., au *Botrytis* sp. et au *Rhizopus* sp. peuvent être combattues avec succès.

Le *Botrytis* sp. est combattu efficacement par la vinchlozoline et l'iprodione.

Nous remercions les divers organismes et firmes phytosanitaires qui ont permis la réalisation de ce travail, et en particulier les stations fruitières COVIAL et MAS DE LA TUILERIE ainsi que Mme MALFATTI (Université) et M. NICHOLAS (Groupements des CETA) pour leur participation à ce travail.

Le *Monilia* dont la gravité est déjà largement atténuée par les traitements en vergers bien conduits, est relativement plus facile à éliminer par des traitements post-récolte (1). En revanche les pourritures à *Rhizopus* sont plus difficiles à traiter. On obtient souvent, cependant, dans nos résultats des retards de développement suffisants pour éviter aux arboriculteurs d'avoir à comptabiliser les dégâts. L'utilisation du dichloran (botran) serait la meilleure solution mais cette substance n'est plus commercialisée en France; une possibilité de lutte existe grâce à l'utilisation de l'iprodione et du céréal (captafol plus carbendazime).

La quantité de résidus peut être largement réduite par l'application simultanée de l'eau chaude. De plus, les traces de produits sont inexistantes, alors qu'avec les substances utilisées à 1000 ppm dans leur formulation habituelle, des traces blanches étaient fréquentes. De toute façon, la formulation doit être réétudiée pour une application spécifique (modification de la charge).

Il reste à savoir, si techniquement l'application est possible. En effet le problème du temps d'action est un obstacle. Il vaut mieux appliquer les solutions fongicides chaudes à plus basse température, mais pendant plus longtemps, pour une plus grande efficacité.

(1) - Les traitements post-récolte sur pêches ne sont pas autorisés actuellement.

BIBLIOGRAPHIE

- ARNOUX et MARBOUTIE, 1979.
Influence des traitements fongicides au verger sur la conservation des pêches.
Arboriculture fruitière, avril 1979, n° 302, p. 27-33.
- ECKERT (J.W.). 1977.
Antifungal compounds. vol. 1.
M.R. Siegel & H.D. Sisler eds.
Marcel Dekker, Inc., New York, p. 269-351.
- MAPPES (D.) and LÖCHER (F.). 1978.
The control of *Monilia laxa* and *Monilia fructigena* with vinchlozolin.
3rd. Intern. Cong. of Plant Path. München, 16-23 august, Rep. Fed. All.
- SMITH (W.L.) and Margaret BLOMQUIST. 1970.
Thermolability of Dormant and Germinated *Monilia fructicola* and *Rhizopus stolonifer* spores.
Phytopathology, 60, 866-874.
- VERHOEFF (K.).
Latent infection.
3rd. Intern. Cong. of Plant Path. München, 16-23 august, Rep. Fed. All.
- WADE (G.C.) and CRUICKSHANK (R.H.). 1978.
Initiation of latent infections of apricots with *Monilinia fructicola* (WINT.) HONEY, and factors influencing their subsequent development.
3rd. Intern. Cong. of Plant Path. München, 16-23 august, Rep. Fed. All.
- WELLS (S.M.). 1972.
Heated Wax-emulsions with Benomyl and 2,6-dichloro-4-nitro-aniline for control of postharvest decay of peaches and nectarines.
Phytopathology, 62, 129-133.

