

Détection sur *Chamaecyparis lawsoniana* 'Ellwoodii' d'une souche de *Phytophthora cinnamomi* Rands résistante au phoséthyl-Al

par I. VEGH*, P. LEROUX**,
A. LE BERRE*
et Catherine LANEN**.

A. - INTRODUCTION.

Des essais réalisés en France, de 1977 à 1979, avec le phoséthyl-Al sur les arbustes d'ornement, cultivés en conteneurs, ont mis en évidence l'excellente efficacité de ce produit vis-à-vis du *Phytophthora cinnamomi* Rands (Vegh *et al.*, 1977; Vegh *et al.*, 1978; Vegh et Le Berre, 1979).

En raison de cette activité remarquable, il est, depuis son homologation en France (1978), largement utilisé dans les pépinières ornementales.

Pendant les premières années, son utilisation rationnelle a permis dans de nombreux cas de stopper presque complètement le développement de la maladie induite par ce parasite. Il faut toutefois rappeler que le phoséthyl-Al n'a qu'une action fongitoxique et non pas fongicide. En conséquence, lorsqu'une pépinière est infestée, la champignon y reste très longtemps vivant, ce qui nécessite le renouvellement des traitements chaque année.

Depuis deux ou trois ans, certains pépiniéristes se plaignent de l'activité médiocre ou, dans certains cas, de l'inefficacité totale du produit utilisé à sa dose homologuée (8 g de phoséthyl-Al/m²). La question se pose naturellement de savoir si ce manque d'efficacité n'est pas dû au développement de souches de *P. cinnamomi* résistantes au phoséthyl-Al et à son métabolite actif : l'acide phosphoreux.

Afin de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse, nous avons entrepris des études *in situ* et *in vitro*.

B. - MATÉRIELS ET MÉTHODES.

1. ETUDES *IN SITU*.

a) Matériel végétal et fongique.

Les essais sont réalisés sur de jeunes plants (3 ans) de *Chamaecyparis lawsoniana* 'Ellwoodii' cultivés en conteneurs. Le substrat de culture est constitué à parts égales de tourbe blonde et d'écorce de pin non compostée. La fertilisation est réalisée avec la solution Coïc (Coïc et Lesaint, 1973).

Nous avons utilisé deux souches de *P. cinnamomi*. L'une (souche 1) a été isolée à partir de *Rhododendron* n'ayant jamais été traité avec le phoséthyl-Al, tandis que l'autre (souche 2) est issue de jeunes plants de *Chamaecyparis lawsoniana* cultivés en conteneurs, traités à l'Aliette et au Rhodax et devenus malades malgré cela. Cette souche a été isolée dans une pépinière où le phoséthyl-Al est utilisé régulièrement à une grande échelle depuis son homologation.

b) Fongicides utilisés.

Les formulations et les doses des divers fongicides sont précisées dans le tableau 1.

Tableau 1. — FONGICIDES UTILISÉS DANS LES ESSAIS *IN SITU*

Matières actives	Spécialités commerciales	Teneurs en matières actives (%)	Doses en g de produit commercial	
			par incorporation (m ³ de substrat sec)	par arrosage (/m ²)
phoséthyl-Al	Aliette	80	100	10
phoséthyl-Al + folpel	Mikal	50 + 25	160	16
phoséthyl-Al + mancozèbe	Rhodax	44 + 26	180	18
furalaxyl	Fongaride	25	400	40
oxadixyl + cymoxanil + mancozèbe	Pulsan-P	8 + 3,2 + 56	200	20

* Station de Pathologie végétale, C.N.R.A., I.N.R.A., 78000 Versailles.

** Station de Phytopharmacie, C.N.R.A., I.N.R.A., 78000 Versailles.

c) Conduite des essais *in situ*.

Les essais sont réalisés en conditions naturelles dans une pépinière. Ils sont conduits suivant la méthode des blocs. Pour chaque traitement, quatre blocs (= répétitions) sont constitués, chacun comprenant dix plantes. Quarante plants sont donc utilisés pour chaque traitement.

L'inoculum obtenu sur vermiculite + bouillon de malt à 2% est incorporé au substrat de culture à raison de 3,3 g/l.

Les spécialités fongicides sont d'abord incorporées au substrat puis utilisées en arrosage autour du pied de la plante. Les arrosages sont réalisés à trente jours d'intervalle (sauf pour le Pulsan-P qui est appliqué chaque quinzaine). Les premiers arrosages sont réalisés trente jours après l'incorporation (quinze jours pour le Pulsan-P). On effectue au total cinq arrosages (dix avec le Pulsan-P).

Après cette période, vers la mi-octobre, on compte le nombre de plantes dépérissantes.

2. ETUDES *IN VITRO*.

Pour étudier l'effet du furalaxyl, du phoséthyl-Al, de l'acide phosphoreux et du di-sodium phosphite sur la croissance mycélienne de *P. cinnamomi* (souches 1 et 2), le milieu de culture retenu est du corn-meal-agar (Difco) (Bompeix et Sandrenan, 1984). Les produits fongitoxiques, en solution ou en suspension dans de l'eau stérile ou de l'éthanol, sont incorporés dans le milieu gélosé maintenu à 50 °C. Après homogénéisation et dissolution complète des fongicides, ce mélange est distribué dans des boîtes de Petri. Après solidification, l'inoculation est réalisée à l'aide de disques mycéliens (5 mm de diamètre) prélevés dans des cultures âgées d'une semaine. Les diamètres des plages mycéliennes sont mesurés quotidiennement pendant 7 à 10 jours. L'essai est conduit à 25 °C, à l'obscurité et 4 répétitions sont réalisées pour chaque condition.

Au cours de la première semaine de culture, la vitesse de croissance journalière est constante, aussi est-il possible, pour chaque concentration de fongicide, d'exprimer la vitesse en p. cent de celle en absence de tout produit fongitoxique. A partir de ces données, on estime les concentrations inhibant la vitesse de croissance de 50% ou de 90%.

C. - RESULTATS.

1. ETUDES *IN SITU*.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 2 d'où il ressort que le phoséthyl-Al seul ou en association avec le folpel ou le mancozèbe assure une excellente protection des conifères lorsque l'inoculation est réalisée avec la souche 1 de *P. cinnamomi* issue de *Rhododendron* jamais traité. En revanche, l'efficacité est presque nulle ou médiocre quand la maladie est provoquée par la souche 2 isolée sur des conifères traités régulièrement au phoséthyl-Al; la meilleure activité du Mikal résulte probablement de l'effet du folpel sur *P. cinnamomi*. Dans les deux situations, le Fongaride et le Pulsan-P se montrent très efficaces.

On peut encore signaler que, dans le cas de la souche 2, les symp-

tômes maladiques aériens se manifestent nettement plus tôt que dans le cas de la souche 1.

2. ETUDES *IN VITRO*.

Sur milieu corn-meal-agar, les vitesses de croissance journalière sont respectivement de 16,5 mm et de 12,5 mm pour les souches 1 et 2 (moyennes sur 4 expériences).

D'après les résultats reportés dans le tableau 3, il apparaît que la souche 1 est plus sensible que la souche 2 au phoséthyl-Al et à son métabolite : l'acide phosphoreux. Il faut signaler que c'est avec ce dernier composé (libre ou sous forme de sel de sodium) que les différences sont les plus importantes.

Quant au furalaxyl, il présente une toxicité équivalente sur les deux souches; il faut également noter l'inversion de sensibilité aux fortes concentrations.

Tableau 2. — EFFET DES FONGICIDES SUR LE DEPERISSEMENT DES PLANTS DE *CHAMAECYPARIS LAWSONIANA* 'ELLWOODII'

Nombre de plantes dépérissantes sur 40 plantes utilisées

Traitements	Inoculation avec souche 1	Inoculation avec souche 2
Aliette	1	37
Mikal	0	25
Rhodax	3	39
Fongaride	0	0
Pulsan-P	0	0
Témoin inoculé	37	40
Témoin non inoculé	0	0

Tableau 3. — EFFETS DE DIVERS FONGICIDES SUR LA CROISSANCE MYCELIENNE DE *P. CINNAMOMI*

Produits fongitoxiques	Souche 1		Souche 2	
	CI 50*	CI 90*	CI 50*	CI 90*
phoséthyl-Al	150	550	320	800
acide phosphoreux	8	30	30	85
di-sodium phosphite	20	70	90	350
furalaxyl	0,15	6,0	0,20	3,5

* CI 50 et CI 90 sont exprimées en mg/l et elles représentent les concentrations qui inhibent la vitesse de croissance mycélienne respectivement de 50 et 90%.

D. - DISCUSSION - CONCLUSION.

Les résultats de nos essais tant *in situ* qu'*in vitro* montrent d'une façon évidente que l'application systématique de phoséthyl-Al depuis des années dans une pépinière ornementale a entraîné le développement d'une résistance de *P. cinnamomi* à ce fongicide. Il est fort possible que le manque de protection par le phoséthyl-Al apparu également dans d'autres pépinières soit dû aussi à la présence de souches résistantes.

A notre connaissance, c'est la première fois qu'un tel phénomène est observé et démontré en conditions naturelles dans le cas des Péronosporales avec le phoséthyl-Al. Cependant, ils apportent une confirmation aux travaux de Cohen et Samoucha (1984) ou de Bower et Coffey (1984) indiquant la possibilité d'une variabilité de sensibilité de *Phytophthora infestans*, *Pseudoperonospora cubensis* ou *Phytophthora capsici* au phoséthyl-Al et à l'acide phosphoreux.

Quant aux formulations à base d'anilides (Fongaride ou Pulsan-P), elles assurent une protection excellente, confirmant les résultats obtenus antérieurement (Vegh *et al.*, 1982; Vegh et Le Berre, 1986). Ceci corrobore les résultats obtenus par Bompeix *et al.*, (1984) qui indiquent l'absence de résistance croisée positive entre les anilides et le phoséthyl-Al.

Dans la nature, la résistance aux anilides est signalée pour divers Pé-

ronosporales et il y a toujours résistance croisée positive entre le furalaxyl, l'oxadixyl, le béalaxyl, le métalaxyl et l'ofurace (Leroux, 1985). Aussi l'emploi intensif de ces fongicides en pépinières risque de favoriser le développement de souches

de *P. cinnamomi* résistantes. Dans ces conditions, les formulations à base d'anilides doivent être employées avec circonspection; pour l'instant, la solution consiste à les appliquer en alternance avec le phoséthyl-Al.

ABSTRACT

Detection on *Chamaecyparis lawsoniana* 'Ellwoodii' of a strain of *Phytophthora cinnamomi* Rands, resistant to fosetyl-Al.

A strain of *Phytophthora cinnamomi* resistant to fosetyl-Al has been isolated in a french nursery where this fungicide has been applied since 1978. Such resistance has been proved by experiments in the laboratory and by a trial in the nature.

A positive cross-resistance occurs between fosetyl-Al and its active metabolite : phosphorous acid, but not with furalaxyl or oxadixyl from the anilide family.

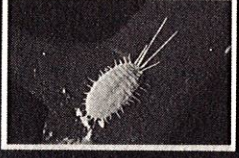
Références bibliographiques

- BOMPEIX G., CLERJEAU M., LAFON P., Malfatti P. (1984). — Mildious : mise au point sur l'efficacité du phoséthyl-Al sur les souches résistantes aux anilides. *Phytoma-Défense des cultures*, n° 361, 15-18.
- BOMPEIX G., SAINDRENAN P. (1984). — *In vitro* antifungal activity of fosetyl-Al and phosphorous acid on *Phytophthora* species. *Fruits*, 39 (12) 777-786.
- BOWER L.A., COFFEY M.D. (1984). — Development of resistance to phosphorous acid in *Phytophthora capsici*. *Phytopathology*, 74, 811.
- COHEN Y., SAMOUCHA Y. (1984). — Cross - resistance to four systemic fungicides in metalaxyl-resistant strains of *Phytophthora infestans* and *Pseudoperonospora cubensis*. *Plant disease*, 68 (2) 137-139.
- COIC Y., LESAINTE Christiane (1973). — La nutrition minérale en horticulture avancée. *Revue horticole*, Paris, n° 2316, 29-34.
- LEROUX P. (1985). — Les phénomènes de résistance des champignons phytopathogènes aux fongicides. *A.N.P.P., 1^{er} Journées d'études sur les maladies des plantes*, tome 1, 19-45.
- VEGH I., BAILLOT F., ROY J., (1977). — Etude de l'activité de l'éthylphosphite d'aluminium (LS 74.783) vis-à-vis de *Phytophthora cinnamomi* Rands, agent du Dépérissement des arbustes d'ornement. *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 26, 85-96.
- VEGH I., FABRE Elisabeth, LE BERRE A. (1978). — Nouvelles perspectives de lutte contre le *Phytophthora cinnamomi* Rands des arbustes d'ornement cultivés en conteneurs avec le tris-o-éthyl phosphonate d'aluminium. *L'Horticulture française*, n° 91, 7-14.
- VEGH I., LE BERRE A. (1979). — Données récentes sur tris-o-éthyl phosphonate d'aluminium contre le *Phytophthora cinnamomi* Rands, agent du Dépérissement des arbustes d'ornement. *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 28, 243-248.
- VEGH I., LE BERRE A. (1986). — Etude de l'activité du Pulsan-P (R) contre *Phytophthora cinnamomi* Rands, agent du Dépérissement des arbustes d'ornement. *P.H.M.-Revue horticole* (sous presse).
- VEGH I., LE BERRE A., FROSSARD Cécile (1982). — Etude de l'activité du furalaxyl (Fongarid (R) 25 WP) contre le *Phytophthora cinnamomi* Rands, agent du Dépérissement des arbustes d'ornement. *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 31, 11-17.

Auteur TEACOM
Grafik MONTAGNEUX

LES ANIMAUX nuisibles aux plantes ornementales

1982 Edition 1983



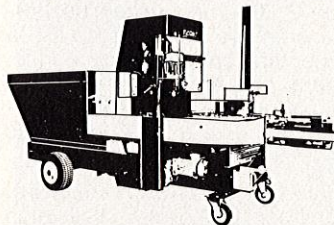
436 pages, 215 francs franco.
A commander à : « P.H.M.-Revue Horticole ».

je rempote, tu rempotes, vous rempotez avec

LA MACHINE A REMPOTER FRANÇAISE conçue par l'horticulteur

FLORALET

- Grille support de pots réglable de 7 à 16 et 16 à 22
- Débit de 200 à 4000 pots à l'heure
- Réglage continu par variateur
- Un tapis d'éjection de 2 m de longueur
- Alimentation automatique des pots
- Alimentation des pots dans clayettes




TAPIS ROULANT

- Tapis de 6,00 m de longueur
- Largeur 20 cms - Poids : 26 kgs
- Armature en aluminium
- Un seul moteur d'entraînement jusqu'à 4 tapis de 6,00 m en ligne
- Changement de direction à angle droit avec disque d'aiguillage

BALANCELLE Suspendue aux tubes de chauffage

TRANSPORTEUR A ROULEAUX Fixés sur les tubes de chauffage



tel: 40/96.04.00
telex 710.874

Zone industrielle

CMF

44370 VARADES FRANCE

Tél. (40) 96.04.00 - Telex 710874 F

Veuillez me faire parvenir, sans engagement de ma part, votre documentation sur votre matériel

NOM _____

ADRESSE _____