

Cires, anti-échaudures, fongicides et conservation des pommes.

G. BOMPEIX et F. MORGAT*

CIRES, ANTI-ECHAUDURES, FONGICIDES ET CONSERVATION DES POMMES

G. BOMPEIX et F. MORGAT

Fruits, mars 1977, vol. 32, n°3, p. 189-196.

RESUME - Les cires d'enduction réduisent très légèrement l'incidence des pourritures à *Gloeosporium* spp. (*Pezicula* spp.).

L'éthoxyquine et le DPA ne favorisent pas les pourritures à *Penicillium*.

Propionates, dichlozoline, pyrimidines, sont avec quelques autres fongicides systémiques (oxathiines, éthyrimol, diméthirimol, triarimol), sans intérêt dans la lutte contre les pourritures des pommes. En revanche, bénomyl, TBZ, thiophanate, fubéridazole, 2-aminobutane (2 AB) pur ou dérivés à doses faibles, offrent pour le moment des moyens de lutte efficaces.

Les fongicides (TBZ, 2 AB et sulfate de 2 AB à faible concentration), ne conservent qu'une part de leur efficacité lorsqu'ils sont incorporés aux cires et les résidus sont plus importants. Des doses même élevées d'éthoxyquine, ne sont pas toxiques et protègent partiellement les fruits contre l'échaudure.

Il est plus profitable de réaliser d'abord un traitement fongicide à faible dose et ultérieurement de laver les fruits juste avant l'enduction par cire.

Parmi les différents fongicides utilisés pour lutter contre les maladies de conservation des pommes, le bénomyl, le thiabendazole et les thiophanates ont fait la preuve de leur efficacité (BOMPEIX et MORGAT, 1969, 1971).

Pour le bénomyl et le carbendazime, il y a persistance de ces produits (sous forme de carbendazime pour les deux fongicides) au cours de la conservation ; ils pénètrent dans la chair à une faible profondeur (LEROUX et coll. 1975). Il est vraisemblable qu'il en est de même pour les thiophanates et éventuellement pour le thiabendazole.

Cependant, par suite de l'apparition de souches résistantes de *Pezicula* spp. (*Gloeosporium* spp.) (BOMPEIX, 1977) il apparaît utile d'examiner des solutions de recours et tout d'abord de vérifier l'action d'autres substances.

Parmi les fongicides systémiques, le groupe des oxathiines s'est révélé peu efficace (BOMPEIX et MORGAT, 1970) ; celui des dérivés de la pyrimidine n'a pas été examiné, en outre d'autres dérivés du benzimidazole n'ont jamais été expérimentés.

Il paraît utile également d'envisager l'action propre des cires d'enduction dont l'usage se développe considérablement ces dernières années, ainsi que l'incorporation éventuelle d'antiseptiques ou de substances destinées à lutter contre l'échaudure (LEBLOND et MORGAT, 1971).

ACTION PROPRE DES CIRES D'ENDUCTION CONTRE LES PRINCIPAUX PARASITES DES POMMES.

Le développement actuel du traitement des fruits par les cires destinées à améliorer la présentation et à diminuer des pertes de poids en conservation, nous a incité à rechercher

* - Université Paris VI, Pathologie végétale, T. 53.
4, place Jussieu - 75230 Paris Cedex 05,
et SICA Fruits du Valois, 02 Villers-Cotterets.

en outre leur éventuelle activité à l'encontre des parasites fongiques des fruits.

Nous avons retenu cinq cires (les deux dernières sont actuellement commercialisées) :

cires	composant essentiel :
Retaro	Carnauba
TD. 34 Mobil (Mobilcer)	Paraffine émulsionnée
Johnson (Prima-fresh)	Shellac (+ carnauba + protéine végétale)
FMC (Sta-fresh)	
Decco	

Nous avons traité les fruits successivement de la manière suivante :

une inoculation expérimentale est réalisée huit jours avant les traitements par le *Pezicula malicorticis* (150 cm de mycelium frontal d'une épaisseur de 0,5 cm par litre d'eau, homogénéisation et pulvérisation ensuite sur les fruits).

Les cultures sont réalisées en boîtes de Petri sur milieu gélosé (Malt Merck 1 p. cent, glucose 1 p. cent).

Nous avons procédé à l'enduction des fruits par des cires à raison de 1 ml/kg de pommes en utilisant le procédé «DECCO».

Le tableau 1 montre que les formulations de cires utilisées seules, exercent une légère activité à l'égard des parasites lenticellaires. En effet, le taux de pourritures est toujours inférieur au témoin quand les fruits sont enduits

de cire. La cire TD 34 semble la plus active mais provoque des dégâts physiologiques très importants qui masquent sans doute l'apparition des pourritures.

Pour les autres cires les résultats paraissent voisins. L'effet anti-fongique est vraisemblablement dû aux composants type tensio-actif présents dans toutes les cires. Certains d'entre-eux sont connus, en effet, pour leur activité fongicide (PARMENTIER, 1968, 1969). Cet effet est loin d'être négligeable car le nombre de contaminations est environ trois fois plus faible sur les fruits cirés (82 à 114) que sur le témoin (305,5).

ACTION DES ANTI-ÉCHAUDURES SUR LE DÉVELOPPEMENT DES POURRITURES A *PENICILLIUM*

Des dégâts de pourritures à *Penicillium* ont semblé résulter, chez certains producteurs, de traitements par les produits tels que l'éthoxyquine ou la diphénylamine (DPA), utilisés à titre expérimental.

Afin de vérifier si ces produits favorisent effectivement, notamment sur les pommes rouges américaines, l'apparition de tels dégâts, nous avons procédé tout d'abord à un traitement par les produits incriminés, puis à une inoculation expérimentale en pulvérisant sur les fruits traités et ressuyés, une suspension de spores du *Penicillium expansum* (2.10⁶ spores/ml).

Trois cents pommes «Starking» sont réparties en trois lots comme l'indique le tableau 2. Aucune action favorisant les pourritures à *Penicillium* ne peut être observée ni avec la DPA, ni avec l'éthoxyquine (les résultats ne sont pas significativement différents les uns des autres).

TABLEAU 1 - Traitement des pommes inoculées avec le *P. malicorticis*, par des cires. Les traitements sont effectués le 16 octobre et les résultats sont obtenus le 22 avril de l'année suivante. Dans tous les essais (tableaux 1 à 8) les fruits sont conservés dans l'air avec une humidité relative de 92-95 p. cent, et une température de +1 à +2°C (C₁₀₀ correspond au nombre de contaminations, ou lésions pour 100 fruits).

Traitements par les cires après inoculation 8 jours plus tard	Nombre de fruits	<i>Gloeosporium</i> sp. (<i>P. malicorticis</i>) % malades	C ₁₀₀
TD 34-Mobil	100	17 (*)	23
FMC	100	58	114
Retaro	100	53	98
Johnson	100	54	82
Decco	100	57	109
Témoin 1 (non inoculé, non traité)	200	8	8
Témoin 2 (inoculé expérimentalement par <i>P. malicorticis</i>)	200	70,5	305,5

(*) - sur ce lot nous avons observé 19 p. cent de fruits présentant des symptômes très voisins de l'échaudure molle.

TABLEAU 4 - Activité de divers fongicides systémiques, de la dichlozoline et des propionates. Fruits contaminés naturellement. Dates de traitements et observations ; cf. tableau 1.

Traitements	Nombre de fruits	<i>Gloeosporium</i> sp. (<i>P. alba</i>) % malades	C ₁₀₀
Fubéridazole			
1000 ppm	97	3,1	3,1
500 ppm	100	1,0	1,0
100 ppm	102	4,9	5,9
Thiabendazole			
1000 ppm	100	2,0	2,0
500 ppm	100	3,0	3,0
250 ppm	100	1,0	1,0
100 ppm	100	1,0	1,0
Thiophanate méthyle			
1000 ppm	117	5,1	6,8
500 ppm	104	4,8	5,8
Bénomyl 500 ppm	109	1,8	1,9
Éthirimol			
1000 ppm	96	28,1	52,0
500 ppm	92	33,7	95,6
100 ppm	115	20,9	45,2
Diméthirimol			
1000 ppm	92	28,3	65,2
500 ppm	107	29,0	73,8
100 ppm	55	23,6	45,4
Dichlozoline			
1000 ppm	118	8,5	16,1
500 ppm	105	8,6	12,4
Propionate de calcium			
30000 ppm	48	39,6	110,4
20000 ppm	55	27,3	49,1
10000 ppm	57	24,6	45,6
Propionate de sodium			
20000 ppm	52	34,6	59,6
10000 ppm	61	14,7	32,8
Témoin non traité	200	27,0	67,0

TABLEAU 5 - Comparaison des activités de diverses formulations du 2-aminobutane avec le bénomyl sur des fruits contaminés naturellement. Dates de traitements et observations (cf. tableau 1).

Traitements	Nombre de fruits	<i>Gloeosporium</i> sp. (<i>P. alba</i>) % malades	C ₁₀₀	Phytotoxicité importance et (%)
Bénomyl 1000 ppm	100	3,0	3	0
Acétate de 2 AB				
20000 ppm	100	0	0	++(49,5)
10000 ppm	100	1,0	1	+(10,1)
Carbonate de 2 AB				
15000 ppm	100	2,0	2	+(12,1)
7500 ppm	100	2,0	2	±
Ricinéate de 2 AB				
40000 ppm	100	0	0	+++ (64)
20000 ppm	100	1,0	1	++(30)
Salicylates de 2 AB				
15000 ppm	100	0	0	+++ (100)
7500 ppm	100	0	0	+++ (100)
Témoin 1 non traité	108	30,6	50,9	0
Témoin 2 eau	92	30,4	55,4	0

Phytotoxicité : ± à peine décelable, + nettement visible, ++ forte, +++ très forte

TABLEAU 6 - Efficacité de doses faibles du 2-aminobutane comparé au thiophanate méthyle. Les pommes «Golden delicious» sont naturellement contaminées par le *Pezicula alba* et les autres parasites. Traitement 25 octobre, résultats obtenus le 16 mai de l'année suivante.

Traitements	Nombre de fruits	% malades total	<i>Gloeosporium</i> sp. (<i>Pezicula alba</i>)		<i>Botrytis cinerea</i> % malades	<i>Penicillium expansum</i> % malades	Divers (cf. tableau 8) % malades
			% malades	C ₁₀₀			
Thiophanate méthyle 1500 ppm	200	8,5	5,0	5,0	1,0	1,0	1,5
Sulfate 2 AB (calculé en 2 AB)							
1500 ppm	200	11,0	5,5	7,0	1,5	2,0	2,5
4000 ppm	200	9,5	6,0	8,0		2,5	1,0
(rares traces de phytotoxicité sur trois fruits seulement)							
Témoin 1 (sans traitement)	200	28,0	22,5	33,0	2,5	1,0	2,5
Témoin 2 (eau)	200	38,5	32,5	47,0	0,5	1,5	3,0

active sans aboutir immédiatement à des phénomènes de phytotoxicité. Les concentrations doivent donc être faibles.

C'est pourquoi un nouvel essai a été réalisé avec des concentrations de 1.500 et 4.000 ppm utilisant le sulfate réputé moins toxique et plus maniable (tableau 6).

La réduction des pourritures principales des pommes est

nette notamment pour le *Gloeosporium* sp. (7 à 8 contaminations pour 100 fruits au lieu de 47,0). Il existe donc un moyen éventuel de limiter l'incidence de ce type de pourritures au cas où les souches résistantes aux dérivés du benzimidazole viendraient à remplacer les souches actuellement sensibles.

TABLEAU 7 - Effet des anti-échaudures fongicides incorporés aux cires d'enduction (pourritures diverses sur «Golden delicious» inoculation expérimentale : (cf. chapitre I). Traitements : 25/10 ; Contrôles : 14/1, 5/4, 25/6, année suivante. Résultats : cumulation des observations aux trois dates.

Traitements machine «DECCO» plus produits additionnels	Nombre de fruits	% malades total	<i>Gloeosporium</i> sp. (<i>P. malicortis</i>)		<i>Botrytis cinerea</i> % malades	<i>Penicillium expansum</i> % malades	Divers (cf. tab. 8) % malades
			% malades	C100			
2 p. cent 2 AB pur	200	8	5,5	6,0	0,5	0,5	2,5
2 p. cent 2 AB pur	200	16	14,0	17,5	2,0	1,0	4,0
3 p. cent SO ₄ 2 AB							
2 p. cent 2 AB pur	200	19	10,5	12,5	3,0	5,0	4,0
5 p. cent SO ₄ 2 AB							
0,5 p. cent TBZ	200	5	2,0	2,5	0,5	1,5	2,5
1 p. cent Éthoxyquine							
0,5 p. cent TBZ	200	3,5	1,5	2,0	-	1,5	0,5
5 p. cent Éthoxyquine							
«DRENCHER» cire Drencher «DECCO»	200	13	12,0	12,0	-	1,0	1,0
0,1 p. cent TBZ							
0,2 p. cent Éthoxyquine							
Témoin Fruits inoculés (par <i>P. malicortis</i>) sans traitement	200	34	31,0	52,5	5,0	1,0	1,5

TABLEAU 8 - Effet des anti-échaudures incorporés à la cire d'enduction (échaudures et pourritures diverses sur «Granny Smith»).

Les fruits sont naturellement contaminés. Dates de traitements et observations (cf. Tableau 6).

Traitements machine «DECCO» cire brillante «DECCO» plus produits additionnels	Nombre de fruits	% sains	% échaudure sévère	% pourris	% pourris sans échaudure	pourritures diverses (1)
0,5 p. cent TBZ (thiabendazole) + 1 p. cent Éthoxyquine	48	35,4	45,8	47,9	20,8	-32 A -27 P - 2 B - 3 D
0,5 p. cent TBZ + 2 p. cent Éthoxyquine	50	20,0	74,0	50,0	24,0	-62 A -16 P - 5 D
0,5 p. cent TBZ + 5 p. cent Éthoxyquine	48	37,5	35,4	27,1	?	-41 A -14 P - 5 B - 4 D
0,5 p. cent TBZ	52	1,9	88,5	55,8	?	-44 A - 1 D

(1) - A (*Alternaria*) ; P (*Penicillium*) ; B (*Botrytis*) ; D, divers (*Fusarium* sp., *Gloeosporium* spp., *Monilia* sp., *Rhizopus* sp., etc.).

Les ricinoléates et salicylates sont fortement phytotoxiques et ne peuvent pas, par conséquent, être utilisés.

ACTIVITÉ DES ANTI-ÉCHAUDURES ET FONGICIDES INCORPORÉS AUX CIRES D'ENDUCTION.

Les fongicides utilisés permettent une réduction très importante des pourritures : 2 AB et surtout TBZ.

Cependant les concentrations du 2 AB ne doivent pas être trop importantes sinon le taux de pourritures augmente par suite d'un effet de phytotoxicité :

ex :	2 p. cent 2 AB	8 p. cent fruits pourris
	2 p. cent 2 AB	
	3 p. cent SO ₄ 2 AB	16 p. cent fruits pourris
	2 p. cent 2 AB	
	5 p. cent SO ₄ 2 AB	19 p. cent fruits pourris

Aucun effet phytotoxique n'est observé avec l'éthoxyquine (reoxoquine), même à dose élevée.

L'effet des fongicides dans les cires est moins efficace qu'en traitement simple (en solution aqueuse).

L'effet de l'éthoxyquine sur Granny Smith (sensible à l'échaudure), est net même dans un essai sévère poursuivi jusqu'à fin juin (20 à 36 p. cent de fruits sains sans échaudure), le témoin étant presque totalement échaudé (2 p. cent de sains).

Cependant, la protection apportée par l'éthoxyquine n'est pas absolue. Des fruits traités peuvent présenter une échaudure sévère. On ne peut donc au mieux que sauver une partie de la récolte, en cas de forte attaque d'échaudure.

CONCLUSION

Nous avons tout d'abord examiné l'action des traitements réalisés après récolte sur pommes sur le développement des pourritures mais qui n'ont pas à priori cet objectif :

1. L'enduction par les cires permet d'obtenir environ trois fois moins de lésions par les *Gloeosporium* spp. Cependant, en pourcentage de fruits atteints, l'effet est assez faible. Les cires seules n'ont donc pas seulement un effet sur les maladies physiologiques (LEBLOND et MORGAT, 1971), mais aussi sur les maladies fongiques.

2. Les anti-échaudures semblent accusés à tort d'augmenter les pourritures à parasites de blessures, notamment celles qui sont causées par des *Penicillium* spp.

Parmi les différents traitements fongicides, après récolte, réalisés sur pommes, pour le moment, une seule classe de composés reste utilisable, dérivés du benzimidazole et thiophanate.

Lors d'extension de souches résistantes à ces dérivés, dans le cas des *Gloeosporium* spp. (*Pezizula* spp.), le 2-aminobutane permettrait éventuellement de limiter les dégâts. Il serait nécessaire de l'employer à doses faibles où il reste relativement efficace. Cependant, il semble heureusement que l'extension des souches résistantes soit très lente.

Lors de l'enduction des fruits par les cires, il est possible d'ajouter des fongicides, des anti-échaudures, pour protéger les fruits plus efficacement. Cependant il y a généralement une perte d'efficacité pour les fongicides. Comme par ailleurs la quantité de résidus augmente dans ces conditions il semble plus profitable d'opérer les traitements d'abord en solution aqueuse et à faible dose, et de procéder à l'enduction cireuse après (avec un écart de temps plus ou moins long selon l'organisation de la station fruitière).

Prenons l'exemple du thiabendazole (TBZ), un calcul simple montre qu'avec les cires (1 litre/tonne) à 0,5 p. cent de TBZ, il y aura approximativement 5 ppm de résidus (fruits entiers). En revanche, avec un traitement en solution aqueuse à 500 ppm de TBZ, dose largement suffisante, 1500 mg de solution sont approximativement retenus par kg de fruits, et il y aura seulement 0,75 ppm de résidus.

Ces calculs, pour être plus précis, doivent évidemment tenir compte du calibre, de la variété, de l'orientation des fruits lors du traitement, la quantité de cire peut aussi varier de 0,5 à 1 litre/tonne, etc.

En outre, les stations fruitières équipées pour le transport des fruits par eau, permettent ultérieurement de relaver et de brosser les fruits, ce qui entraîne la majeure partie des pesticides et cela juste avant d'opérer l'enduction par les cires.

Les fruits ainsi traités auront été bien protégés durant la conservation et ne contiendront au moment de la vente que des taux extrêmement bas de pesticides, tout en ayant une présentation parfaite.

REMERCIEMENTS.

Nous tenons à remercier les sociétés qui nous ont fourni les produits expérimentaux, en particulier la société DECCO France.

BIBLIOGRAPHIE

- BOMPEIX (G.) et MORGAT (F.). 1969.**
Lutte chimique contre les pourritures des pommes en conservation : efficacité du bénomyl et du thiabendazole.
C.R. Acad. Agr. France, n°11, 776-783.
- BOMPEIX (G.) et MORGAT (F.). 1970.**
Lutte contre les maladies de conservation d'origine parasitaire sur pommes.
100e Congrès Soc. Pomol. France, Valence-sur-Rhône, 2-3-4 avril, 141-174.
- BOMPEIX (G.) et MORGAT (F.). 1971.**
Le thiophanate méthyle dans la lutte contre les pourritures des pommes en conservation (résultats préliminaires).
Symposium sur les thiophanates, Marseille, 23-24 mars, 163-165.
- BOMPEIX (G.). 1977.**
Apparition de souche résistante du *Pezizula malicorticis* aux fongicides thiabendazole, bénomyl et thiophanate.
Ann. Phytopath. (en préparation).
- BONDOUX (P.), BOMPEIX (G.), MORGAT (F.) et VIARD (P.). 1969.**
Les principales pourritures des pommes et des poires en conservation.
INVUFLEC, Paris, 76 p.
- ECKERT (J.W.) et KOLBEZEN (M.J.). 1962.**
Control of *Penicillium* Decay of Citrus fruits with 2-aminobutane.
Nature, 194, 888-889.
- ECKERT (J.W.) et KOLBEZEN (M.J.). 1970.**
Fumigation of fruits with 2-aminobutane to control certain post-harvest diseases.
Phytopathol., 60 (3) p. 545-550.
- LEBLOND (C.) et MORGAT (F.). 1971.**
Influence de deux inhibiteurs de brunissement : l'éthoxyquine et la diphénylamine et de quelques substances associées sur l'aptitude à la conservation des pommes «Golden delicious» et «Richared».
Arboriculture fruitière, 211, sep., 16-23.
- LEROUX (P.), CASANOVA (M.) et DACHAUD (R.). 1975.**
Étude de la pénétration et de la persistance du bénomyl et du carbendazime chez des pommes traitées après la récolte.
Phytiatrie-Phytopharmacie, 24, 49-56.
- PARMENTIER (G.). 1968.**
Action fongicide des tensio-actifs : 1.- Efficacité optimum et spécificité.
Parasitica, 24 (3), 79-87.
- PARMENTIER (G.). 1969.**
Action fongicide des tensio-actifs. 2.- Efficacité antioïdienne et concentration micellaire critique.
Parasitica, 25 (1), 1-8.
- PARMENTIER (G.). 1969.**
Action fongicide des tensio-actifs. 3.- Fongitoxicité-Phytotoxicité.
Parasitica, 25 (3), 86-96.

