

Essais de lutte chimique contre *Phytophthora capsici* (Leon) en culture de poivron au Maroc

Pussemier L.*, Sirjacobs M., Gerard M., Goore bi Gole G., Diallo O., Ayache A., et Aboulama S.

Résumé

Des essais de protection du poivron contre la pourriture du collet ont été entrepris en laboratoire et en conditions de culture, à l'aide de traitements à l'Aliette (phosethylaluminium à 80 %), et de "Ridomil M 58" (métalaxyl à 10 % associé au manèbe à 48 %).

*Il est apparu que, contrairement au Ridomil M 58, l'Aliette ne protège pas la plante hôte lorsque les zoospores de *Phytophthora capsici* (Leon) sont utilisés comme inoculum.*

Par contre, les deux fongicides sont actifs lorsque l'inoculation est réalisée à l'aide d'une suspension mycélienne.

Des essais menés en culture sous abris plastiques ont confirmé les travaux de laboratoire, aussi bien lorsque l'inoculation est artificielle que lorsqu'elle est naturelle en sol contaminé.

Seul le "Ridomil M 58" assure une protection satisfaisante durant les premières semaines qui suivent le traitement.

Lorsque les conditions de développement de la maladie sont particulièrement favorables (présence permanente d'une source active d'inoculum), la protection apportée par des traitements répétés au "Ridomil M 58" s'estompe progressivement après quelques semaines.

Summary

*Chemical control trials against *Phytophthora capsici* (Leon) on pepper cultivations in Morocco.*

Pepper protection trials against collar and root rot have been undertaken under laboratory and culture conditions using Aliette (80 % of phosethylaluminium) and Ridomil M 58 (10 % of metalaxyl associated to 48 % of maneb).

*It has been proved that, contrary to Ridomil M 58, Aliette does not protect the host plant when the *Phytophthora capsici* (Leon) zoospores are used as inoculum. But both fungicides are active when inoculating with a mycelian suspension.*

Trials undertaken under plastic glasshouses confirmed the laboratory results both with an artificial inoculation and with a natural one on contaminated soil. Only Ridomil M 58 provides satisfactory protection during the first weeks after the treatment.

When disease propagation conditions are particularly favorable (permanent presence of an active inoculum source), the protection given by repeated Ridomil M 58 applications gradually disappears after a few weeks.

1. Introduction

Bénéficiant d'un climat hivernal doux, la région du Souss-Massa représente la plus importante zone de production de poivrons sous abris au Maroc.

Depuis 1982, la région de Taroudant connaît cependant de très graves problèmes phytosanitaires en raison de la pourriture du collet, due à *Phytophthora capsici* (Leon).

Cette maladie entraîne un flétrissement brutal, puis la mort de la plante. Elle a occasionné de sérieux dommages dans certaines exploitations, allant parfois jusqu'à l'anéantissement total de la culture.

Le développement de l'agent pathogène est favorisé, entre autres, par la présence d'un sol lourd,

l'emploi de variétés sensibles et d'un système d'irrigation de type gravitaire de surface, propageant rapidement les zoospores (4)(6).

La lutte chimique est très prisée par les producteurs de primeurs marocains. Ils l'utilisent avec succès pour contrôler l'alternariose, l'oïdium, la pourriture grise, le mildiou, ainsi que la plupart des ravageurs animaux des cultures de poivron et de tomate.

Très rapidement, des traitements ont été réalisés sur les cultures atteintes par la phytophthora, à l'aide de deux fongicides très actifs contre les phycomycètes et disponibles sur le marché marocain :
— l'Aliette (80 % de phoséthylaluminium),
— le "Ridomil M 58" (10 % de métalaxyl associé à 48 % de manèbe).

* Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Complexe Horticole d'Agadir, B.P. 121 Ait Melloul, Maroc

Les résultats obtenus par les agriculteurs n'étant guère satisfaisants, nous avons entrepris d'étudier de façon plus précise les potentialités offertes par cette forme de lutte.

Nous avons commencé par des essais en laboratoire, qui visaient à vérifier l'efficacité de ces deux produits, dans des conditions d'inoculation rigoureusement contrôlées.

Nous avons réalisé ensuite des essais de terrain en simulant diverses conditions de propagation de la maladie.

Enfin, nous avons travaillé avec le concours d'un agriculteur de la région de Taroudant, dont les cultures sous serres avaient été ravagées par la maladie. Nous avons pu éprouver ainsi, dans des conditions drastiques, le niveau de protection apporté par les traitements chimiques.

2. Matériel et méthodes

2.1. Variétés de poivrons; origine et préparation de l'inoculum

Les essais de protection du poivron ont porté sur les variétés "Yolo Wonder" et "Sonar", toutes deux sensibles au *P. capsici*.

Les plants sont élevés sur mottes de terreau jusqu'à la plantation.

La souche de *P. capsici* utilisée pour les inoculations a été isolée à partir de poivrons récoltés dans la région de Taroudant (1). L'identification en a été confirmée par l'INRA de Montfavet (France).

Du mycelium a été préparé sur milieu de culture PDA (Potato Dextrose Agar), et a été mis en suspension dans l'eau (une boîte de Pétri de 11 cm de diamètre par 100 ml d'eau).

D'autre part, des sporanges ont été récoltés sur fruits verts de poivron, en mettant en oeuvre la technique de piégeage décrite par Van Stekelenburg (7).

Plongés dans de l'eau distillée, ces sporanges ont libéré des zoospores, dont la concentration a été déterminée au microscope, à la cellule de Thomas.

2.2. Essai de protection en conditions de laboratoire

Au stade 5-8 feuilles vraies, les plantules de poivron "Yolo Wonder" sont transplantées dans des pots contenant 1 litre de sol argilo-limoneux. Après 5 ou 6 jours, elles sont traitées par arrosage du collet avec 40 ml de suspension aqueuse contenant 0,2 g d'Aliette ou 0,1 g de Ridomil M 58. Ces concentrations ont été fixées suite à des tests préliminaires ayant montré des effets phytotoxiques aux doses plus élevées de "Ridomil M 58".

Le lendemain, les inoculations sont effectuées par arrosage du collet avec 40 ml de suspension mycélienne ou de zoospores.

Les observations portent sur le nombre de plants ayant flétri suite à la pourriture du collet.

2.3. Essais en culture sous abris

Dans les essais de terrain, les cultures de poivron sont installées sous abri plastique et irriguées à la raie. Les différentes parcelles élémentaires (tableau 1) sont traitées à la plantation suivant des modalités identiques à celles décrites pour les essais en pots. D'autres traitements sont effectués ultérieurement par pulvérisation foliaire, à raison de 500 g/hl pour l'Aliette, et de 250 g/hl pour le "Ridomil M 58".

L'inoculation de la maladie s'est réalisée de différentes façons : A Agadir, le sol étant indemne de la maladie, des plants foyers inoculés artificiellement sont mis en place au milieu de chaque parcelle élémentaire. Ils servent à propager la maladie par l'eau d'irrigation. Dans l'essai no. 1, les plants foyers sont inoculés au niveau du collet par apport de suspensions de mycelium et de zoospores. Les symptômes

TABLEAU 1
Quelques caractéristiques des dispositifs expérimentaux adoptés pour les essais sous abris plastiques.

N° de l'essai	Localisation	Période	Variété de poivron	Nombre de plants par parcelle élémentaire	Nombre de parcelle élémentaire par traitement	Mode d'inoculation de la maladie
1	Agadir	printemps 1984	Yolo Wonder	12	4	4 plants foyers inoculés artificiellement au collet (conditions douces)
2	Agadir	hiver 1985	Yolo Wonder	24	4	2 plants foyers inoculés artificiellement au niveau des racines (conditions sévères)
3	Taroudant	printemps 1984	Yolo Wonder	12	3	sol naturellement contaminé (conditions sévères)
4	Taroudant	printemps 1984	Sonar	12	3	sol naturellement contaminé (conditions sévères)

de pourriture des collets sur les plants ainsi inoculés apparaissent relativement lentement. Dans l'essai no. 2, les plants foyers sont inoculés juste avant la plantation par trempage des racines dans une suspension de zoospores. L'expression des symptômes est rapide. De nouveaux plants sont mis en place au fur et à mesure du dépérissement des plants foyers afin de maintenir un potentiel d'inoculum élevé.

A Taroudant, dans l'exploitation ravagée par la maladie, les plants sur lesquels vont porter les observations sont implantés à l'emplacement exact de plants déjà atteints et détruits. De cette façon, on est sûr d'avoir un potentiel d'inoculum élevé dans le sol.

3. Résultats

3.1. Essais sur plantules en pots

L'inoculation avec des suspensions mycéliennes ou de zoospores de *P. capsici* a entraîné le flétrissement des plants non traités dans des délais de 4 à 20 jours (voir Tableau 2). On a constaté qu'après plusieurs transferts d'un isolat de l'agent pathogène sur milieu PDA, le nombre de plants flétris diminue (cas de l'isolat no. 1), signe d'une perte d'agressivité du champignon.

TABLEAU 2

Nombre de plants atteints (sur un total de 10 par objet) par *Phytophthora capsici* en fonction du produit de traitement appliqué et du type d'inoculum apporté lors des essais sur plantules en pots.

Traitement	inoculation par mycelium		inoculation par zoospores	
	isolat 1	isolat 2	48 x 10 ⁴ zoospores par plant	8 x 10 ⁴ zoospores par plant
Ridomil M 58	0 0	0 0	6 ^o	0
Aliette	0 0	0 0	10	10
Non traité	7 6	10 10	10	10

^o la pourriture du collet est apparue plus de 50 jours après l'inoculation.

Aux doses appliquées, l'Aliette et le "Ridomil M 58" protègent totalement les plantules lorsque l'inoculum utilisé est constitué d'une suspension mycélienne. Par contre, le traitement à l'Aliette n'assure

aucune protection lors d'une inoculation par zoospores. Le "Ridomil M 58" garde une efficacité vis-à-vis d'une inoculation par zoospores; toutefois, celle-ci n'est plus totale à la très forte concentration de 480.000 zoospores/plant. La protection se maintient durant les premières semaines, mais après 50 jours les premiers plants se mettent à flétrir.

3.2. Essais sous abris plastiques

Au cours de l'essai no 1 à Agadir (figure 1), les conditions d'inoculation étaient douces et la propagation de la maladie dans les parcelles témoins a été lente. Seulement 35% des plants étaient atteints après 90 jours de culture. Les parcelles traitées à l'Aliette ont été atteintes d'une façon assez comparable. Quant au traitement au "Ridomil M 58" il a permis de retarder l'apparition de la maladie d'une quarantaine de jours par rapport aux autres traitements (témoin et Aliette). Seulement 2% des plants ont flétri en fin de période d'observation.

Lors de l'essai no 2 à Agadir (figure 1), les conditions d'inoculation étaient sévères et la propagation de la maladie a été rapide. Après 130 jours, 91% des plants témoins ont succombé. Dans les parcelles traitées à l'Aliette, les dégâts ont été encore plus importants, tous les plants ayant flétri. L'apparition de la maladie dans les parcelles traitées au "Ridomil M 58" a été retardée de 40 jours par rapport aux témoins, puis la propagation s'est poursuivie pour atteindre 52% des plants après 130 jours de culture.

Dans les essais no 3 et no 4 sur le sol contaminé de Taroudant (figure 2), les dégâts sont apparus dès la première semaine dans les parcelles témoins et ont touché pratiquement la totalité des plants après 56 jours. L'Aliette n'a pas permis de reculer l'apparition des dégâts ni de réduire sensiblement le taux de plants atteints. Dans les parcelles traitées au "Ridomil M 58", l'apparition des flétrissements a été retardée d'environ une vingtaine de jours. Ensuite, la maladie s'est propagée pour atteindre, après 56 jours, 42% des plants de la variété "Yolo Wonder" et 36% de la variété "Sonar".

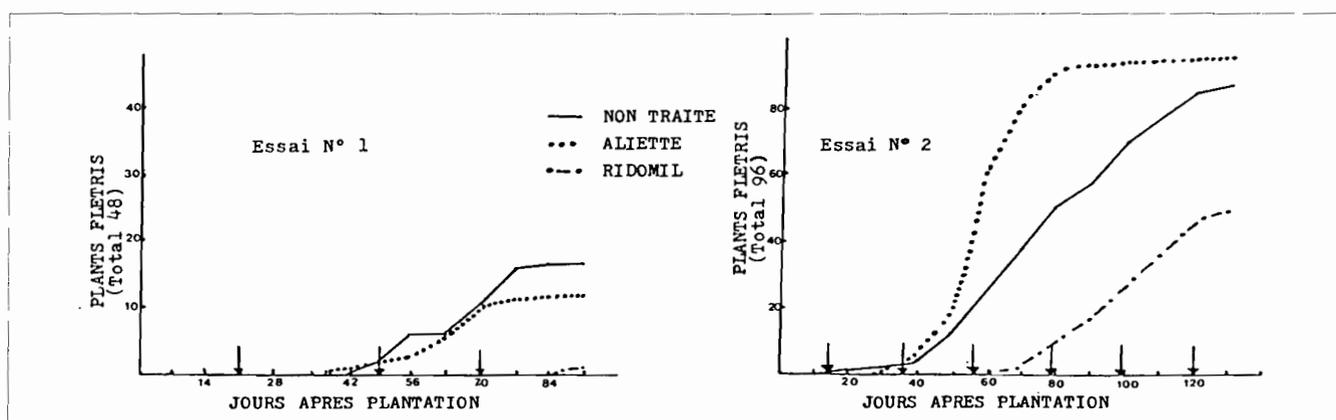


Figure 1 — Evolution du nombre de plants flétris pour divers traitements fongicides en culture sous abri plastique à Agadir (les flèches indiquent les jours de traitement par pulvérisation foliaire).

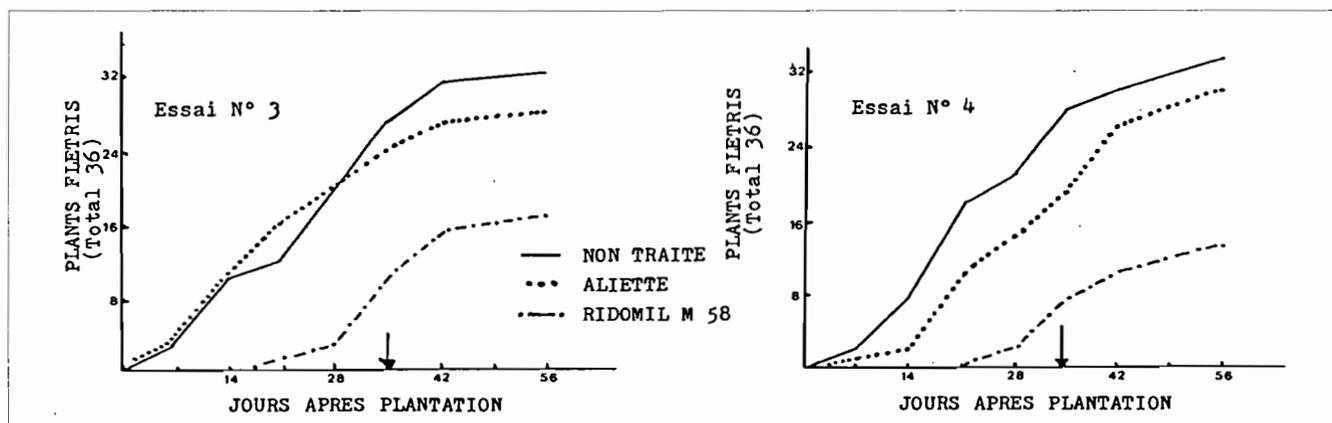


Figure 2 — Evolution du nombre de plants flétris pour divers traitements fongicides en culture sous abri plastique à Taroudant (les flèches indiquent les jours de traitement par pulvérisation foliaire).

4. Discussion

Les résultats des essais réalisés sur plantules en pots ainsi que dans les conditions de culture présentent tous des analogies évidentes. Tout d'abord, il ressort que l'Aliette est inefficace en présence de zoospores. Or, dans un article faisant le point sur les nouveaux fongicides utilisables dans la lutte contre les maladies à *Phytophthora*, Schwinn (5) signale que le phoséthylaluminium (Aliette) serait susceptible de protéger les cultures de poivron des attaques de *P. capsici*. L'inefficacité constatée sur le terrain peut être imputée au fait que l'action antisporelle de ce produit ne suffit pas. En effet, cette propriété déjà mise en évidence sur *P. parasitica* (3) et confirmée ici sur *P. capsici* lors des essais en pots, n'offre, dans la pratique, que peu d'intérêt car la dissémination de la maladie se fait à partir de zoospores dont l'origine est la plupart du temps incontrôlée (débris de culture dans le sol ou sur le parcours de l'eau d'irrigation).

Il apparaît, par contre, que le Ridomil M 58 apporte un certain contrôle. Celui-ci pourrait être relié aux propriétés que possède le métalaxyl de limiter fortement le nombre et le développement des lésions induites par les zoospores des *Phytophthora* (5)(2). A partir des résultats obtenus, on peut penser que l'action du "Ridomil M 58" est double :

- 1) Arrêt de la propagation de la maladie lorsque le potentiel d'inoculum est faible.
- 2) Induction d'un retard dans l'expression de la maladie lorsque la pression d'inoculation est forte.

Ceci pourrait s'expliquer par le fait que la plante est protégée aussi longtemps que le métalaxyl persiste dans la zone explorée par les racines. Après dégradation du produit, la contamination des plants reprend, pour peu que le potentiel d'inoculum soit encore suffisamment élevé. C'est le cas dans l'essai sur plantules en pots avec taux de zoospores important à l'inoculation (Tableau 2) ainsi que dans les essais 2, 3 et 4 sous abris plastiques.

Apparemment, les traitements foliaires ne permettent pas de prolonger la protection. En effet, l'évolution de la maladie au cours de l'essai no 2 et des essais no 3 et 4 est assez comparable malgré une différence très importante dans le nombre de traitements foliaires apportés en période de culture.

5. Conclusions

Des essais entrepris en culture de poivron au Maroc, il ressort qu'une lutte chimique contre le *P. capsici* est possible par arrosage de 40 ml de suspension contenant 0,1 g de Ridomil M 58 au collet de chaque plant fraîchement transplanté. Lorsque les conditions de développement de la maladie sont particulièrement favorables, ce traitement ne protège que partiellement la plante en reculant la date d'apparition des symptômes.

Par contre, pour l'ensemble de nos conditions expérimentales, l'Aliette manque totalement d'efficacité.

Si les conditions d'hygiène élémentaire sont respectées dans l'exploitation, telles que absence de débris de la culture précédente, pas de passage de l'eau d'irrigation dans une zone contaminée, respect d'une jachère estivale..., le taux d'inoculum doit pouvoir être maintenu à un niveau suffisamment faible pendant les premières semaines de culture grâce à un traitement au Ridomil M 58 lors de la plantation. Passé ce stade très sensible à la maladie, les risques de dégâts sont fortement limités.

Si la culture est négligée et si les conditions de maintien d'un inoculum élevé sont présentes, la lutte chimique ne pourra, toutefois, garantir une protection suffisante pour l'ensemble de la période de production.

6. Remerciements

Nous remercions M. Mezouar de l'Office Régional de Mise en Valeur du Souss-Massa (ORMVA-SM) pour l'aide apportée à l'établissement des essais à Taroudant.

Références bibliographiques

1. Boudlali, A., 1984, Contribution à l'étude de la pourriture des racines et du collet due à *Phytophthora capsici* du poivron dans le Souss-Massa. Mémoire d'assistanat présenté à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Complexe d'Agadir.
2. Cohen, Y., Reuveni, M. and Eyal, H., 1979, The systemic and fungal activity of Ridomil against *Phytophthora infestans* on tomato plants. *Phytopathology*, **69**, 645-649.
3. Farih, A., Tsao, P.H. and Menge, J.A., 1981, Fungitoxic activity of efosite-Al on growth, sporulation and germination of *Phytophthora parasitica*. *Phytopathology*, **71**, 934-936.
4. Messiaen, C.M., 1981, Les variétés résistantes : méthodes de lutte contre les maladies et ennemis des plantes. INRA (Paris), 374 pages.
5. Schwinn, F.J., 1983, New developments in chemical control of *Phytophthora*, pp. 327-334. In: Erwin, Bartnicki-Garcia & Tsao (Editors), *Phytophthora*, its biology, taxonomy, ecology and pathology, St Paul, Minnesota.
6. Sirjacobs, M., Pussemier, L., Gerard, M., Goore bi Gole, G. et Ayache, A., 1985, Drip irrigation an effective tool against *Phytophthora capsici* root rot on protected pepper cultivation, *Acta Horticulturae* (sous presse).
7. Van Steekelenburg, N.A.M., 1980, *Phytophthora* root rot of sweet peper. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 259-264.

Pussemier Luc, Belge, Ingénieur Chimiste et des Industries Agricoles, Docteur en Sciences Agronomiques UCL, Professeur à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (IAVH II)

Sirjacobs Michel, Belge, Ingénieur Agronome AIGx, professeur à l'IAVH II.

Gerard Michel, Belge, Ingénieur Agronome AIGx, Professeur à l'IAVH II.

Goore bi Gole Germain, Ivoirien, étudiant Ingénieur d'Etat - option Horticulture.

Ayache Abdallah, Marocain, étudiant ingénieur d'application - option Horticulture.

Diallo Omar, Sénégalais, étudiant Ingénieur d'application - option Phytatrie.

Aboulama Saïd, Marocain, étudiant Ingénieur d'application - option Phytatrie.

Enquêtes sur les "programmes coq"

Le Secrétariat de TROPICULTURA souhaite la publication d'un article de synthèse sur ce qu'on appelle souvent "programme coq" ou "opération coq", c'est-à-dire la diffusion en milieu rural de coqs améliorés dans le but de remplacer les coqs locaux.

La littérature à ce sujet est très limitée, et il n'y a pratiquement aucune relation écrite des échecs cependant nombreux. Il serait très utile de pouvoir faire le point et tirer les leçons du passé. Une telle synthèse pourrait être faite à l'initiative du Secrétariat de Tropicultura si envoient des relations de ce qu'ils ont personnellement de nombreux lecteurs nous-connu. Un maximum de données chiffrées est souhaité. Merci d'avance.

Survey on the "cock programmes"

The Secretariat of TROPICULTURA wishes to publish a synthesis of what is usually called "cock programme or cock operation", i.e. the distribution of improved cocks in rural areas with the aim of substituting the local breed.

Literature on the topic is very scarce, and there are no known paper on failures, although they are numerous. Therefore a synthesis of all the results will be useful. It could be made by the Secretariat provided many readers of Tropicultura send us short notes, reports or specially written papers on their own experience. The more papers we shall receive the better. Many thanks in advance.