



Effet du phosethyl Al., en pulvérisation foliaire sur la dynamique de populations des *Phytophthora* en verger et sur le rendement des agrumes

Farih A¹., Jrifi A¹., Maazouzi B²., et Khamass M³.

¹ Institut national de la recherche agronomique, Kénitra, Maroc

² Pepero Maroc, Casablanca

³ SASMA, Casablanca

Résumé

*De nombreux essais démontrent que des gains de rendement peuvent être obtenus à la suite de traitement avec le phosethyl Al. sur des arbres apparemment sains et donnant des productions satisfaisantes. Cette observation peut s'expliquer par l'existence d'attaques racinaires insidieuses qui affaiblissent l'arbre sans le conduire rapidement à la mort. Notre expérimentation a pu mettre en évidence l'existence d'une population importante de *Phytophthora* au niveau de la rhizosphère des arbres d'oranger non traités et des nécroses racinaires.*

*Après une année d'essai, le nombre de propagules de *Phytophthora* au niveau de la rhizosphère des arbres d'oranger traités, et pour les trois fréquences d'application, est resté presque stable. Au cours de la dernière année d'expérimentation, une réduction importante de la population de *Phytophthora* spp., au niveau de la rhizosphère a été enregistrée, surtout pour le groupe d'arbres ayant reçu trois pulvérisations par an (76,9 %).*

*Nos résultats montrent que les écarts par rapport au témoin, enregistrés sur les parcelles traitées au phosethyl Al., sont très importants. Des gains de rendement de 19 % ont été obtenus sur les parcelles traitées trois fois par an. L'utilisation de phosethyl Al., en pulvérisation foliaire, a permis une réduction importante du nombre de propagules de *Phytophthora* spp., au niveau de la rhizosphère des arbres traités suivi d'une régénération des racines atteintes qu'on a observée. Il est possible de relier ce gain de rendement à une remise en état du système racinaire, déjà endommagé, auparavant, par *Phytophthora* spp.*

Mots-clés : Phosethyl al., *Phytophthora*, oranger, rhizosphère

Abstract: Effect of Phosethyl Al., as foliar spray, on the population dynamique of *Phytophthora* in orchard and on the yield of citrus

Several assays show that gain in yield can be obtained following treatment with phosethyl Al., on trees apparently healthy and giving satisfactory production. This observatrion can be explained by the existence of root attacks that weaken the tree without leading to its death. Our experiment has put forward the existence of an important population of Phytophthora within the rhizosphere of non-treated orange trees and root necrosis. After one year of experiment, the number of Phytophthora propagules within the rhizosphere of treated trees, and for the three frequencies of fungicide application, remained almost stable. During the last year of experimentation, an important reduction of Phytophthora population within the rhizosphere has been registered, mainly with the group of trees that received three foliar applications per year (76,9 %). Our results showed that differences from the control, recorded within plots treated with phosethyl Al., were very important. Gains in yield of 19 % were obtained on plots treated three times per year. The use of phosethyl al., as a foliar spray, allowed an important reduction in the number of Phytophthora propagules within the rhizosphere of treated trees followed by a regeneration of the attacked root that we observed. It is possible to rely the gain in yield to a replacement of the root system, already injured, earlier, by Phytophthora spp.

Key words : Phosethyl Al., *Phytophthora*, orange, rhizosphere

ملخص : تأثير الفوستيل ألنيوم، عن طريق الرش على الأوراق، على دينامية تعداد الفيثوفطورا في الحقل و على محصول الحوامض

ع. فاريح 1، أ. جريفي 1، إ. معنزي 2 و م. خماس 3

1 المعهد الوطني للبحث الزراعي، القنيطرة، المغرب

2 بيبرو، المغرب

3 ساسما، المغرب

أظهرت عدة تجارب أن عائذات في المحصول يمكن الحصول عليها على إثر المعالجة بالفوستيل ألنيوم (phoethyl. Al.) على أشجار تظهر سليمة و تعطي غلات كافية. هذه الملاحظة يمكن شرحها بواسطة وجود هجمات مخاتلة على الجذور، تضعف الأشجار دون أن تؤدي إلى الموت بسرعة. التجربة التي قمنا بها بينت وجود عدد هام من بويغات الفيثوفطورا (*Phytophthora*) بالقرب من جذور أشجار البرتقال الغير المعالج و كذلك جذور منخورة. فبعد عام من التجربة، تبين أن عدد بويغات الفيثوفطورا بالقرب من الجذور، و بالنسبة لكل عمليات الرش ظل ثابتا. خلال السنة الأخيرة من التجربة، تم

تسجيل اختزال مهمّ لعدد بويغات الفيثوفطورا قرب الجذور و بالأخصّ بالنسبة لجموع الأشجار التي تلتقت رشّات في كل سنة (76,9%). أظهرت النتائج على أنّ الفرق مع الشاهد، الذي تم تسجيله عند الأشجار المعالجة كان مهمّاً. زيادة في المحصول ب 19% قد حصل عليها بالنسبة للأشجار المعالجة ثلاث مرات كلّ سنة، استعمال مبيد الفوصيتل ألنيوم عن طريقة الرشّ على الأوراق قد مكّن من اختزال مهمّ لعدد بويغات الفيثوفطورا قرب جذور الأشجار المعالجة متبوعاً بتجديد للجذور المصابة التي لاحظناها. من الممكن ربط هذه الزيادة في الإنتاج إلى تجديد في حياة الجذور المنخورة بالفيثوفطورا من قبل.

كلمات مفتاحية : الفوصيتل ألنيوم، الفيثوفطورا، البرتقال

Introduction

Parmi les différentes espèces de *Phytophthora* rencontrées sur agrumes, *P. parasitica* et *P. citrophthora* sont plus particulièrement susceptibles d'envahir les organes souterrains, les grosses racines, les racines secondaires et tertiaires ainsi que le chevelu des arbres en place (Fawcett 1936 ; Chapot et Delucchi 1963 ; Anonyme 1968 ; Boccas et Laville 1978 ; Klotz 1978 ; Vanderweyen 1982 ; Whiteside *et al.* 1988). L'ensemble de ces attaques racinaires est désigné habituellement par le terme plus général de dépérissement (Fawcett 1936 ; Klotz 1978 ; Whiteside *et al.* 1988). Ce type de dépérissement se rencontre dans toutes les régions agrumicoles du monde et peut survenir à tous les stades de développement des arbres (Fawcett 1936 ; Klotz 1978).

La lutte contre les pourritures à *Phytophthora* des agrumes a longtemps été du seul ressort de la sélection variétale : porte greffes résistants (Fawcett 1936 ; Chapot et Delucchi 1963 ; Blondel 1966 ; Anonyme 1968 ; Boccas et Laville 1978 ; Klotz 1978 ; Whiteside *et al.* 1988) et de la mise en oeuvre de pratiques culturales favorables au ressuyage du sol (Fawcett 1936 ; Chapot et Delucchi 1963 ; Klotz 1978 ; Whiteside *et al.* 1988). Quelques applications de fongicides sur les chancres des parties aériennes venaient compléter cet arsenal (Chapot et Delucchi 1963 ; Klotz 1978 ; Whiteside *et al.* 1988).

Au cours de la fin des années 70, l'arrivée de fongicides systémiques anti-Oomycetes, et plus particulièrement du phosethyl al., est venue enrichir la panoplie de moyens de lutte disponibles (Bertrand *et al.* 1977 ; Williams *et al.* 1977 ; Laville 1979 ; Moinet 1980 ; Farih *et al.* 1981a et b ; Schwinn 1983 ; Cohen et Coffey 1986). Très vite les propriétés de systémie descendante ont été mises à profit pour lutter contre les chancres situés sur le tronc et les charpentières d'arbres de *Citrus* au moyen de pulvérisations foliaires (Frossard *et al.* 1977 ; Farih *et al.* 1981a et b ; Laville et Chalandon 1982 ; Vanderweyen et Serrhini 1982 ; Schwinn 1983 ; Farih et Vanderweyen 1988).

Parallèlement, l'existence d'une lutte efficace et facile d'emploi a permis de remédier au dépérissement causé par les espèces de *Phytophthora*. Ce dépérissement peut faire sentir son effet peu d'années après plantation en limitant le potentiel de rendement des arbres. De nombreux

essais réalisés par plusieurs chercheurs ont démontré qu'il était possible de lever un facteur limitant du potentiel de rendement des agrumes au moyen de pulvérisations foliaires (Davis 1982 ; Matheus et Nishida 1984 ; Pond *et al.* 1984 ; Sandler *et al.* 1989).

Un essai a été entrepris dans ce sens pour voir l'effet de phosethyl al., appliqué en pulvérisation foliaire sur, d'une part, la dynamique de populations de *Phytophthora spp.* en sol de verger d'agrumes et, d'autre part, sur le rendement de l'oranger Maroc late, après trois années d'expérimentation.

Matériels et méthodes

L'essai a été installé dans un verger de la région de Sidi Slimane. Le matériel végétal fut constitué d'arbres d'oranger Maroc late, irrigué quatre fois par an, en été, par sillons croisés. Le fongicide utilisé est phosethyl aluminium présenté sous forme de poudre mouillable contenant 80 % de matière active. La dose utilisée est de 250 g de produit commercial (100 l d'eau, à raison de 10 l par arbre) par pulvérisation foliaire. Trois dates de traitement ont été choisies (fin avril, début juillet, début octobre). Un premier lot d'arbres a reçu trois applications ; le deuxième, deux applications et le dernier, une seule application par an. Le témoin a reçu de l'eau. Des échantillons de sol ont été prélevés, chaque année, avant l'application du fongicide. L'estimation des propagules de *Phytophthora* a été réalisée sur un milieu sélectif (Tsao et Guy 1977) par poudrage du sol dans des boîtes contenant le milieu (Farih *et al.* 1981b). Le dispositif expérimental est un bloc factoriel à un seul facteur et six répétitions : nombre d'applications à trois niveaux. Chaque parcelle élémentaire comprenait cinq arbres. L'essai a été conduit sur trois années.

Résultats et discussions

De nombreux essais démontrent que des gains de rendement peuvent être obtenus à la suite de traitement avec le phosethyl Al. sur des arbres apparemment sains et donnant des productions satisfaisantes. Cette observation peut sans doute s'expliquer par l'existence d'attaques racinaires insidieuses qui affaiblissent l'arbre sans le conduire rapidement à la mort. Notre expérimentation a pu mettre en évidence l'existence d'une population importante de *Phytophthora* au niveau de la rhizosphère et des nécroses racinaires. Durant la première année d'installation de l'essai, la distribution de la population de *Phytophthora spp.* au niveau de la rhizosphère des plants d'agrumes était plus ou moins homogène du point de vue répartition (Tableau 1). Une année après, le nombre de propagules de *Phytophthora* au niveau de la rhizosphère des arbres d'oranger traités, et pour les trois fréquences d'application, est resté presque stable, alors que ce nombre a doublé au niveau des parcelles non traitées (tableau 1). Au cours de la dernière année d'expérimentation, une réduction importante de la population de *Phytophthora spp.* au niveau de la rhizosphère a été enregistrée, surtout pour le groupe d'arbres ayant reçu trois pulvérisations par an (76,9 %). Une diminution de l'ordre de 40 % dans la population de *Phytophthora* a été obtenu au niveau de la rhizosphère de verger d'oran-

ger en Californie, lorsque le phosethyl Al. fut apporté dans le système d'irrigation au goutte à goutte (Pond *et al.* 1984).

Les résultats présentés dans le tableau 2 montrent que les écarts par rapport au témoin, enregistrés sur les parcelles traitées au phosethyl Al. sont très importants. Des gains moyens de rendement de 19 % ont été obtenus sur les parcelles traitées trois fois par an. Phosethyl Al., appliqué en pulvérisation foliaire, a permis des gains de rendement d'environ 28 % avec orange Hamlin, au Brésil (Matheus et Nishida 1984) et de l'ordre de 20 % avec orange Navel, en Californie (Pond *et al.* 1984).

L'utilisation de phosethyl Al., en pulvérisation foliaire, a permis une réduction importante du nombre de propagules de *Phytophthora spp.* au niveau de la rhizosphère des arbres traités, suivi d'une régénération de racines atteintes qu'on a observé. Il est possible de relier ce gain de rendement à une remise en état du système racinaire, déjà endommagé par *Phytophthora spp.* auparavant.

D'autres essais doivent être menés avec ce fongicide, seul ou en alternance avec d'autres produits dans des régions différentes pour voir leur effet sur la pourriture racinaire à *Phytophthora*, surtout que la majorité de nos vergers agrumicoles marocains contient ce champignon. D'autres paramètres doivent être étudiés, en parallèle, tels que la circonférence du tronc, le volume de la frondaison, la distribution des racines etc...

Tableau 1. Effet du phosethyl Al., appliqué en pulvérisation foliaire, sur la dynamique des populations de *Phytophthora spp.* au niveau du sol de verger d'agrumes

Nombre d'applications	Propagules ^x de <i>Phytophthora</i>		
	1 ^e année	2 ^e année	3 ^e année
1	25,0 b ^y	35,0 b	34,0 b (56,4 %)
2	31,0 b	30,0 b	31,0 b (60,2 %)
3	36,0 a	25,0 b	18,0 c (76,9 %)
Témoin	32,0 ab	75,0 a	78,0 a -

^x : Nombre de propagules de *Phytophthora* par gramme de sol (poids sec)

^y : Les valeurs suivies d'une ou d'un même groupe de lettres, à l'intérieur d'une même colonne, ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (Test de Dunnett)

Tableau 2. Effet du phosethyl Al. appliqué en pulvérisation foliaire, sur le rendement de l'oranger valencia late

Nombre d'applications	1 ^e année	dernière année	Gain moyen (%)
1	188,0	240,0	15
2	184,0	245,0	17
3	181,0	250,0	19
Témoin	179,0	210,0	-

^x : Rendement en Kg par arbre ; l'essai s'est prolongé sur trois années

Références bibliographiques

- Anonyme (1968). Les agrumes au Maroc. Collection technique et production agricoles. INRA, Rabat. 667 pp.
- Bertrand A., Ducret J., Debourge J.C. et Horrière D. (1977). Etude des propriétés d'une nouvelle famille de fongicides : les monoéthylphosphates métalliques. Caractéristiques physico-chimiques et propriétés biologiques. *Phytiatrie-Phytopharmacie*, **26** : 3-18.
- Blondel L. (1966). Quelques aspects généraux du remplacement du bigaradier et de l'utilisation de porte greffes nouveaux. Comité des agrumes de la zone Franc. Commission agrotechnique. R.A. 66c. Doc 33, 12pp.
- Boccas B. et Laville E. (1978). Les maladies à *Phytophthora* des agrumes. Editions SECTO, Paris. 162 pp.
- Chapot H. et Delucchi V.L. (1963). Maladies, troubles et ravageurs des agrumes au Maroc. INRA, Rabat. 339 pp.
- Cohen Y. and Coffey M.D. (1986). Systemic fungicides and the control of Oomycetes. *Ann. Rev. phytopathol.* **24** : 311-338.
- Davis R.M. (1982). *Phytophthora* foot rot control with systemic fungicides metalaxyl and foséthyl Al. *Plant dis.* **66** : 218-220.
- Farih A. et Vanderweyen A. (1988). Comparaison de techniques d'application de fongicides systémiques contre la gommose des agrumes. *Al Awamia*, **64** : 70-76.
- Farih A., Tsao P.H. and Menge J.A. (1981a). Fungitoxic activity of efosite Al on growth, sporulation and germination of *Phytophthora parasitica* and *P. citrophthora*. *Phytopathology*. **71** : 934-936.
- Farih A., Menge J.A., Tsao P.H. and Ohr H.D. 1981b. Metalaxyl and efosite Al for control of *Phytophthora* gummosis and root rot of citrus. *Plant disease*, **65** : 654-657.
- Fawcett H.S. (1936). Citrus diseases and their control. 2^e édition, McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, 656 pp.
- Frossard P., Haury A. and Laville E. (1977). Résultats préliminaires concernant l'activité de l'éthylphosphite d'aluminium (LS 74783) sur les maladies à *Phytophthora* des agrumes, de l'avocatier et de l'ananas. *Phytiatrie-Phytopharmacie*, **26** : 55-62.
- Klotz L.J. (1978). Fungal, bacterial and nonparasitic diseases and injuries originating in seedbed, nursery and orchard. pp : 1-66. In: The citrus industry IV. Reuther W., Calavan E.C. et Carman G.E. eds. Revised edition. Div. agric. sciences, Univ. of California. 362 pp.
- Laville E. (1979). Utilisation d'un nouveau fongicide systémique : l'Aliette, dans la lutte contre la gommose à *Phytophthora* des agrumes. *Fruit*, **34** : 35-41.
- Laville E. et Chalandon A. (1982). Synthèse des résultats obtenus avec le phoséthyl Al. dans la lutte contre les maladies à *Phytophthora* des agrumes. *Fruits*, **37** : 11-17.
- Matheus J.D. and Nishida T. (1984). Foliar spray use of the fungicide foséthyl al on citrus to promote increase in yield. Int. Citrus congress. Sao Paulo. Abstract, 462.
- Moinet M.L. (1980). Le mildiou de la vigne soigné par « intraveineuses ». *Science et vie*, **756** : 82-89.
- Pond E., Menge J.A. and Ohr H.D. (1984). The effect of metalaxyl and efosite Al. applied through the drip irrigation system on *Phytophthora parasitica* in the soil and on the yield of navel oranges. *Phytopathol.* **74** : 854 (Abstract).

- Sandler H.A., Timmer L.W., Graham J.H. and Zitko S.E. (1989). Effect of fungicide applications on populations of *Phytophthora parasitica* and on feeder root densities and fruit yields of citrus trees. *Plant dis.* **73** : 902-906.
- Schwin F.J. (1983). New developments in chemical control of *Phytophthora*. Pages 327-334. In *Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology*. Erwin D.C., Bartnicki-Garcia S. and Tsao P.H. eds. Am. *Phytopathol. Soc.* St. Paul, MN. 392 pp.
- Tsao P.H. and Guy S.O. (1977). Inhibition of *Mortierella* and *Pythium* in a *Phytophthora*-isolation medium containing hymexazol. *Phytopathol.* **67** : 796-801.
- Vanderweyen A. (1982). Contribution à l'étude de la gommose à *Phytophthora* des agrumes au Maroc. Thèse de doc. ing. univ. de Nancy. 160 pp.
- Vanderweyen A. et Serrhini M.N. (1982). Nouvelle: méthodes de lutte chimique contre la gommose à *Phytophthora* des agrumes. Journées Aliette, Marrakech. 28-30 avril 1982. 10 pp.
- Whiteside J.O., Garsney S.M. and Timmer L.W. eds. (1988). Compendium of citrus diseases. Am. *phytopathol. Soc.* St. Paul, MN. Usa. 80 pp.
- Williams D.J., Beach B.G., Horrière D. and Maréchal G. (1977). LS 74783, a new systemic fungicide with activity against Phycomycete diseases. Proc. Br. crop prot. Conf. (9th) **2** : 565-573.