

# Étude de nouvelles formulations de fosétyl-al destinées à la lutte contre la gommose à *Phytophthora* des agrumes

C CHABRIER  
L BOTELLA  
Station INRA/CIRAD  
de recherches agronomiques  
20230 San Giuliano  
Corse  
France

RT MERCER  
Rhône-Poulenc Agrochimie  
BP 9163  
69263 Lyon cedex 09  
France

S LAVAUT  
Rhône-Poulenc, Centre  
de recherche des carrières  
69190 Saint-Fons  
France

Reçu : février 1995  
Accepté : avril 1995

## Étude de nouvelles formulations de fosétyl-al destinées à la lutte contre la gommose à *Phytophthora* des agrumes.

### RÉSUMÉ

La gommose à *Phytophthora* sp des agrumes est l'une des principales maladies de ces cultures fruitières en Corse. Depuis 4 ans, des essais ont été menés conjointement par la firme Rhône-Poulenc et la station de recherches agronomiques de San Giuliano afin de mettre au point des formulations à longue durée d'activité tant préventive que curative. Dans le cadre de ces études, l'agrafage sur le tronc des arbres de colliers de silicone imbibés de fosétyl-al a donné des résultats très encourageants : l'effet préventif de ce traitement dure plus d'un an et son efficacité curative est au moins équivalente à celle du traitement de référence actuellement préconisé (pulvérisation foliaire).

## Fosetyl-al new formula studies to counter citrus *Phytophthora* gummosis.

### ABSTRACT

*Phytophthora* gummosis is one of the main diseases of citrus fruit trees in Corsica. For 4 years, trials have been conducted jointly with the firm Rhône-Poulenc and the San Giuliano agronomic research station to develop formulations with longterm preventive and curative activity. In these studies, fosetyl-al silicone soaked collars stapled to the trunks gave very encouraging results : the preventive effect of the treatment lasted more than a year and the curative effectiveness was at least as good as obtained with the currently recommended reference treatment (foliar spraying).

## Estudio de nuevas formulaciones de fosetyl-Al destinadas a la lucha contra la gomosis de *Phytophthora* de los agrios.

### RESUMEN

La gomosis de *Phytophthora* sp de los agrios es una de las principales enfermedades de los agrios en Córcega. Hace 4 años que Rhône-Poulenc y la estación de Investigaciones Agronómicas de San Giuliano van haciendo ensayos para poner a punto formulaciones de larga duración de actividad tanto preventiva como curativa. En el ámbito de estos estudios, la abrochadura sobre el tronco de los árboles de collares de silicona empapados en fosetyl-al dió resultados muy alentadores : el efecto preventivo de este tratamiento dura más de un año y su eficacia curativa equivale por lo menos a la del tratamiento de referencia actualmente preconizado (pulverización foliar).

Fruits, vol 50, n°3, p 163-172  
© Elsevier, Paris

### MOTS CLÉS

*Citrus*, contrôle de maladies, gommose, *Phytophthora citrophthora*, méthode d'application, lutte chimique, fosétyl-al.

### KEYWORDS

*Citrus*, disease control, gummosis, *Phytophthora citrophthora*, application methods, chemical control, fosetyl-al.

### PALABRAS CLAVES

*Citrus*, control de enfermedades, gomosis, *Phytophthora citrophthora*, métodos de aplicación, control químico, fosetyl-al.

## ● introduction

La gommose à *Phytophthora* sp des agrumes est l'une des principales maladies fongiques et la cause de fortes mortalités parmi ces espèces fruitières en Corse (LAVILLE, 1984). Les porte-greffes habituellement utilisés sont tolérants ou résistants, mais les variétés cultivées, et notamment tous les clémentiniers, sont sensibles. Les attaques ont lieu sur les scions, généralement entre la ligne de greffe et la base des charpentières (KOLLER et SOPRANO, 1994). Depuis 1978, la station de recherches agronomiques de San Giuliano en Corse contribue à la mise au point de méthodes de lutte efficace contre cette maladie.

Le fosétyl d'aluminium est un fongicide efficace contre la gommose à *Phytophthora* sp des agrumes (DAVIS, 1982 ; LAVILLE et CHALANDON, 1982 ; TIMMER et CASTLE, 1985). Il est utilisé actuellement en pulvérisation ou en badigeon sous la formulation d'une spécialité commerciale, l'Aliette<sup>(R)</sup>, poudre mouillable à 80% de matière active (DAVINO *et al*, 1988 ; FEICHTENBERGER, 1990). Malheureusement, ces traitements ont une rémanence faible, et plusieurs applications successives, deux par an pendant 2 à 3 ans, sont nécessaires pour sauver un arbre atteint de gommose.

Une nouvelle technique d'application de fosétyl-al a été mise au point avec l'aide de la société Rhône-Poulenc (fabricant de l'Aliette). Elle préconise l'utilisation de colliers en mousse de silicone imprégnés de matière active et appliqués sur le tronc des arbres à traiter. Cette technique permet au produit fongicide utilisé d'être progressivement diffusé aux tissus de l'hôte. Cette nouvelle formulation, et plus particulièrement sa durée d'efficacité, ont été testées pendant 3 années de culture sur la station de recherches agronomiques (SRA) de San Giuliano.

## ● matériel et méthode

Des clémentiniers communs en pleine production et n'ayant jamais subi de traitement contre la gommose à *Phytophthora* sp, greffés sur citrange troyer, ont été choisis pour tester les différentes formulations de fosétyl-al.

Les inoculations ont été réalisées avec une souche de *Phytophthora citrophthora* (SMITH & SMITH)

Leonian isolée à la SRA de San Giuliano. Les techniques d'isolement du pathogène et d'inoculation utilisées ont été celles de BOCCAS et LAVILLE (1978) et de LAVILLE (1979). Pour l'inoculation, une rondelle d'écorce de 8 mm de diamètre a donc été retirée sur la partie clémentinier, dégageant ainsi un espace dans lequel a été disposé, contre le cambium, le fragment mycélien de *P. citrophthora*. Celui-ci provenait d'un prélèvement effectué sur le front de croissance du parasite se développant sur milieu de culture *in vitro* (milieu petit pois). La rondelle d'écorce, ensuite remplacée, a été alors recouverte d'une bande adhésive.

## évaluation des effets préventifs et curatifs

### essai 1 (1990-1991) : traitements suivis de plusieurs inoculations

Des clémentiniers, âgés de 14 ans, ont été traités au printemps 1990, lors du démarrage de la végétation. Quatre traitements ont été réalisés, portant chacun sur dix arbres :

- badigeonnage de 60 g de fosétyl-al [75 g d'Aliette<sup>(R)</sup> WP (= *wettable powder* = poudre mouillable) à 80%] dissous dans 120 ml d'eau (traitement B1) ;
- badigeonnage de 20 g de fosétyl-al (25 g d'Aliette<sup>(R)</sup> WP à 80%) dissous dans 40 ml d'eau ; ce traitement a été répété deux fois (2,5 et 5 mois après) (traitement B2) ;
- agrafage sur le tronc des clémentiniers, juste au-dessus de la ligne de greffe, de colliers de mousse de silicone contenant 40 g de fosétyl-al quelques minutes après avoir appliqué un badigeon de 20 g de fosétyl-al (25 g d'Aliette<sup>(R)</sup> WP à 80%) dissous dans 40 ml d'eau (traitement E1) ;
- agrafage sur le tronc des clémentiniers, juste au-dessus de la ligne de greffe, de colliers de mousse de silicone contenant 60 g de fosétyl-al (traitement E2).

Les arbres ont été inoculés une première fois par six incrustations de fragment de culture de *Phytophthora citrophthora* réparties sur l'ensemble des charpentières, puis cette opération a été renouvelée cinq fois, d'abord 15 jours après ce premier traitement, puis 1 mois (printemps), 3 mois (été), 5,5 mois (automne) et 1 an (printemps) après celui-ci.

Un plant traité a ainsi reçu 30 fragments d'inoculum en tout.

Pour chaque date d'inoculation, deux arbres situés en bordure de l'essai ont été inoculés afin de vérifier la qualité de l'inoculum.

Deux mois après inoculation, la longueur des lésions a été évaluée en mesurant la distance séparant les fronts de croissance du champignon de part et d'autre du point d'inoculation en suivant l'axe du tronc (ou de la charpentière) mesurés au niveau de l'endoderme (photo 1) ; en janvier, lors du repos végétatif, et en juillet 1991, soit un an après traitement, cette mesure a été renouvelée ; lorsque les lésions de l'écorce étaient cicatrisées (photo 2), c'est la distance entre les bourrelets de cicatrisation qui était mesurée.

### essai 2 (1992-1993) : inoculations effectuées avant et après le traitement

En Corse, il est de pratique courante de ne traiter les arbres qu'à l'observation de lésions développées, donc après qu'ils n'aient déjà été contaminés par la gommoze ; c'est l'effet curatif de la formulation adoptée qui est alors déterminant ; l'efficacité des colliers de mousse de silicone imprégnés de fosétyl-al a donc été aussi testé dans ce contexte.

La parcelle d'étude, constituée de clémentiniers plantés en 1972, a été divisée en 15 blocs homogènes (blocs aléatoires complets) ; dans chaque bloc, quatre arbres ont été inoculés par incrustation de six fragments de culture de *Phytophthora citrophthora* entre le haut de la ligne de greffe et la base des charpentières. Cette expérimentation a été effectuée 1 mois avant traitement pour évaluer l'effet curatif du traitement, et 1 mois après traitement pour évaluer son effet préventif.

Les traitements réalisés en juin 1992 ont permis de tester diverses techniques d'application :

- le traitement de référence (traitement P) a consisté en la pulvérisation, jusqu'au ruissellement, d'une solution de 250 g / hl d'Aliette<sup>(R)</sup> (poudre mouillable actuellement commercialisée, titrant 80% de fosétyl-al) ; ce traitement (tableau I) a été répété en septembre 1992 (lors de la pousse d'automne) et en avril 1993 (pousse de printemps) ;
- un autre traitement (CS) a consisté en l'utilisation d'un collier, contenant 40% de fosétyl-al, coupé en trois ou quatre tronçons qui ont été

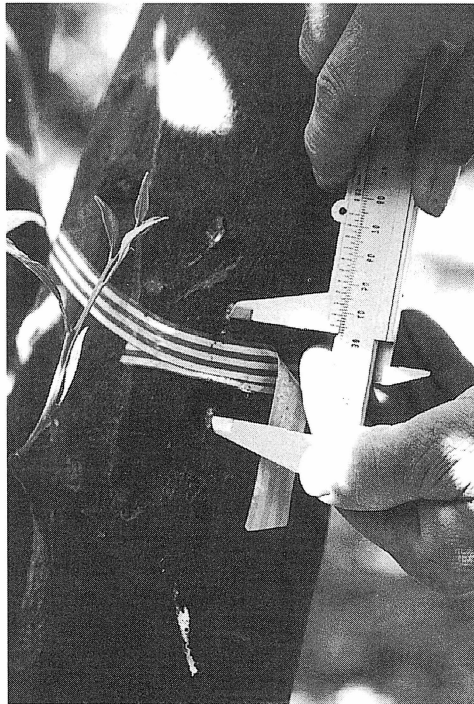


Photo 1  
Mesure d'une lésion non cicatrisée 2 mois après inoculation.



Photo 2  
Aspect d'une lésion cicatrisée 14 mois après inoculation.

agrafés à la base des charpentières, au-dessus de la zone d'inoculation ;

– dans un troisième traitement (CI), un collier, contenant 40% de fosétyl-al, a été agrafé à la base du tronc, entre la ligne de greffe et la zone d'inoculation.

À l'inverse de l'expérimentation précédente, des arbres témoins (arbres T non traités) ont été inclus dans le dispositif d'étude de ce deuxième essai.

Comme pour le premier essai, les mesures réalisées pour chaque inoculation ont été effectuées 2 mois après inoculation, puis en janvier lors du repos végétatif, et en fin d'expérimentation, au bout d'un an (deux flux de sève), en juillet de l'année suivante.

Le développement des lésions étant normalement plus important au niveau du cambium qu'au niveau de l'écorce (BOCCAS et LAVILLE, 1978), l'écorce et les tubes criblés entourant les chancres ont été retirés. Les longueur et largeur des lésions au niveau du cambium ont ainsi été mesurées pour évaluer l'extension maximale des lésions.

Tableau I  
Quantité d'Aliette<sup>(R)</sup> pulvérisée sur les arbres lors des trois traitements de référence de l'essai 2.

	Volume épandu (l de solution / arbre)	Quantité épandue (g de matière active / arbre)
1 <sup>er</sup> traitement (printemps 1992)	8,3	20,8
2 <sup>e</sup> traitement (automne 1992)	9,3	23,3
3 <sup>e</sup> traitement (printemps 1993)	12,7	31,8

### étude de la rémanence du produit

Dans le cadre de l'essai réalisé en 1990 (essai 1), des échantillons de jeunes feuilles ont été prélevés sur les arbres 15 jours, puis 1, 3, 6 et 12 mois après

Tableau II  
Longueur des lésions dues à la gommose à *Phytophthora*, mesurées 2 et 5 mois, puis 1 an après traitement au fosétyl-al appliqué selon des techniques différentes.

Intervalle traitement/ inoculation	Intervalle inoculation/ mesure	Longueur des lésions					Coefficient de variation
		Témoin non traité	Traitements				
			B1	B2	E1	E2	
15 jours	2 mois	6,2	3,5 b	4,4 a	3,6 b	4,3 a	17,6%**
	5 mois	7,8	3,8 b	5,1 a	3,8 b	4,9 a	22,2%**
	fin	6,7	3,6	4,4	3,5	4,6	24,2%*
1 mois	2 mois	5,1	4,1 b	6,3 a	4,2 b	4,4 b	21,1%**
	5 mois	5,9	4,6 b	7,4 a	4,9 b	5,1 b	23,2%**
	fin	4,9	4,1 b	6,8 a	4,6 b	4,7 b	24,3%**
3 mois	2 mois	8,6	4,5	5,4	4,3	4,5	23,6% NS
	5 mois	10,3	4,6 b	6,0 a	4,5 b	4,8 b	23,8%*
	fin	10,2	4,4	5,6	4,2	4,6	26,4% NS
5,5 mois	2 mois	6,9	5,3 ab	6,0 a	4,2 b	4,3 b	20,2%**
	5 mois = fin	8,1	6,1 ab	7,1 a	4,9 b	5,3 b	20,1%**
1 an	2,5 mois = fin	4,0	3,5 a	3,4 a	2,8 b	2,7 b	12,7%**

Traitements : B1 : un badigeon de 60 g de fosétyl-al ; B2 : trois badigeons successifs de 20 g de fosétyl-al appliqués tous les 2,5 mois ; E1 : un badigeon de 20 g + colliers contenant 40 g de fosétyl-al ; E2 : colliers contenant 60 g de fosétyl-al.

Les analyses statistiques sont réalisées sur la moyenne arithmétique des mesures par arbre.

CV : coefficient de variation. a, b : groupes homogènes selon le test de Newman Keuls pour  $p = 5\%$ .

\* Différences significatives au seuil de 5%. \*\* Différences significatives au seuil 1%. NS : différences non significatives.

les traitements, puis analysés afin d'évaluer leur teneur en acide phosphoreux d'une part, en fosétyl-al d'autre part.

Par ailleurs, deux séries de cinq arbres situés en bordure de ce même essai ont été traitées suivant les procédures E1 et E2 précédemment décrites. À chaque prélèvement de feuilles, les colliers d'un plant de chacune des séries ont été retirés pour analyse de résidus de fosétyl-al.

Enfin, à partir de la production de l'essai 2, des recherches de résidus d'acide phosphoreux et de fosétyl-al dans les fruits ont été faites sur la récolte de 1992, 6 mois après la réalisation des traitements.

## ● résultats

Aucun problème de phytotoxicité ne s'est manifesté à l'occasion de ces différents essais. Aucune trace de résidus n'a pu être décelée dans les fruits récoltés 6 mois après la pose des colliers du deuxième essai.

### évaluation des effets préventifs et curatifs

#### efficacité des traitements de l'essai 1

L'ensemble des mesures réalisées sur les arbres du premier essai est présenté dans le tableau II.

Après une phase d'installation de 2 à 3 semaines, toutes les lésions se sont développées pendant un flux de sève pour se cicatriser au bout de 5 à 6 mois. Leur taille a alors eu tendance à diminuer. Les attaques n'ont pas repris par la suite sur les arbres traités.

Les lésions dues à la première inoculation effectuées 15 j après le traitement préventif se sont significativement moins développées sur les arbres ayant subi le traitement B1 (badigeon au fosétyl-al) que sur ceux du traitement E2 (colliers imprégnés avec le fongicide). Les dégâts observés sur les arbres du traitement E1 (badigeon + collier) ont été équivalents à ceux développés sur les arbres du traitement B1 (fig 1).

La différence de développement des lésions observées sur les arbres ayant subi les traitements B1 et E2 a diminué à l'issue de la deuxième inoculation (1 mois après traitement), elle a dis-

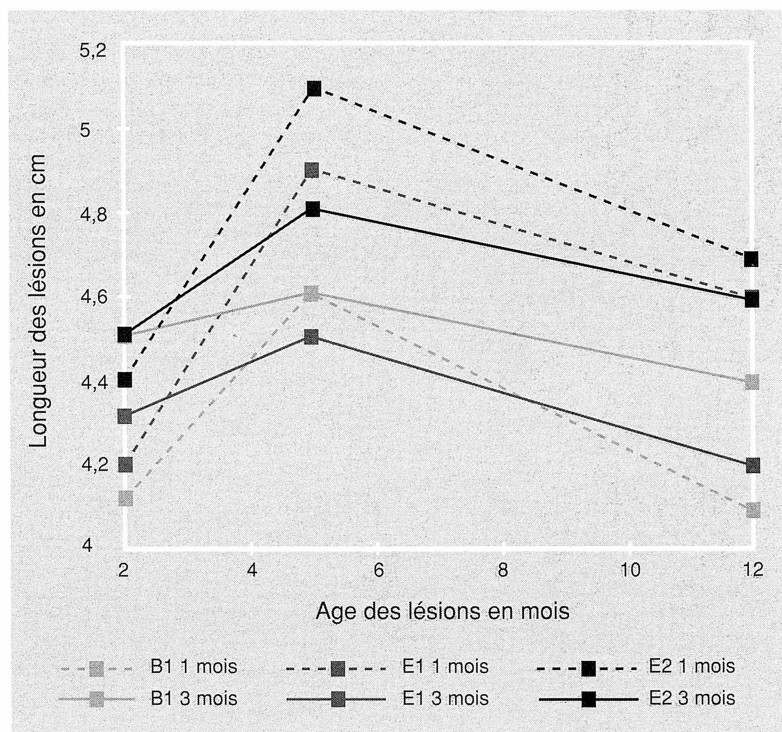


Figure 1  
Effet du mode d'application de l'Aliette<sup>(R)</sup>, et de la date des inoculations réalisées à 1 et 3 mois après traitement, sur l'évolution des lésions dues à *Phytophthora citrophthora*. 60 g d'Aliette<sup>(R)</sup> sont appliqués au-dessous des inoculums selon les modes de traitements suivants : B1 : badigeon avec 60 g d'Aliette ; E1 : agrafage de colliers de mousse de silicone contenant 40 g d'Aliette + un badigeon de 20 g ; E2 : agrafage de colliers de mousse de silicone contenant 60 g d'Aliette.

paru à partir de la troisième inoculation effectuée 3 mois après traitement.

Lorsque la contamination de l'arbre intervient peu après un traitement préventif, la protection apportée par la technique du badigeon apparaît donc meilleure que celle obtenue par l'utilisation des colliers. Mais l'efficacité du badigeon s'amenuise au fur et à mesure que l'inoculation est tardive par rapport à la date du traitement. En particulier, 3 mois après, il n'existe plus de différences significatives entre l'utilisation de l'une ou l'autre technique, et un an après le traitement, les plants traités à l'aide des colliers imprégnés de fosétyl-al sont significativement mieux protégés (fig 2).

Pour chacune des séries d'inoculations effectuées, les lésions observées sur les arbres ayant subi le traitement B2 (trois badigeons de 20 g de fosétyl-al) ont été beaucoup plus développées que celles mesurées à l'issue des autres traitements. Ces différences sont significatives par rapport aux lésions obtenues sur les clémentiniers du traitement E1. La dose de 20 g apportée par badigeon pourrait donc être trop faible. Or LAVILLE (1984) a montré que cette même dose de 20 g apportée par pulvérisation foliaire donnait des résultats

Tableau III

Effet curatif et préventif des différentes techniques d'application du fosétyl-al : mesures des lésions au niveau de l'écorce consécutives à deux séries d'inoculations par *P citrophthora* intervenant 1 mois avant ou 1 mois après un traitement.

Traitements	Mesure des lésions (cm)			Croissance mesurée entre les deux dates (cm)			Mesures finales réalisées au niveau du cambium du 20 au 26/07/93		
	Date 1	Date 2	Date 3	Dates 1 à 3	Dates 2 à 3	Dates 1 à 3	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Longueur x largeur (cm <sup>2</sup> )
<b>Inoculation 1 (1 mois avant premier traitement du 04/06/92)</b>									
Témoin non traité	10,8	13,3 a	12,4	+2,4 a	-0,9	+1,5	13,7	5,2 a	79,0
Pulvérisation d'une bouillie à 0,2% ma	10,7	11,8 ab	10,7	+1,1 b	-1,1	-0,0	11,7	4,1 b	51,8
Colliers au-dessous de l'inoculum	8,3	9,3 b	8,8	+1,0 b	-0,5	+0,5	10,0	3,8 b	39,7
Colliers au-dessus de l'inoculum	8,9	8,6 b	8,4	-0,4 c	-0,1	-0,5	10,3	3,6 b	40,8
Coefficient de variation	28,8%*	41,4%*	49,4%* NS	226,8%**	211,6% NS	875,4% NS	36,9% NS	32,8% NS	81,9% NS
<b>Inoculation 2 (1 mois après premier traitement du 04/06/92)</b>									
Témoin non traité	6,4 a	7,3 a	6,2 a	+0,9	-1,1	-0,2	7,1 a	3,3 a	24,3 a
Pulvérisation d'une bouillie à 0,2% ma	3,3 c	3,8 c	2,9 c	+0,5	-0,9	-0,4	4,0 bc	2,2 bc	9,4 bc
Colliers au-dessous de l'inoculum	4,7 b	5,4 b	4,3 b	+0,7	-1,1	-0,4	5,2 b	2,7 ab	15,5 b
Colliers au-dessus de l'inoculum	2,4 d	2,9 c	1,8 c	+0,5	-1,1	-0,6	2,9 c	1,6 c	5,8 c
Coefficient de variation	22,2%**	25,1%**	43,6%**	124,5% NS	307,6% NS	150,8% NS	37,9%**	34,5%**	71,7%**

Les premières séries de mesures ont été effectuées les 9-10/07/92 (date 1 pour la 1<sup>re</sup> inoculation) et 8-9/09/92 (date 1 pour la 2<sup>e</sup> inoculation), puis les 27-28/01/93 (date 2 des inoculations 1 et 2) et 20-21/07/93 (date 3 des inoculations 1 et 2).

Les colliers utilisés sont imbibés avec une solution contenant 60 g d'Aliette<sup>(R)</sup>. a, b, c : groupes homogènes selon le test de Newman Keuls pour p = 5%. \*\*: différences significatives au seuil de 1%. \* : différences significatives au seuil de 5%. NS : différences non significatives.

satisfaisants ; ces observations confirmeraient le fait que l'Aliette<sup>(R)</sup> pénétrerait mieux par les feuilles que par l'écorce du tronc.

### effets des traitements de l'essai 2

Au cours de cette expérimentation, le développement des lésions s'est déroulé comme lors du premier essai.

### évaluation de l'effet curatif des colliers

Dans le cas d'inoculations effectuées 1 mois avant traitement, l'hétérogénéité des résultats obtenus

n'a pas permis de mettre en évidence des différences significatives entre les traitements quant à leur efficacité évaluée par la mesure des lésions développées à une date donnée (tableau III). En revanche, l'analyse de l'évolution des lésions montre que la technique d'application de fosétyl-al par utilisation des colliers posés au-dessus de la zone d'inoculation réduit significativement mieux la croissance de *P citrophthora* que l'adoption d'autres techniques de traitement (photos 3, 4 et 5). En effet, les lésions n'ont régressé entre le

deuxième et le cinquième mois que sur les clémentiniers ainsi traités (fig 3).

### évaluation de l'effet préventif des colliers

Les lésions issues de la série d'inoculation effectuée après traitement ont évolué de façon analogue quel que soit le traitement réalisé (fig 3). Les applications de fosétyl-al effectuées à l'aide de colliers placés au-dessus de la zone d'inoculation ont apporté une protection significativement supérieure à celle conférée par le traitement de référence par pulvérisation d'Aliette. Lorsque ces mêmes colliers ont été placés au-dessous de la zone d'inoculation, les résultats obtenus ont été moins satisfaisants (fig 4).

### étude de la rémanence du produit

Dans le cas des plants traités par badigeon, la quantité d'acide phosphoreux présente dans les jeunes pousses de clémentinier a fortement augmenté dans les jours qui ont suivi l'application de solutions de fosétyl-al, jusqu'à atteindre 11,3 ppm dans les feuilles des arbres ayant reçu trois badigeons successifs, 1 mois après le troisième traitement. Elle a décliné ensuite progressivement.

Dans les jeunes feuilles des plants traités à l'aide de colliers imbibés de fongicide, cette quantité d'acide phosphoreux a augmenté doucement pour atteindre 22 ppm au bout d'un an (tableau IV). Seulement 30% du produit contenu au début de l'expérience avait alors été libéré (tableau V).

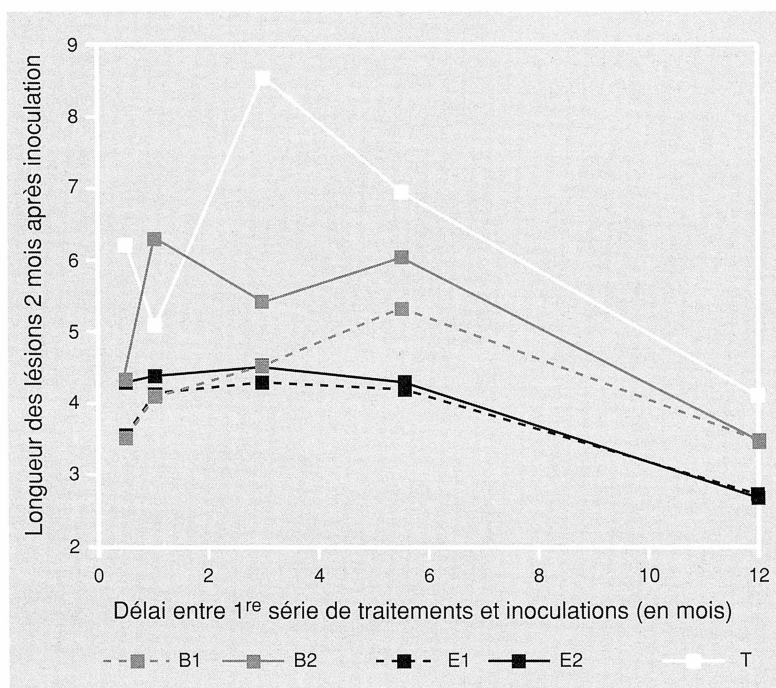


Figure 2

Évolution dans le temps de l'efficacité de différents modes de traitement des agrumes contre *Phytophthora citrophthora* : la longueur des lésions (cm) est mesurée au niveau de l'endoderme 2 mois après chaque inoculation effectuée 15 jours, 1 mois, 3 mois, 5,5 mois, puis 1 an après le traitement (essai 1). 60 g d'Aliette<sup>(R)</sup> sont appliqués au-dessous des inoculum selon les modes de traitements suivants : B1 : badigeon unique avec 60 g d'Aliette ; B2 : trois badigeons successifs de 20 g d'Aliette ; E1 : agrafage de colliers de mousse de silicone contenant 40 g d'Aliette + un badigeon de 20 g ; E2 : agrafage de colliers de mousse de silicone contenant 60 g d'Aliette ; T : témoins non traités.

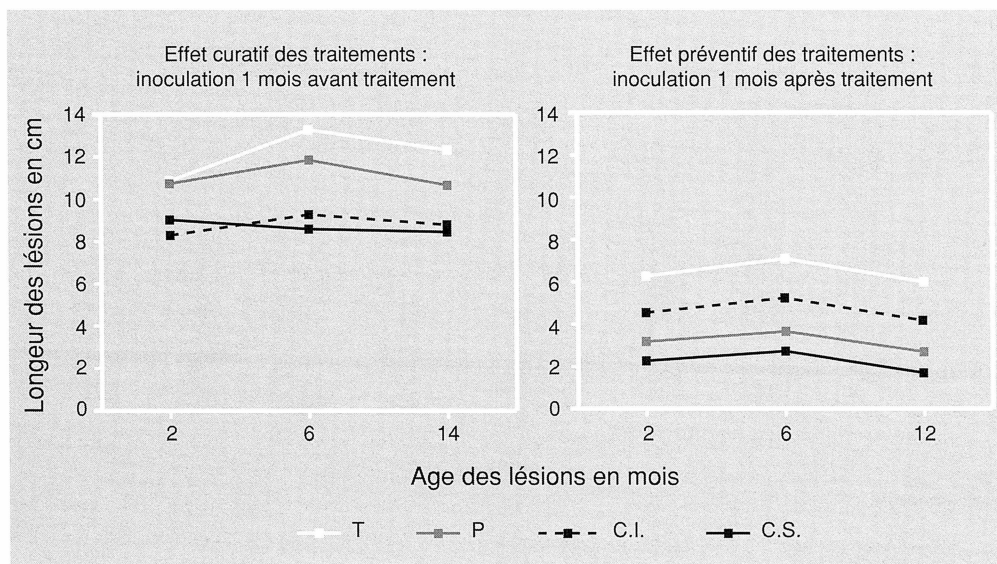


Figure 3

Évolution de la longueur des lésions dues à *Phytophthora citrophthora* sur agrumes, selon que le traitement a eu lieu après (effet curatif) ou avant (effet préventif) l'inoculation (essai 2). Les mesures sont effectuées au niveau de l'endoderme. T : témoin non traité. P : pulvérisation d'une bouillie à 0,2% de matière active. C.I. : agrafage de colliers de mousse de silicone contenant une solution de 60 g d'Aliette, au-dessous du point d'inoculation. C.S. : agrafage de colliers de mousse de silicone contenant une solution de 60 g d'Aliette, au-dessus du point d'inoculation.



Photo 3  
Aspect d'un arbre traité par agrafage, au-dessus du point d'inoculation, d'un collier de mousse de silicone contenant une solution de 60 g d'Aliette, (traitement CS de l'essai 2), après curetage des lésions, 14 mois après la 1<sup>re</sup> inoculation.



Photo 4  
Aspect d'un arbre traité par pulvérisation d'une bouillie à 0,2% de fosétyl-al (traitement P de l'essai 2), après curetage des lésions, 14 mois après la 1<sup>re</sup> inoculation.

Figure 4  
Mesure (après curetage) des lésions dues à *Phytophthora citrophthora* sur agrumes, 13 mois après traitement (essai 2).  
T : témoins non traités.  
P : pulvérisation d'une bouillie à 0,2% de matière active. CI : agrafage de colliers de mousse de silicone contenant une solution de 60 g d'Aliette, au-dessus du point d'inoculation. CS : agrafage de colliers de mousse de silicone contenant une solution de 60 g d'Aliette, au-dessus du point d'inoculation.

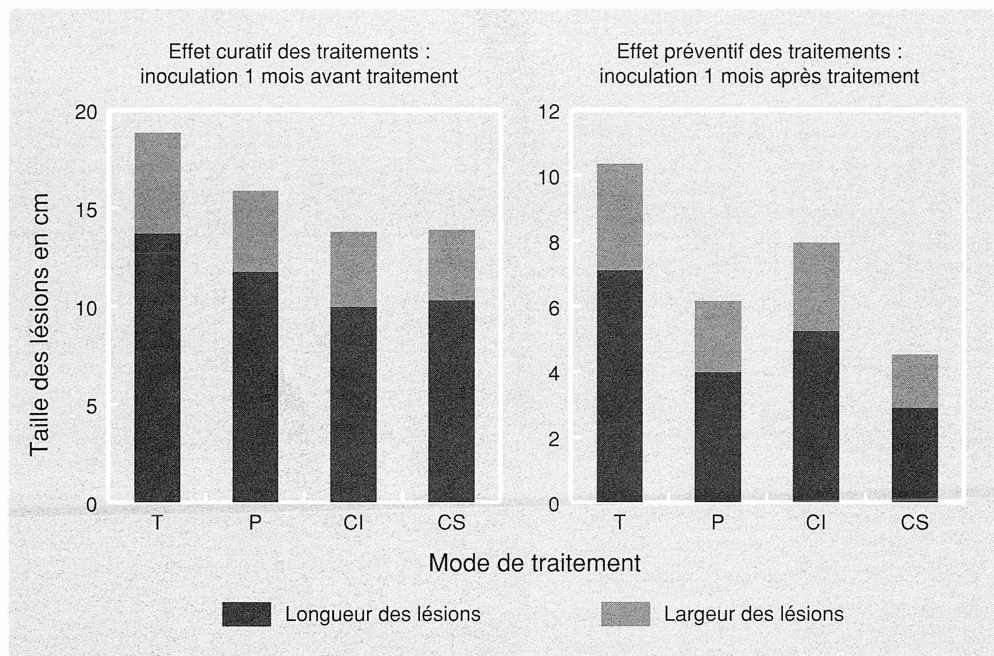




Tableau IV

Étude de la rémanence des traitements : analyse des résidus (en ppm) en fosétyl-al et en acide phosphoreux (Ac phos) dans les jeunes pousses de clémentinier, en fonction des différentes techniques de traitements testées.

Traitement	Intervalle de temps entre le traitement et le prélèvement d'échantillon									
	15 jours		1 mois		3 mois		6 mois		1 an	
	Fosétyl	Ac phos	Fosétyl	Ac phos	Fosétyl	Ac phos	Fosétyl	Ac phos	Fosétyl	Ac phos
E1	0,3	0,9	0,4	2,4	<0,3	7,2	<0,4	7,9	<0,4	5,4
E2	0,6	1,5	<0,3	0,9	<0,3	6,0	<0,5	9,6	<0,4	22,0
E3					<0,3	6,8	<0,3	3,3	<0,4	3,4
E4					0,6	2,1	<0,6	11,3	<0,4	4,6

Traitements : B1 : un badigeon de 60 g de fosétyl-al ; B2 : trois badigeons successifs de 20 g de fosétyl-al appliqués tous les 2,5 mois ; E1 : un badigeon de 20 g + colliers contenant 40 g de fosétyl-al ; E2 : colliers contenant 60 g de fosétyl-al.

## ● discussion et conclusion

Lors de l'expérimentation effectuée entre 1990 et 1991, les colliers imprégnés d'Aliette<sup>(R)</sup> avaient été disposés en dessous des points d'inoculation. La protection assurée s'était alors révélée :

- à peine inférieure à celle d'un badigeon dans le mois qui a suivi le traitement ;
- supérieure dès le troisième mois ;
- encore importante à 1 an.

Ces résultats très encourageants et le fait que, en Corse, la plupart des agrumiculteurs traitent les arbres de façon curative par pulvérisation d'une bouillie de 250 g d'Aliette/hl ont conduit à mettre en place une deuxième expérimentation qui a été menée de 1992 à 1993.

Les résultats alors obtenus ont montré que les colliers de mousse de silicone imprégnés d'Aliette(R) constituent un traitement au moins aussi efficace que le traitement curatif de référence, constitué actuellement par une pulvérisation de 4000 l/ha d'une bouillie de 250 g/hl de poudre mouillable à 80% de fosétyl-al. En préventif, l'utilisation de ces colliers permet la meilleure protection contre la gommose du clémentinier lorsqu'ils sont placés au-dessus des lésions.

Ces résultats sont en accord avec certains travaux antérieurs montrant la bonne systémie descendante du fosétyl-al (SANDLER et al, 1989).

En complément des informations obtenues sur l'efficacité des différentes techniques utilisables

Tableau V

Taux (%) de fosétyl-al libéré par les colliers de mousse de silicone, par rapport à la quantité de fosétyl-al présente dans la solution imbibant la mousse des colliers au départ.

Traitements	Intervalle de temps entre le traitement et le prélèvement des échantillons				
	15 jours	1 mois	3 mois	6 mois	1 an
E1 et E2	1	6	13	17	30

Traitements : E1 : un badigeon de 20 g + colliers contenant 40 g de fosétyl-al. E2 : colliers contenant 60 g de fosétyl-al.



Photo 5  
Aspect d'un arbre non traité (témoin de l'essai 2), après curetage des lésions, 14 mois après la 1<sup>re</sup> inoculation.

pour effectuer les traitements des agrumes au fosétyl-al, ces travaux ont permis de préciser les conditions d'utilisation des colliers de mousse de silicone, qui devront être placés le plus haut possible (contrairement à ce qui avait été réalisé en 1990). Ces résultats s'expliquent de façon logique du fait que le produit pénètre par le cambium et accède d'abord au phloème qui conduit la sève descendante et que, d'après BOC-CAS et LAVILLE (1978), les chancres sont plus développés à la limite entre phloème et cambium.

Malgré les avantages de la technique expérimentée, il convient de noter cependant un inconvénient occasionné par l'utilisation des colliers. En effet, les *Poncirus trifoliata* et leurs hybrides confèrent aux agrumes des troncs très cannelés, non seulement au-dessous, mais aussi au-dessus de la ligne de greffe. Pour assurer une bonne surface de contact avec le tronc malgré ce phénomène, les colliers ont dû être agrafés sur le tronc. Une telle méthode de fixation constitue un obstacle à la vulgarisation de la technique car elle nécessiterait une main d'œuvre accrue par rapport aux traitements appliqués habituellement par pulvérisation ou par badigeon. D'autres modes d'application sont donc en cours d'étude.

## remerciements

Les auteurs remercient vivement A DUBOIS et D ROSSI pour leur appui technique.

## ● références

- Boccas B, Laville E (1978) Les maladies à *Phytophthora* des agrumes. Paris, France, IRFA/SETCO, 162 p
- Davino M, Fiscaro Aldaresis, Gamberini O, GAETA G (1988) Efficacy of systemic fungicides in control of citrus foot rot in the field. *Atti Giornate Fitopatologiche* 1, 149-158
- Davis RM (1982) Control of *Phytophthora* root and foot rot of citrus with systemic fungicides metalaxyl and phosethyl aluminium. *Plant Dis* 66, (3), 218-220
- Feichtenberger E (1990) Control of *Phytophthora* gummosis of citrus with systemic fungicides in Brasil. *Bull OEPP/EPPO Bull* 20 (1), 139-148
- Koller OL, Soprano E, 1994. A method that reduces *Phytophthora* problems on Citrus limon. *Fruits* 49 (3), 211-215
- Laville E (1979) Utilisation d'un nouveau fongicide systémique, l'Aliette, dans la lutte contre la gommose à *Phytophthora* des agrumes. *Fruits* 34 (1), 37
- Laville E (1984) La gommose à *Phytophthora* des clémentiniers en Corse. *Arbor Fruit* 360 (2), 32-35
- Laville E, Chalandon A (1982) Synthèse des résultats obtenus avec le phosethyl -al dans la lutte contre les maladies à *Phytophthora* des agrumes. *Fruits* 37 (1), 11-17
- Sandler HA, Timmer LW, Graham JH, Zitko SE (1989) Effect of fungicide applications on populations of *Phytophthora parasitica* and on feeder root densities and fruit yields of citrus trees. *Plant Dis* 73 (11), 902-906
- Timmer LW, Castle WS (1985) Effectiveness of metalaxyl and phosethyl-al against *Phytophthora parasitica* on sweet orange. *Plant Dis* 69, 741-743