

Synthèse des résultats obtenus avec le Phoséthyl A1 dans la lutte contre les maladies à *Phytophthora* des agrumes.

E. LAVILLE et A. CHALANDON*

SYNTHESE DES RESULTATS OBTENUS AVEC
LE PHOSETHYL A1 DANS LA LUTTE CONTRE
LES MALADIES A PHYTOPHTHORA DES AGRUMES

E. LAVILLE et A. CHALANDON

Fruits, Jan. 1982, vol. 37, n° 1, p. 11-17.

RESUME - D'importantes recherches ont été réalisées depuis 1976 avec le Phoséthyl A1 (matière active de l'Aliette (R) 80 % WP), d'abord en France, puis dans les principales zones de culture d'agrumes (Maroc, Espagne, USA, Brésil, Malaisie, etc.) afin de définir le mode d'emploi de ce nouveau fongicide pour lutter contre les maladies à *Phytophthora* des agrumes. Les essais ont montré que les pulvérisations sur le feuillage de phoséthyl A1 ont effectivement contrôlé les attaques racinaires, de bases de troncs ou des branches charpentières, causées par différentes espèces pathogènes de *Phytophthora*.

Phoséthyl A1 montre une double systémie ascendante et descendante résultant de sa rapide répartition dans tout l'arbre. Employé en pulvérisation foliaire à 2000 ppm m.a., il donne un contrôle complet et à long terme des chancres à *Phytophthora*. Ce produit est, de plus, caractérisé par son effet résiduel significatif puisqu'une pulvérisation foliaire protégera les arbres contre toute attaque ultérieure de *Phytophthora* pendant une période de 90 jours après le traitement.

INTRODUCTION

Malgré l'utilisation généralisée de porte-greffe résistants aux attaques racinaires et de bases de troncs dues aux *Phytophthora* spp inféodées aux agrumes (B. BOCCAS et E. LAVILLE, 1978), il est indispensable de disposer d'une arme chimique efficace pour :

- protéger les parties sensibles des arbres greffés accidentellement trop près du sol,

* - E. LAVILLE - Institut de Recherches sur les Fruits et agrumes, B.P. 5035 - 34032 Montpellier Cedex (France)
A. CHALANDON, Rhône-Poulenc-Agrochimie, 14-20 rue Pierre Baizet - 69009 LYON (France)

Ce texte a été présenté au Congrès international de Citriculture tenu à TOKYO en novembre 1981.

- conserver un bon niveau de résistance à des porte-greffe comme le bigaradier, devenant partiellement sensible après blessure,

- renforcer la résistance de porte-greffe comme le Rough Lemon, la mandarine Cléopâtre, la lime Rangpur, etc., dont l'utilisation est imposée par la présence de certaines maladies à virus,

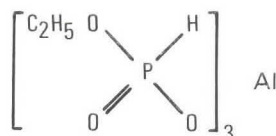
- combattre les nouvelles races de *Phytophthora* apparues et occasionnant des dégâts à des porte-greffe réputés jusqu'à présent résistants (ex. *Poncirus trifoliata* et citranges), avant que l'on puisse en sélectionner de nouveaux.

C'est pourquoi nous nous sommes attachés à l'étude de l'action du phoséthyl A1 sur les attaques à *Phytophthora* des agrumes.

Caractéristiques du phoséthyl Al.

Le tris-o-éthyl phosphonate d'aluminium (C₆ H₁₈ Al O₉ P₃) ou phoséthyl Al (appelé également : éthyl phosphite d'aluminium) est un solide blanc cristallisé, de poids moléculaire égal à 354.

Formule développée :



A 20°C il est soluble dans l'eau jusqu'à 120 g/litre. Sa toxicité sur l'homme et son environnement est extrêmement faible.

In vitro, il est relativement peu actif sur la croissance mycélienne des *Phytophthora* spp. Celle-ci n'est totalement arrêtée qu'avec des doses de l'ordre de 1000 ppm.

Il est peu actif sur la germination des zoospores et des chlamydozoospores, mais son activité est meilleure sur la formation des sporanges, chlamydozoospores et oospores (A. FARIH, P.H. TSAO et J.A. MENGE, 1981). Il est systémique par les voies ascendantes et descendantes (xylème et phloème) (A. BERTRAND, J. DUCRET, J.C. DEBOURGE, D. HORRIERE, 1977) et c'est particulièrement pour cette dernière qualité (systémie descendante) qu'il peut être appliqué au feuillage et protéger parfaitement les agrumes contre les attaques racinaires et de bases de troncs dues à *Phytophthora* spp.

RESULTATS DES ESSAIS

Il n'est pas possible, dans le cadre de cette synthèse de donner dans le détail tous les résultats obtenus au cours de nombreuses expérimentations et applications réalisées avec le phoséthyl Al sur agrumes.

Rappelons cependant que l'activité de ce fongicide sur la gommoise des agrumes a été décelée dès 1976 sur de jeunes semis d'oranges, inoculés et traités au feuillage (P. FROSSARD, A. HAURY et E. LAVILLE, 1977).

TRAITEMENT DU FEUILLAGE SUR ARBRES ADULTES

a) mise en évidence de l'activité.

Un premier essai a été réalisé en 1978 en Corse, sur la Station de Recherches agronomiques de Corse INRA-IRFA de San Giuliano avec plusieurs dizaines d'orangers Valencia late greffés sur bigaradier et âgés de 15 ans (E. LAVILLE, 1979).

Ces arbres ont été répartis en trois lots et ont subi les traitements suivants :

- Lot n° 1 (11 arbres) : témoins blessés, non inoculés, non traités.
- Lot n° 2 (12 arbres) : témoins blessés, inoculés, non traités.
- Lot n° 3 (12 arbres) : blessés, inoculés, traités 48 h avant inoculation par une pulvérisation foliaire de phoséthyl Al à 2000 ppm m.a. en solution aqueuse, à raison de 10 litres par arbre (2 g m.a. par arbre), puis traités ensuite régulièrement tous les 20 jours pendant 170 jours.

Les blessures ont été faites à l'emporte-pièce de 1 cm de diamètre dans l'écorce à trois niveaux :

- a) base de tronc sur partie bigaradier,
- b) milieu de tronc sur partie oranger,
- c) charpentières sur partie oranger.

L'inoculation a été réalisée avec une souche de *Phytophthora parasitica*, introduite dans la blessure.

Les résultats mentionnés dans le tableau 1 correspondent aux observations réalisées cinq mois après le début de cet essai.

Le développement des chancres induits sur les arbres traités au phoséthyl Al est très faible, et à la fin de l'essai leur cicatrisation était achevée.

Un autre essai a été réalisé au Maroc en 1979 (VAN DER WEYEN, 1981) avec des clémentiniers greffés sur bigaradier âgés de 16 ans. L'inoculation a été réalisée soit 10 jours avant le traitement, soit 10 jours après le traitement avec une souche de *Phytophthora citrophthora*. Les observations ont porté sur la mesure de la surface totale des chancres induits (en mm²) 94 jours après l'inoculation.

Le phoséthyl Al a été appliqué une seule fois au feuillage

TABLEAU 1.

| Traitements | moyenne en cm de l'extension des chancres induits | | |
|---|---|---------------|-----------------|
| | base bigaradier | tronc oranger | branche oranger |
| Lot 1. Témoin blessé, non inoculé | 1 | 1 | 1 |
| Lot 2. Témoin blessé, inoculé, non traité | 9,16 | 29,75 | 23,16 |
| Lot 3. Témoin blessé, inoculé, traité phoséthyl Al 2000 ppm | 2,58 | 3,25 | 2,33 |

TABLEAU 2.

| Traitements | moyenne de surfaces des chancres induits en mm ² |
|---|---|
| Lot 1. Témoin inoculé, non traité | 2.545 |
| Lot 2. Traité phoséthyl A1 2000 ppm 10 jours avant inoculation | 125 |
| Lot 3. Traité phoséthyl A1 2000 ppm 10 jours après inoculation | 607 |

(d'après VAN DER WEYEN).

par pulvérisation d'une solution aqueuse à 2000 ppm m.a. (environ 10 litres par arbre). Chaque lot était constitué de dix arbres.

Les résultats sont mentionnés dans le tableau 2.

Ces résultats mettent en évidence l'excellente activité du phoséthyl A1 sur le développement des chancres à *Phytophthora* et indiquent qu'il est préférable d'appliquer ce fongicide en préventif.

Un autre essai a été mené en Malaisie (D. HILL, 1979) sur pomélo et clémentinier, inoculés par une souche de *Phytophthora citrophthora* et traités par pulvérisation foliaire d'une solution de phoséthyl A1 à 2000 ppm m.a.

Le tableau 3 résume les résultats obtenus sur clémentiniers, 116 jours après l'inoculation.

Un quatrième essai a été réalisé au Brésil également en 1979 (L. ALVES et D. MATEUS, 1979) sur citronniers Galego âgés de 6 ans, inoculés et traités par pulvérisation foliaire de phoséthyl A1 à la dose de 2000 ppm m.a. Les observations ont été faites 60 jours après l'inoculation, sur les arbres ayant reçu trois traitements espacés de vingt jours.

Le tableau 4 présente les observations faites.

Tous ces résultats, réalisés dans des zones géographiques très différentes, dans des conditions de sols et de climats variées et sur plusieurs variétés d'agrumes ainsi qu'avec deux espèces de *Phytophthora* (*P. parasitica* et *P. citrophthora*), indiquent très clairement que l'on obtient un excellent contrôle, suivi d'une cicatrisation complète, des chancres induits, sur les troncs et les branches charpentières, par pulvérisation foliaire de solution à 2000 ppm m.a. de phoséthyl A1.

b) influence de la dose.

Deux séries de résultats obtenues en Corse et au Brésil au cours d'essais réalisés selon les mêmes méthodes et protocoles que ceux décrits dans le paragraphe précédent et présentés dans le tableau 5 et la figure 1, indiquent nettement qu'une bonne efficacité est obtenue avec la dose minimum de phoséthyl A1 de 2000 ppm m.a., ce qui correspond, en pulvérisation foliaire, à environ 20 g de m.a. par arbre de 15 ans par traitement.

Le doublement de la dose (4000 ppm) n'entraîne pas un doublement de l'efficacité; en revanche 1000 ppm se révèlent insuffisants pour arrêter totalement le développement du chancre et en assurer la cicatrisation.

TABLEAU 3.

| Traitements | moyenne des surfaces des chancres induits en mm ² |
|---|--|
| Lot 1. Témoin blessé, inoculé | 2.545 |
| Lot 2. Blessé, inoculé, traité phoséthyl A1 2000 ppm | 126 |

TABLEAU 4.

| Traitements | moyenne en cm de l'extension des chancres induits |
|---|---|
| Lot 1. Témoin blessé, inoculé | 6,53 |
| Lot 2. Blessé, inoculé, traité phoséthyl A1 2000 ppm | 0,75 |

TABLEAU 5. Action du phoséthyl Al en fonction de la dose.

| Traitements | moyenne en cm de l'extension des chancre induits |
|--|--|
| Lot 1. Témoin blessé, inoculé | 6,53 |
| Lot 2. Blessé, inoculé, traité 1000 ppm | 5,25 |
| Lot 3. Blessé, inoculé, traité 2000 ppm | 0,75 |
| Lot 4. Blessé, inoculé, traité 4000 ppm | 0,08 |

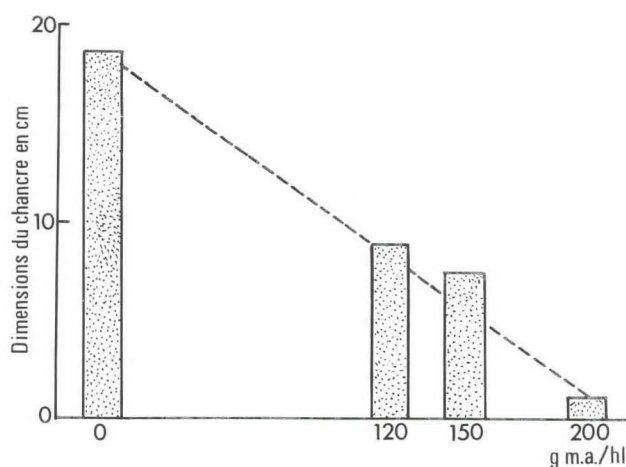


Fig. 1 • Gommose des troncs. Effet de la dose de Phoséthyl Al. (Corse 1979).

c) durée d'action et rythme des traitements.

Les premiers essais ont été réalisés avec des traitements répétés environ tous les 20 jours, mais on peut considérer que cette cadence est excessive. On a donc cherché à établir la durée d'action du phoséthyl Al afin de réduire le nombre de traitements nécessaires.

Dans une première expérimentation réalisée en Corse en 1978, selon les méthodes et les protocoles utilisés dans les essais précédents (c'est-à-dire inoculation et traitements au feuillage à la dose de 2000 ppm m.a. de phoséthyl Al), on a comparé trois rythmes de traitements pendant une période de 170 jours : tous les 20 jours (huit traitements), tous les 40 jours (quatre traitements) et tous les 60 jours (trois traitements).

Le premier traitement de ces trois séries était appliqué 48 heures avant l'inoculation.

Le tableau 6 en présente les résultats.

Les différences entre les trois rythmes de traitements ne sont pas significatives et l'on peut en conclure que l'activité du produit est constante au moins durant 60 jours avant que n'intervienne un nouveau traitement.

En 1980 (Corse) ce type d'essais a été repris selon un protocole légèrement différent.

Une série de six arbres (clémentiniers greffés sur Citrange Troyer âgés de 12 ans) a été inoculée 80 jours après avoir reçu un traitement foliaire au phoséthyl Al à 2000 ppm m. a. et le développement des chancre induits a été comparé à une série de sept arbres blessés et inoculés.

TABLEAU 6. Efficacité du phoséthyl Al en fonction du rythme des traitements.

| Traitements (nombre) | moyenne en cm de l'extension des chancre induits |
|---|--|
| Lot 1. Témoin blessé, inoculé non traité | 29,75 |
| Lot 2. Blessé, inoculé, 8 traitements phoséthyl Al 2000 ppm (intervalle : 20 jours) | 3,25 |
| Lot 3. Blessé, inoculé, 4 traitements phoséthyl Al 2000 ppm (intervalle : 40 jours) | 3,83 |
| Lot 4. Blessé, inoculé, 3 traitements phoséthyl Al 2000 ppm (intervalle : 60 jours) | 2,70 |

TABLEAU 7. Persistance de l'activité de phoséthyl Al 80 jours après application.

| Traitements | moyenne en cm de l'extension des chancres induits |
|--|---|
| Lot 1. Témoin blessé, non inoculé | 1 |
| Lot 2. Blessé, inoculé | 30,56 |
| Lot 3. Blessé, inoculé 80 jours après traitement phoséthyl Al 2000 ppm | 12,49 |

Les résultats sont mentionnés dans le tableau 7.

Ils indiquent que 80 jours après son application, l'action du phoséthyl Al est encore importante puisqu'elle a réduit de moitié l'extension des chancres induits, mais que ce délai est un peu trop long pour assurer un contrôle parfait du développement des infections.

L'ensemble de ces résultats nous permet de penser qu'un arbre traité par pulvérisation foliaire au phoséthyl Al à 2000 ppm de m.a. peut être protégé efficacement contre les infections à *Phytophthora* pendant près de trois mois après le traitement.

TRAITEMENT DIRECT DES CHANCRES PAR BADIGEONNAGE DES TRONCS

Parallèlement aux essais de traitements foliaires, plusieurs expériences ont été menées en Corse, en Malaisie et au Brésil, en appliquant directement sur des chancres à *Phytophthora*, induits ou apparus à la suite d'infections naturelles, des solutions de phoséthyl Al apportant une quantité voisine de 20 g m.a. par arbre, en comparaison avec les techniques classiques de badigeonnage à l'aide de bouillies cupriques ou de captafol. Le tableau 8 présente les résultats de l'un de ces essais où phoséthyl Al a été appliqué par badigeon sur des pamplemousses fortement attaqués sur les branches charpentières par *P. citrophthora*.

Dans tous les cas, que ce soit sur des chancres de faibles dimensions, ou des chancres très étendus, nous avons obtenu un arrêt immédiat du développement de ces chancres, accompagné de l'arrêt de l'exsudation gommeuse. Dans tous les cas également, aucune reprise ultérieure de l'activité de

ces chancres n'a été notée, alors que dans les traitements aux bouillies cupriques ou à base de captafol, il n'est pas rare de noter un pourcentage non négligeable de reprises nécessitant de nouveaux traitements.

La cicatrisation des plaies traitées au phoséthyl Al a été parfaite et sur les arbres examinés plus d'un an après ce traitement, aucune souche de *Phytophthora* n'a pu être isolée des bordures cicatrisées des anciennes nécroses.

Le phoséthyl Al peut donc être utilisé avec succès en badigeonnage des chancres, mais il est évident que ce type de traitement est surtout employé lorsqu'on décèle tardivement les cas de gommose à *Phytophthora* et qu'il serait préférable d'exploiter toutes les qualités du phoséthyl Al en l'utilisant préventivement par applications foliaires.

APPLICATIONS PRATIQUES AUX PEPINIERES ET AUX VERGERS D'AGRUMES

La dose de 2000 ppm m.a. peut être considérée comme la dose assurant une excellente protection, et les résultats des essais ont montré que l'on avait intérêt avec ce type de fongicide à traiter préventivement vis-à-vis des infections éventuelles, c'est pourquoi, depuis déjà quelques années et avant même que certains essais aient été terminés, le phoséthyl Al a été utilisé pour lutter contre les fontes de semis et les attaques racinaires de *Phytophthora* dans les pépinières de porte-greffe, même lorsque ceux-ci appartiennent à des variétés résistantes comme le bigaradier, les citranges ou le *Poncirus trifoliata*. On élimine ainsi les pourritures corticales à *Pythium* spp et à *Phytophthora* spp, dues aux excès d'irrigation survenant fréquemment en pépinières.

TABLEAU 8. Contrôle de la gommose sur pamplemousse.

| Traitements | dose en m.a. | méthode d'application | nombre de lésions par arbre | | p. 100 d'efficacité |
|-------------------------------------|--------------|-----------------------|-----------------------------|------|---------------------|
| témoin | | | 16,3 | 18,8 | 0 |
| produit de référence | | | 21,1 | 12,0 | 43 |
| Phoséthyl Al | 20 g/arbre | badigeonnage | 14,7 | 0,5 | 97 |
| nombre de semaines après traitement | | | 0 | 32 | |

(Malaysia, 1980).

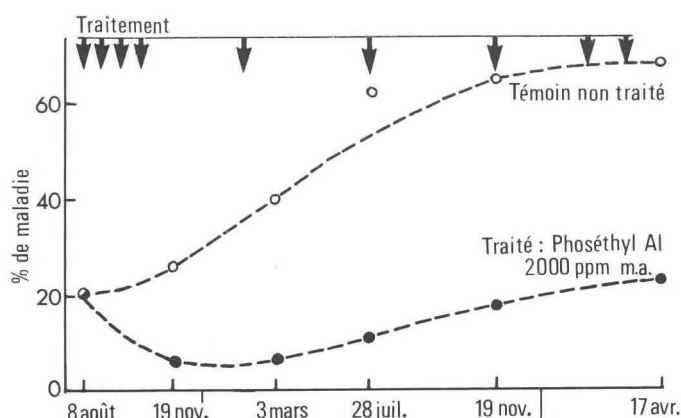


Fig. 2 • Action du Phoséthyl Al sur des infections naturelles à *Phytophthora*. (Brésil 1979-1981).

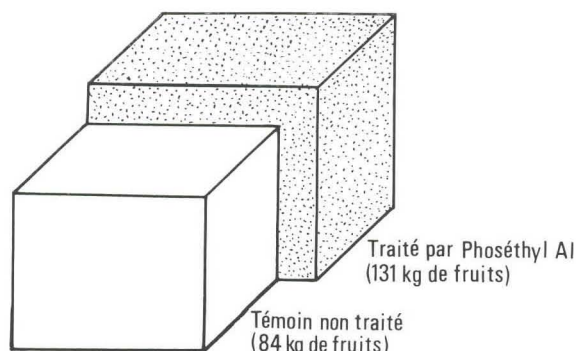


Fig. 3 • Récolte moyenne par arbre avec ou sans traitement foliaire au Phoséthyl Al. (Afrique du sud 1981).

On a pu également traiter avec succès des vergers entiers dont les arbres greffés trop bas présentaient des débuts d'attaques de *Phytophthora*, sur les branches charpentières et sur la partie sensible des troncs.

Par ailleurs, on a pu protéger en Corse de nombreux clémentiniers greffés sur citrange Troyer qui présentaient vers l'âge de 10 à 12 ans des attaques sévères de *Phytophthora*, juste au-dessus du point de greffe.

Ces attaques avaient pour origine de très petites craquelures de l'écorce du clémentinier se formant juste à la soudure du porte-greffe et toujours préférentiellement dans le cas de l'association citrange Troyer-clémentiniers.

Un autre exemple d'application pratique peut être donné par les résultats obtenus dans un verger d'orangers atteints de gommose au Brésil et où phoséthyl Al a été employé depuis 1977. La figure 2 présente l'évolution des dégâts en fonction du temps. On remarquera la bonne efficacité du phoséthyl Al employé en pulvérisations foliaires à la dose de 2000 ppm.

On a enfin fortement augmenté le rendement de vergers de diverses variétés greffées sur Rough lemon, en améliorant l'état sanitaire de ces porte-greffe, relativement sensibles aux attaques racinaires insidieuses à *Phytophthora*. Les résultats d'un essai conduit dans ces conditions en Afrique du sud sont reportés sur la figure 3. Dans cet essai, trois pulvérisations de phoséthyl Al ont été réalisées avant la récolte.

CONCLUSION

A cause de sa systémie descendante, le phoséthyl Al a donné d'excellents résultats, par application foliaire, dans la protection de la base des troncs et du système racinaire des agrumes vis-à-vis des attaques à *Phytophthora* spp. Nous pensons que ce type d'application doit être privilégié car il présente de nombreux avantages :

- l'application foliaire permet un meilleur contrôle de la concentration et de la dose de produit actif administré à chaque arbre ;
- du fait de sa pénétration rapide dans les feuilles, le phoséthyl Al est insensible aux pluies survenant après traitement et contrairement aux autres fongicides appliqués au sol, sa distribution n'est pas perturbée par les irrigations ni par la présence de la flore adventice ;
- l'application foliaire élimine presque totalement les risques d'action secondaire sur la mycoflore des sols ;
- ce type d'application ne nécessite qu'un volume relativement restreint d'eau.

On insistera aussi sur le fait que le phoséthyl Al doit être employé préférentiellement en préventif car sa parfaite distribution est fonction de l'activité physiologique des arbres traités. Il semble également que son activité soit d'autant meilleure que l'arbre traité a encore la possibilité physiologique de réagir.

Enfin on remarquera que la croissance du *P. parasitica in vitro* n'est perturbée qu'au contact de concentrations voisines de 1000 ppm de phoséthyl Al et que le développement des chancres du tronc est totalement arrêté après l'application de 20 g de m.a. par arbre, ce qui, compte tenu de la masse de végétation d'un arbre de 15 ans (environ 200 kg de matière fraîche) et à condition que ce fongicide soit réparti également dans tout l'arbre, ne peut logiquement entraîner une concentration supérieure à 100 ppm de phoséthyl Al au contact du mycélium envahissant l'écorce. Ceci montre la réelle complexité du mode d'action du produit qui peut agir selon deux voies :

- action directe sur le champignon à haute concentration,
- action indirecte sur le pathogène à travers des variations physiologiques induites dans l'hôte.

BIBLIOGRAPHIE

- ALVES (L.) et MATTEUS (D.).
Rapport Rhône-Poulenc, 1979-1981.
- BERTRAND (A.), DUCRET (J.), DEBOURGE (J.C.) et HORRIERE (D.). 1977.
Etude des propriétés d'une nouvelle famille de fongicides, les monoéthylphosphites métalliques. Caractéristiques physico-chimiques et propriétés biologiques.
Phytiatrie-Phytopharmacie, 26-3-18, 19 jan. 1977.
- BOCCAS (B.) et LAVILLE (E.). 1978.
Les maladies à *Phytophthora* des agrumes.
Ed. SETCO, Paris, 162 p.
- FARIH (A.), MENGE (J.A.), TSAO (P.H.) et OHR (H.D.). 1981.
Metalaxyl an Efosite Al for control of *Phytophthora* gummosis and root-rot of Citrus.
Plant Disease, Aug. 1981, vol. 65, n° 8, p. 654-657.
- FARIH (A.), TSAO (P.H.) et MENGE (J.A.). 1981.
Fungitoxic activity of efosite Al on growth sporulation and germination of *Phytophthora parasitica* and *P. citrophthora*.
Phytopathology, sep. 1981, vol. 71, n° 9, p. 934-936.
- FROSSARD (P.), HAURY (A.) et LAVILLE (E.). 1977.
Résultats préliminaires concernant l'activité de l'éthyl phosphite d'aluminium, sur les maladies à *Phytophthora* des agrumes, de l'avocatier et de l'ananas.
Phytiatrie-Phytopharmacie, Paris, 19 jan. 1977, 26-3-18.
- HILL (D.).
Rapport May and Baker 1980.
- LAVILLE (E.). 1979.
Utilisation d'un nouveau fongicide systémique : l'ALIETTE, dans la lutte contre la gommose à *Phytophthora* des agrumes.
Fruits, 1979, vol. 34, n° 1, p. 35-41.
- SCHOEMAN (A.).
Rapport May and Baker, 1981.
- VAN DER WEYEN and al. 1981.
Efficacité des nouveaux fongicides systémiques pour la lutte contre la gommose à *Phytophthora* des agrumes.
International Symposium Phytophthora, University of California, Riverside.

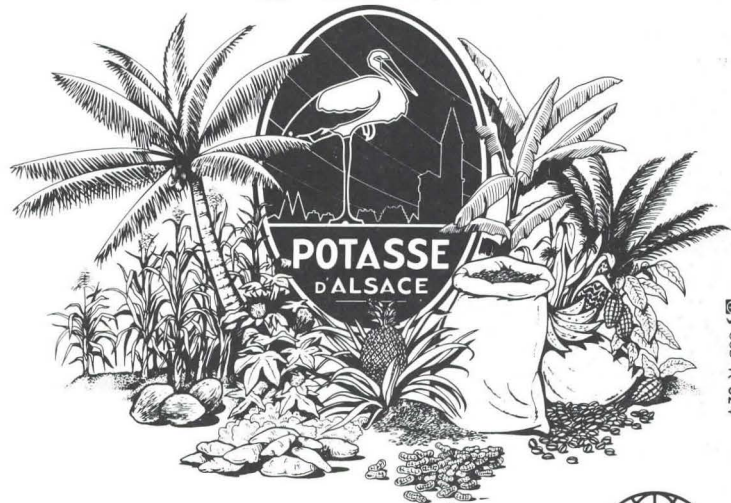


LES CULTURES TROPICALES AIMENT LA POTASSE

PUBLICIS P 2010

QUALITE
RENDEMENT
PROFIT

engrais
potassiques



CSB K 824



GROUPE EMC

SOCIÉTÉ COMMERCIALE DES POTASSES ET DE L'AZOTE

62-68, rue Jeanne d'Arc - 75646 PARIS CEDEX 13

Tél. : 584.12.80 Téléx : P.E.M.C. 20191 F

