



HAL
open science

La lutte chimique contre le feu bactérien: bilan et perspectives après 10 années d'expérimentation en France.

P. Lecomte, Jean-Pierre Paulin

► **To cite this version:**

P. Lecomte, Jean-Pierre Paulin. La lutte chimique contre le feu bactérien: bilan et perspectives après 10 années d'expérimentation en France.. Fruit Belge, 1992, 60 (439), pp.204-2016. <hal-02711332>

HAL Id: hal-02711332

<https://hal.inrae.fr/hal-02711332v1>

Submitted on 1 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

fruit Belge. 60(435) 204-216.

LA LUTTE CHIMIQUE CONTRE LE FEU BACTERIEN : BILAN ET PERSPECTIVES APRES 10 ANNEES D'EXPERIMENTATION EN FRANCE

par P. LECOMTE et J.P. PAULIN
Station de Pathologie Végétale INRA
BEAUCOUZE (Angers), France

Depuis son introduction en Angleterre (1957), le feu bactérien s'est d'a bord développé en Europe du Nord avant de s'installer progressivement dans la plupart des pays de l'Europe du Sud à l'exception de l'Espagne et du Portugal. En France, il est notamment présent aujourd'hui dans des régions fruitières traditionnelles très soucieuses de préserver leur potentiel de production, en particulier celle de poire (Vallée de la Garonne, Pays de Loire, Bassin Parisien). Parmi les moyens de lutte disponibles, la lutte chimique est un outil de production commode à ne pas négliger... mais à ne pas surestimer également, telle est notre conviction à la suite de plusieurs années d'expérimentation.

L'extension du feu bactérien en Europe était prévisible et justifiait pleinement la recherche de nouvelles molécules actives, d'autant plus que les antibiotiques dont la streptomycine, d'efficacité reconnue, n'étaient (et ne sont toujours pas) autorisés pour des traitements phytosanitaires dans certains pays de la Communauté.

Ainsi, quand en 1978, le feu bactérien provoquait en Aquitaine ses premiers dégâts spectaculaires en verger de poirier Passe Grassane, l'essentiel de la lutte proposée, en l'absence d'autres moyens, se résumait alors à "traiter au cuivre" ou bien "couper et brûler" ou encore "arracher".

C'est la raison pour laquelle, dès 1978, ont été mis en place au verger expérimental de Dax, site isolé autorisant les inoculations artificielles avec *E. amylovora*, des parcelles et des équipements pour permettre de réaliser des essais ayant trois objectifs :

- préciser les conditions d'emploi (dose efficace, phytotoxicité) des seuls produits utilisables et alors autorisés qu'étaient les cuivres,
- mieux comprendre les limites d'utilisation des antibiotiques (voir l'encadré),
- tester l'efficacité de nouvelles matières actives ou des formulations déjà disponibles sur le marché et utilisées dans d'autres buts. Tous les produits testés ne feront pas ici l'objet d'une présentation. Paulin et Lachaud (1984) ont déjà signalé l'inefficacité des antiseptiques industriels et de certains fongicides (mancozèbe, zinèbe, bénomyl, triadiméfon), une liste de produits parfois proposés mais non satisfaisants a été établie par Garrett (1990). Aussi seuls les produits nouveaux et homologués seront évoqués ici et comparés aux produits standard, cuivre et streptomycine (tableau 1).

La Streptomycine : un antibiotique au statut particulier

Autorisée avec parfois certaines restrictions comme en Hollande, utilisée en Grèce, non homologuée en France, la streptomycine a, en Europe un statut très différent d'un pays à l'autre. Certes, de nombreux produits connaissent la même situation selon les règles propres à chaque pays. Mais le plus souvent, l'autorisation d'interdiction d'emploi s'appuie sur des normes concernant la présence de résidus sur les récoltes (teneur maximales, délai d'emploi).

Dans le cas de la streptomycine, en France notamment, la non homologation de ce produit ne dépend pas de sa toxicité propre, relativement faible, mais de sa qualité même d'antibiotique. Il présente un risque surtout en multipliant les traitements, de sélectionner des souches bactériennes résistantes, aussi bien par les bactéries cibles, *Erwinia amylovora*, que parmi les autres bactéries normalement présentes sur les plans Gram-, pathogènes pour l'homme ou l'animal, dans le cas, fréquent, où il s'agit d'une résistance de type extrachromosomique : le transfert de l'information génétique codant pour la résistance se fait à l'intermédiaire d'un plasmide. Il y a donc une menace indirecte pour la santé humaine (Gardan *et al.*, 1978) d'autant plus dangereuse que cette résistance transmise par le plasmide peut être multiple et concerner plusieurs antibiotiques en même temps.

Or, les échanges de fruits ou de végétaux au sein de la communauté européenne rendent caduc le protecteur d'une mesure d'interdiction et ils devraient inviter les législateurs à adopter des dispositions communes et cohérentes. Alors, doit-on interdire la streptomycine ou limiter la circulation de fruits ou végétaux provenant d'une zone traitée ou, doit-on généraliser l'autorisation d'emploi de cet antibiotique puisqu'il est déjà utilisé dans certains pays ?

Avantages

C'est une matière active stable, non phytotoxique, d'efficacité régulière et satisfaisante contre nombre de germes bactériens. Elle est fréquemment utilisée comme standard de référence en expérimentation son niveau d'efficacité est souvent supérieur ou au moins équivalent aux autres produits testés (voir article contre). Elle est aujourd'hui moins utilisée qu'autrefois en secteur médical ou vétérinaire. Elle reste-se ou en mélange- le produit le plus couramment utilisé contre les maladies bactériennes des plantes aux U.S et au Canada.

A notre connaissance, aucun cas de résistance n'a été révélée actuellement en Europe, contrairement à Etats-Unis où l'on conseille l'emploi de la streptomycine en association avec un autre antibiotique pour réduire la probabilité de sélection de souches d'*Erwinia amylovora* résistantes (dans ce cas, il s'agit d'une résistance chromosomique classique).

Si la sélection de souches porteuses d'un plasmide de résistance à la suite de traitements est bien réel la probabilité de transfert des caractères de résistance à d'autres bactéries est faible (Manceau *et al.*, 1987).

Enfin, on pourrait envisager de réglementer l'emploi phytosanitaire des antibiotiques, voire de limiter leur application aux périodes les plus critiques comme les périodes de floraison.

Inconvénients

La rémanence à la surface des fruits et des feuilles diminue très nettement au-delà de 10 jours. C'est un avantage côté présence de résidus mais un inconvénient côté durée d'action et une utilisation répétée augmente les chances d'apparition de souches résistantes (il n'existe pas en Europe de formulation à usage agricole associant la streptomycine à un autre antibiotique).

Même si la résistance plasmidique peut se rencontrer à une fréquence très faible, peut-on pour autant prendre le risque ? D'autant plus que l'on dispose maintenant d'autres agents antibactériens pour lesquels on connaît pas de résistance plasmidique, qui présentent un niveau d'efficacité qui, s'il est parfois inférieur à ce de la streptomycine reste suffisant, et supérieur aux cuivres.

Gardan L., and Manceau C., 1984. Persistence of streptomycin in pear and apple trees. Acta Hort. 151, 17-186.

Manceau C., Paulin J.P., and Gardan L., 1987. The use of antibiotics to control fire blight in France: environmental hazards and established legislation. Acta Hort. 217, 195-202.

TABLEAU 1 — Description sommaire des produits comparés

Nom commercial	Firme	Dose/ba* homologuée	Matière active (teneur)	Concentration à l'emploi (ppm)
Plantomycin®	ICI	0,563 kg	Streptomycine (17,75 %)	100
Kocide 101®	La Litorale	1 kg**	Cuivre de l'hydroxyde (50 %)	500
Bouillie Bordelaise RSR	RSR	2,5 kg*** ± 5 kg	Cuivre du sulfate (20 %)	500 à 5000
Firestop®	Rikker 3M	2 litres	Fiuméquine (15 %)	300
Pliette®	RP-PEPRO	3,75 kg	Phoséthyl-AI (80 %)	3000

sur la base de 1000 l/ha
arbre et arbuste d'ornement
bactériose du pommier

UNE EXPERIMENTATION DELICATE

Si deux de ces objectifs ont pu être atteints en l'absence de la maladie, les tests d'efficacité n'ont pu se faire que :

- soit en conditions naturelles; ce type d'étude n'est jamais facile, la maladie est trop irrégulière (expression étroitement liée au climat) et imprévisible (localisation des symptômes en certains points seulement des parcelles), la mise en place d'essais toujours aléatoire (en particulier les essais sur pousse), la réalisation lourde et exigeante en temps d'observations; cela explique que le peu de références à ce sujet dans la littérature,
- soit en conditions contrôlées; c'est la méthode la plus employée pour estimer l'efficacité d'un produit. En fait, il existe de très nombreuses techniques soit *in vitro* (Brisset et Paulin, 1989) soit *in vivo* (Zeller, 1980; Kooistra et Langeslag, 1981) qui permettent de trier des matières actives ou de les comparer entre elles. Toutes utilisent des témoins inoculés non traités et des produits de référence. Au champ, les cibles à protéger sont généralement les fleurs.

Il faut souligner le caractère artificiel de ce second type d'expérimentation : il ne fournit pas des résultats transposables directement aux conditions de la pratique. Par rapport aux traitements habituels, les traitements effectués dans un but expérimental sont placés de façon optimale par rapport à l'infection (inoculation peu de temps après traitement). En revanche, ils ont à faire face à une inoculation sans doute plus massive (forte concentration de germes) que lors d'une infection naturelle, à une souche sélectionnée pour son agressivité. Les différents produits soumis à expérimentation sont décrits dans le tableau 1.

LES CUIVRES

Le cuivre métal précipite les enzymes d'une cellule, qu'elle soit d'origine bactérienne ou végétale. De là sa phytotoxicité, qui limite considérablement son utilisation en cours de végétation.

Bactéricide à très forte dose, son action vis-à-vis d'*Erwinia amylovora*

n'est que bactériostatique dès lors qu'on l'utilise à une dose qui présente le meilleur compromis efficacité-sélectivité, soit 500 ppm ou 50 g/hl de cuivre métal (au minimum, sur Poirier et Pommier).

A cette dose, son efficacité contre le feu bactérien est jugée moyenne, aussi bien en conditions contrôlées que naturelles (tableaux 2 et 3). Pour Paulin et al (1985), elle ne varie pas de façon notable selon la forme de cuivre utilisée (sulfate, sulfate ammoniacal, oxychlorure, hydroxyde...). C'est apparemment la concentration en ions Cu⁺⁺ qui apporte l'efficacité, et non les caractéristiques du sel de Cuivre. Ainsi, l'oxyquinoléate de Cuivre, qui contient peu de Cuivre, ne semble pas efficace. Les associations avec des fongicides n'apportent pas d'amélioration. L'efficacité du cuivre n'est pas meilleure à une dose supérieure (tableau 4), laquelle par contre est plus phytotoxique quelle que soit la forme employée.

TABLEAU 2 — Essais en conditions contrôlées : pourcentage de bouquets ou de fleurs malades (d'après Larue et Lecomte, 1990)

Année	Produits et doses de matière active (ppm)				
	Témoin	Bouillie Bordelaise 500	Kocide 500	Firestop 300	Plantomycin 100
1982	90 (c)	48 (b)			11 (a)
1984	65 (c)	32 (b)	23 (b)		10 (a)
1984	80 (b)	53 (b)	45 (b)		19 (a)
1984	70 (d)	11 (b)		18 (c)	6 (a)
1984	58 (c)	25 (b)	17 (a)		15 (a)
1985	79 (d)		46 (c)	21 (b)	11 (a)
1985	49 (c)	30*	28 (ab)	2,5 (a)	3,5 (a)
1986	40 (b)	13* (ab)	10 (ab)		4,5 (a)
1987	50 (b)		28 (ab)	37 (bc)	14 (a)

* 1000 ppm

TABLEAU 3 — Essais en verger de poirier en conditions naturelles d'infections % ou nombre* de bouquets malades (complété à partir de Larue et Lecomte, 1990)

Année	Produits et doses de matière active (ppm)				
	Témoin	Bouillie Bordelaise 500	Kocide 500	Firestop 300	Plantomycin 100
1981	82 (c)	29 (b)			6 (a)
1984	41 (c)	35 (b)	38 (b)		23 (a)
1986	13 (b)			8 (b)	
1989	173* (b)			15* (a)	

Les chiffres suivis des mêmes lettres entre parenthèses ne sont pas significativement différents au seuil de 5 %

Il est donc clair que l'emploi des cuivres dans la lutte contre le feu bactérien est subordonné au risque de phytotoxicité (grillure sur feuilles, rugosité et taches sur fruits) : des essais INRA-CTIFL ont montré en 1980

que la Bouillie Bordelaise préparée extemporanément à partir de sulfate de cuivre et de chaux offrait de meilleures garanties de moindre agressivité que l'oxychlorure; d'autres essais réalisés par le SRPV Aquitaine à la même époque indiquent également que la Bouillie Bordelaise extemporanée à la dose de 50 g/hl était moins agressive que la bouillie huileuse ou l'oxychlorure mais qu'il était exclu d'envisager une couverture totale de la végétation avec des traitements répétés. Il est en outre bien difficile de définir exactement un nombre d'applications que la plante et surtout les fruits puissent tolérer. En situation froide et humide et sur la variété à épiderme clair, ce nombre peut être nul. Sur des variétés de poire ou de pomme à épiderme bronzé, ce nombre peut varier de 3 à 5 applications selon le climat.

Si nulle part il n'est fait mention de résistance au Cuivre d'*Erwinia amylovora*, elle n'est toutefois pas impossible car l'existence de plasmides de résistance à des métaux lourds est aujourd'hui connue chez certaines bactéries phytopathogènes.

TABLEAU 4 — Essais en verger sur fleur de pommier
% de bouquets malades (Paulin et al., 1990)

Année d'essai	% de bouquets malades. Témoin inoculé	Bouillie Bor- délaisé 1000	Plantomycine 100	Firestop 300	Aliette 4000	Aliette 2000
1987	72	44	21	40	25	—
1988	47	32	28		21	32
1988	72	37	27		24	32
1988	74	47	19	24	17	
1989	24		2		17*	

* dans cet essai, testé à la dose de 3000 ppm

DEUX "NOUVELLES" MATIÈRES ACTIVES

La Fluméquine

Commercialisée en France sous le nom de Firestop®, la Fluméquine est un bactéricide de synthèse, non sulfamide, à usage médical et vétérinaire. Il appartient à la famille des quinolones, composés apparentés à des antibiotiques. Il intervient au niveau de la synthèse des acides nucléiques et agit sur une enzyme indispensable à la réplication de l'ADN et au transfert de plasmides. D'où probablement, l'absence de résistance plasmidique connue.

Son efficacité en verger dépitée aux U.S.A. en 1975, testée à Dax à partir de 1984, est bonne. Elle est jugée comme étant d'un niveau intermédiaire entre celle de la streptomycine et celle des cuivres (tableaux 2,3,4).

Non pénétrant, son application doit être envisagée en préventif, elle semble néanmoins posséder encore un effet de contrôle appliqué 24 heures après une inoculation sur fleurs (figure 1).

Cette caractéristique fait de la fluméquine un produit intéressant à utiliser aussitôt après un événement infectieux difficile à prévoir tel qu'un orage ou une grêle.

Figure 1. Influence du délai d'application du Firestop® 300 ppm MA. Inoculations en serres sur Pommier Golden Delicious (fleurs). (PV - INRA, 1986)

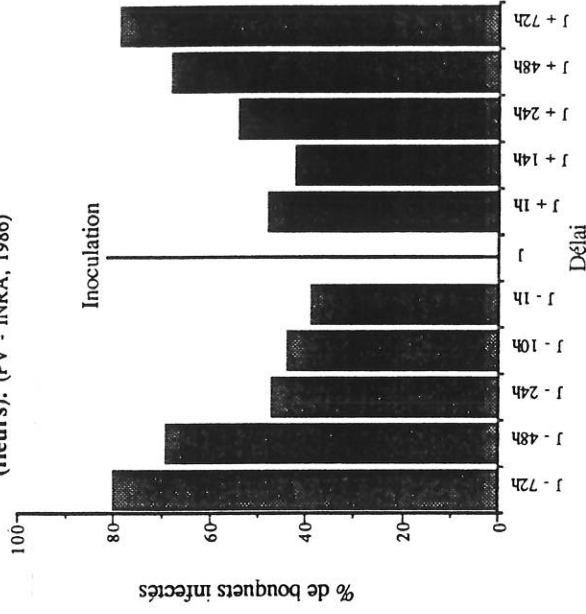
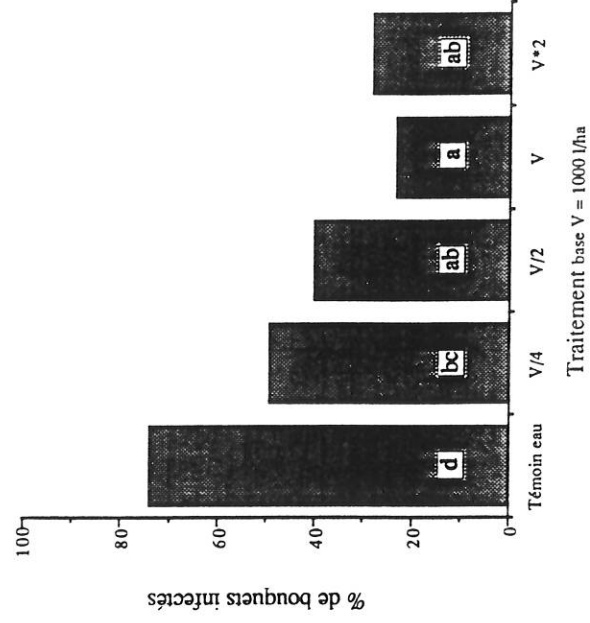


Figure 2. Importance du volume appliqué sur l'efficacité du Firestop® 300 ppm MA (Brisset et al., 1990).



Traitement base V = 1000 l/ha

Figure 3. Efficacité d'application du Aliette® 4 g/l selon différents modes de traitement (date et nombre). Inoculations en serres sur jeunes semis de Poirier Passe Crassane (Paulin *et al.*, 1990).

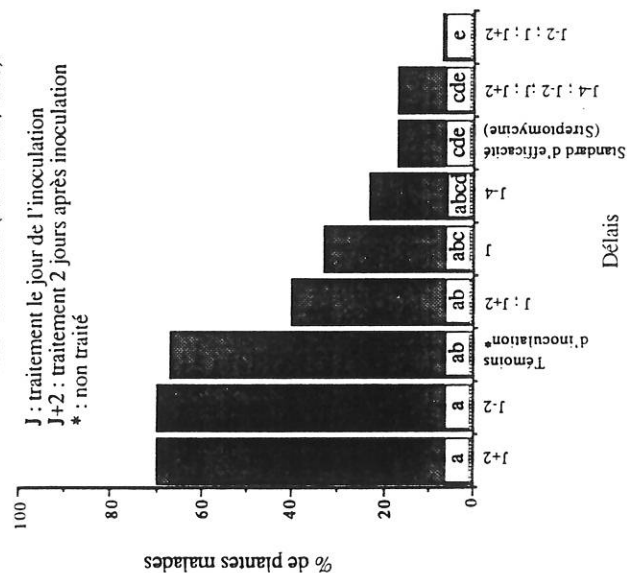
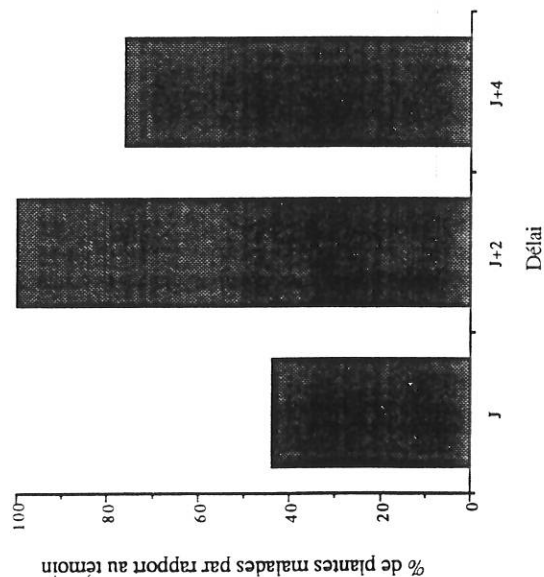


Figure 4. Effet de traitements appliqués après inoculation sur fleurs de Pommier Golden Delicious (Aliette®, 3 g/l). (INRA, 1990).



J : traitement appliqué le jour de l'inoculation
 J+2 : traitement appliqués 2 jours après inoculation

Brisset *et al.* (1990), par différentes études sur les conditions d'emploi, ont pu mettre en évidence d'autres caractéristiques utiles :

- un volume de bouillie suffisant, de l'ordre de 1000 l/ha, est nécessaire pour obtenir un optimum d'efficacité (figure 2),

- des doses fractionnées, si elles sont répétées dans des délais courts, lui conservent un bon niveau de contrôle : cette possibilité d'économie peut ne pas être inutile lors d'un début de floraison exposé à un climat favorable car chaque jour voit de nouvelles fleurs (cibles) s'ouvrir,
- une efficacité souvent meilleure sur poirier que sur pommier.

Enfin, la fluméquine n'est pas plus efficace si l'on double la dose; aux doses recommandées, elle n'a pas d'effet dépressif sur la nouaison, elle n'est pas rugueuse, elle n'est pas phytotoxique et n'est pas toxique pour les abeilles (tableau 5).

TABLEAU 5 - Effet dose/efficacité du Firestop. Influence sur la nouaison (Pommier Golden Delicious)

Traitements	% de bouquets atteints	Nb de fruits sur 100 bouquets
Firestop 600 ppm	10,5 (a)	55,5
Firestop 300 ppm	12,3 (ab)	40,5
Firestop 150 ppm	20,8 (bc)	31,5
Eau	34,3 (c)	38,5

Le phoséthyl-al

Le phoséthyl-aluminium, composant d'Aliette® est déjà bien connu pour son activité fongicide à l'égard de champignons du genre *Phytophthora*. Son mode d'action est encore controversé mais on admet généralement qu'il permet une meilleure expression des mécanismes de défense de la plante, soit en les stimulant, soit en freinant le développement du parasite, soit encore, en augmentant chez le pathogène la production d'éléciteurs. Son mode d'action contre les bactéries n'est pas encore connu.

Très mobile et pénétrant, il est doté de remarquables propriétés systémiques qui cependant ne sont pas mises en jeu dans le cas du feu bactérien (figure 3), les traitements réalisés sur jeunes semis 2 jours après l'inoculation n'ont aucun effet et ceux effectués 2 ou 4 jours avant l'inoculation sont moyennement efficaces alors que les applications répétées ou proches de l'inoculation procurent un bon niveau de contrôle (Paulin *et al.*, 1990). On constate également sur fleurs (figure 4), la perte d'efficacité de traitements appliqués après l'inoculation. Son action vis-à-vis du feu bactérien est donc uniquement préventive et s'exprime dans des conditions d'utilisation proches de celles d'un produit de contact.

D'abord essayé à la dose homologuée contre le chancre du collet sur pommier, soit 2 g/hl de matière active, dose qui fut rapidement jugée moyennement satisfaisante, le phoséthyl-al fut ensuite testé en verger, à une dose plus forte (4 g/l) (tableau 4). Les résultats obtenus indiquent qu'avec une seule application, on peut obtenir une efficacité qui, bien qu'irrégulière, est souvent supérieure à celle des cuivres et équivalente à celle de la streptomycine.

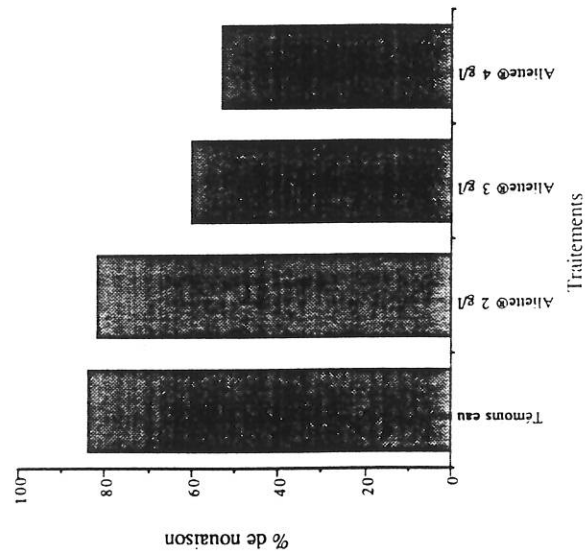
cine. Mais les risques de phytotoxicité sur fleurs augmentent avec la dose (figure 5). Par contre, le phoséthyl-al n'est, comparé aux cuivres, ni rugogène ni agressif sur les feuilles. La dose de 3 g/l (375 g/hl du produit Aliette) semble donc le meilleur compromis efficacité-sélectivité sur fleurs. Elle a montré un bon niveau de contrôle, bien qu'inférieur à celui de la streptomycine vis-à-vis de différentes souches d'*Erwinia amylovora*.

DISCUSSION

Les essais présentés ci-dessus ne constituent pas l'ensemble des expérimentations réalisées en France depuis 1978 (date à partir de laquelle il a été possible de les envisager), mais seulement une sélection des essais dont les résultats permettent un classement des produits comparés. Il est arrivé en effet plusieurs fois que les conditions de l'essai (dose d'inoculum, sensibilité des plantes, climat) trop favorables à la maladie n'ont pas permis aux produits de faire preuve de la moindre efficacité, ce qui montre qu'il existe des situations dans lesquelles la lutte chimique, même si elle est fondée sur l'utilisation des antibiotiques (Deckers et al, 1987) peut être impuissante devant la maladie. Inversement, en conditions naturelles, l'absence d'un niveau suffisant de maladie dans les témoins a parfois entraîné l'impossibilité d'exploiter les essais.

Cependant, il est évident que les essais en conditions contrôlées constituent une étape obligatoire pour l'appréciation de l'efficacité relative de chacun des produits et de leurs conditions d'emploi. Ils ont largement contribué à l'homologation des deux nouvelles matières actives présentées ci-dessus.

Figure 5. Phytotoxicité d'Aliette® sur fleurs de Pommier après trois traitements. (SRPV - Aquitaine, 1989).



PERSPECTIVES

Aujourd'hui, nous pouvons donc proposer trois matières actives utiles à la prévention de la maladie :

Produits utilisables

- avec les cuivres, il semble clair qu'une efficacité apparaît, à partir de 50 g/hl de Cu métal. Leur emploi semble limité aux variétés dont le négoce accepte les fruits présentant un épiderme rugueux. Dans la pratique, l'expérience montre qu'ils sont souvent utilisés pour la protection des pousses ou des secondes fleurs (ou après un orage) dès lors que la maladie est signalée dans un verger.
- avec la fluméquine, on dispose maintenant d'un produit spécifique non phytotoxique et utilisable sans risque de transfert de plasmide de résistance (voir l'encadré). Ce bactéricide semble particulièrement adapté à une protection préventive des fleurs et à une intervention immédiate après une pluie ou un orage en cas de nécessité,
- la possibilité d'emploi du phoséthyl-al, notamment sur pommier, pour une double protection contre le *Phytophthora* et *Erwinia amylovora* constitue également un progrès intéressant. Un emploi répété semble offrir les meilleures garanties d'efficacité mais mériterait une étude complémentaire de sélectivité en période de floraison.

Il serait cependant dangereux de croire que la lutte contre le feu bactérien peut se limiter dorénavant à une seule lutte chimique préventive. Celle-ci doit continuer à s'inscrire dans le cadre d'un ensemble de mesures qui ont déjà été décrites (voir par exemple Lecomte et Paulin, 1989) et parmi lesquelles la surveillance régulière du verger accompagnée de quelques précautions pour limiter les voies d'entrées de la bactérie tient une place plus importante que les traitements. Il est très important de souligner que nous ne possédons pas de produits antibactériens à très haut pouvoir protecteur et que nous devons nous satisfaire de produits qui, même s'ils sont correctement exploités, ne peuvent que limiter les infections de façon notable mais jamais de manière totale.

Dates des traitements

En fait, l'enseignement majeur de cette expérimentation est le suivant : quel que soit le produit employé l'efficacité d'un traitement dépend étroitement de sa date d'application par rapport au moment de l'infection.

Ceci implique la nécessité de raisonner la lutte. Ce qui est d'autant plus facile aujourd'hui que l'on connaît mieux les conditions climatiques les plus favorables à des infections, en particulier pendant les périodes les plus exposées (Billing, 1980), mais pas toujours simple à mettre en œuvre car l'activité de la bactérie en un site donné est toujours très difficile à évaluer.

C'est pourquoi, parallèlement à l'étude des produits, l'INRA et la Météorologie Nationale (Météo France) ont mis au point un système d'avertissement informatisé (Jacquart-Romon et Paulin, 1991) destiné à optimiser les interventions de traitements ou de visites dans un verger. D'autres systèmes informatisés ou non — visant à apporter une aide à la décision dans les opérations de lutte ont été proposés récemment : Timmermans (1990), Billing

(1990), Steiner (1990). L'utilisation de tels systèmes, après validation, peut se traduire par une économie de traitements, et une augmentation de leur efficacité.

Dans le cas où de tels systèmes — ils sont encore le plus souvent expérimentaux — ne sont pas disponibles, il faut se souvenir de quelques principes simples qui permettent de faciliter grandement le positionnement des traitements contre le feu bactérien :

- les arbres ne sont pas également réceptifs aux infections pendant toute la durée de la végétation. La période de floraison (et de seconde floraison quand elle existe), les périodes de croissance des pousses sont normalement les périodes où l'infection est la plus probable,
- en floraison, les jours chauds (tableau 6) sont les plus dangereux : traiter si (et seulement si) des températures élevées sont prévues. Les jours de pluie $\geq 2,5$ mm pourront être aussi des jours d'infections : suivre également, pour les traitements, les prévisions de pluie,
- en absence de fleur, mais lorsque les pousses sont en croissance, c'est un jour de pluie ($\geq 2,5$ mm (tableau 6) qui peut permettre la pénétration de la bactérie : là encore les prévisions météo peuvent servir de base pour placer un traitement préventif,
- enfin, pendant toute la période de végétation un "orage" (c'est-à-dire tout événement climatique entraînant, avec une pluie la formation de blessures sur les organes de la plante) est un facteur important permettant les infections. Un traitement devrait suivre un tel événement, si un inoculum bactérien est redouté (symptômes évolutifs proches) (tableau 6).

En étant attentif au climat, qui est un des éléments déterminant de la gravité de la maladie, on peut donc obtenir de précieuses indications sur la nécessité d'intervenir dans la lutte contre le feu bactérien.

TABLEAU 6 -- Conditions d'infection

	Température maxi*	Température mini*	Pluie	Orage
Présence de fleurs	≥ 24 C			
	≥ 21 C	≥ 12 C		
	≥ 19	≥ 10 C	+	+
Absence de fleur, mais pousses en croissance			$\geq 2,5$ mm	+
			$\geq 2,5$ mm	+
Absence fleur et pas de croissance				+

* sous abri

d'après Paulin, 1991

CONCLUSION

S'il n'existe toujours pas d'autres moyens curatifs que l'éradication totale ou partielle, les possibilités de lutte préventive, elles, ont donc progressé : on peut choisir un produit et on peut mieux positionner un traitement.

Mais il n'en demeure pas moins vrai que la lutte chimique reste, dans le cas du feu bactérien, un moyen de lutte complémentaire. Pour être couronnée de succès la lutte chimique doit donc être accompagnée des mesures prophylactiques habituellement recommandées. De plus, elle risque de rester d'efficacité insuffisante si la maladie se développe sur une variété très sensible.

Avertissement

Certains des essais présentés ici ont été réalisés en collaboration avec le SRPV Aquitaine. Le verger expérimental de Dax a été établi dans le cadre des programmes (CEE) AGRIMED et DG VI (contrat 8001 CT 91 0203) sur la lutte contre le feu bactérien. Le programme de lutte chimique contre les bactérioses de la Station de Pathologie Végétale de l'INRA d'Angers a fait l'objet d'une aide financière de la Région Pays de Loire.

Références

- Billing E., 1980. Fire blight (*Erwinia amylovora*) and weather : a comparison of warning systems. *Annals of Applied Biology*, 95, 365-377.
- Billing E., 1990. Fire Blight concepts and a revised approach to risk assessment. *Acta Hort.* 273, 163-170.
- Brisset M.N., Chartier R., Paulin J.P., and Chevalier R., 1990. Experimentations with Firestop @ 3 M in the chemical control of fire blight. *Acta Hort.* 273, 413-418.
- Brisset M.N., Luisetti J. and Gaignard J.L., 1991. Firestop : a chemical against bacterial diseases of fruit trees recently available in Europe. *Agronomic*, 11, 93-99.
- Brisset M.N. and Paulin J.P., 1988. The mini-orchard : an experimental device in vitro, applications in research for fire blight control. 2nd Int. Meeting on Mediterranean Tree Crops. Chania, Crete. Greece. 2-4 Nov. 1988, 231-234.
- Deckers T. and Porreye W., 1984. Chemical control of *Erwinia amylovora* Burill Winslow et al. *Acta Hort.* 151, 215-221.
- Garret C.M.E., 1990. Control of fire blight in : Fire blight of *Pomoideae*. Applied Research in Europe (1978-1988). CECA-EEC-CEA Brussels, 54-78.
- Kooistra T. and Langeslag J.J.J., 1981. Experience with chemicals against *Erwinia amylovora*. *Acta Hort.* 117, 97-106.
- Jacquot-Romon C. and Paulin J.P., 1991. A computerized warning system for fire blight control. *Agronomic*, 11, 6, 511-519.
- Lecomte P. et Paulin J.P., 1989. Le feu bactérien : bases de la lutte en verger. *Arboriculture Fruitière*. 417, 33-38.

Larue P. et Lecomte P., 1990. Lutte chimique contre le feu bactérien : quelques résultats d'essais. L'arboriculteur de Midi-Pyrénées. 25, 6 in l'Acton Agricole 829.

Paulin J.P., 1991. Possibilités actuelles de lutte contre le feu bactérien. in : Protection intégrée du verger (Pommier, Poirier). CTIFL Editeur, 119-126.

Paulin J.P., Balavoine P., Boué H. et Larue P., 1985. Efficacité expérimentale de produits destinés à la lutte contre le feu bactérien. in : "Premières journées d'études sur les maladies des plantes". ANPP Paris Versailles,

Paulin J.P., Chartier R., Brisset M.N., Lecomte P., Lachaud G. and Larue P., 1990. Experiments with Aliette® (phosethyl-al) in fire blight control. Acta Hort. 273, 383-389.

Paulin J.P. and Lachaud G., 1984. Comparison of the efficiency of some chemicals in preventing fire blight blossom infections. Acta Hort. 151, 209-214.

Steiner P.W., 1990. Predicting apple blossom infection by *Erwinia amylovora* using the Maryblight model. Acta Hort. 273, 139-148.

Timmermans Y., 1990. A warning system for fire blight on pears in Belgium : preliminary model and practical prospects. Acta Hort. 273, 121-129.

Zeller W., 1980. Untersuchungen zur chemischen Bekämpfung des Feuerbrandes (*Erwinia amylovora*). Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzensch. 87 (1), 32-36.

Note bibliographique

PROTECTION DES VERGERS CONTRE LES GELEES PRINTANIERES

Les gelées d'avril 1991 ont rappelé les risques climatiques encourus par les cultures fruitières.

Dans cette brochure, le Ctifl propose de faire un point exhaustif sur les connaissances fondamentales et pratiques actuellement disponibles pour une protection économique du verger contre les gelées printanières.

Dans une première partie descriptive, les auteurs définissent les différents types de gel et font le point sur les mécanismes physiologiques du gel et le comportement face au gel de printemps de toutes les espèces fruitières cultivées dans les régions françaises.

Les méthodes de protection sont étudiées dans la seconde partie. Après avoir rappelé les principes de la lutte passive, les différentes méthodes de lutte actives sont largement détaillées en fonction de leurs avantages techniques, de leur coût financier et selon les probabilités de gel.

Le lecteur pourra trouver également dans cet ouvrage un document inédit : une carte de France des gradients thermiques au format 44 cm x 44 cm.

Elaborée à partir des observations réalisées les 21 et 22 avril 1991 par le satellite NOAA, elle propose une situation typique des différents départements français, un jour de gelée de printemps.

Cette brochure peut être commandée en adressant un chèque de 150 francs français au CTIFL, 22 rue Bergère, F. 75009 PARIS (France).

MESURES DE LUTTE CONTRE LE FEU BACTERIEN

par l'ir. Christian RAPEJANS
Service de la Protection des Végétaux
Ministère de l'Agriculture

BRUXELLES

Le feu bactérien est apparu pour la première fois dans notre pays en 1972 au littoral.

Depuis 1972, la législation prévoyant des mesures de lutte obligatoires a subi des adaptations et modifications.

Les mesures se sont avérées très utiles. Néanmoins le feu bactérien sévit toujours et les dégâts qu'il causa en 1991 aux vergers de poiriers en Limbourg et Brabant furent considérables.

Cette maladie s'est principalement installée dans les zones de concentration de plantes-hôtes sensibles. Elle s'est aussi dispersée dans tout le pays mais à un degré moindre et à l'exclusion de la zone située au Sud de la ligne Sambre-Meuse-Vesdre.

I. COMMENT COMBATTRE CETTE MALADIE ?

Pour enrayer ce fléau, il faut utiliser tous les moyens dont on dispose à savoir :

1. L'éradication des foyers de maladie en sectionnant les parties malades des plantes, au besoin en arrachant ou extirpant le foyer de maladie, à même le sol.
2. La lutte chimique, outre le cuivre deux matières actives sont actuellement agréées.
3. L'application stricte de la législation en matière de lutte contre le feu bactérien.

1. L'éradication des foyers de maladie

— En début d'année, contrôlez le tronc et les branches des plantes et repérez la présence de chancres bactériens visibles sous forme de taches violet foncé renfoncées dans l'écorce. Enlevez en hiver tous les chancres infestés, beaucoup d'infections primaires au printemps sont ainsi évitées.

— Contrôlez au printemps la floraison, les feuilles, les pousses et les branches et décelez la présence de gouttes de mucus. Si, en outre, vous constatez une coloration noitâtre typique des pousses et si, lors d'une coupe, vous remarquez la coloration rouge brun typique du cambium, il faut tailler immédiatement au moins à 30 cm au dessous de la zone infestée visible. Les plaies de taille plus grandes doivent être recouvertes d'un mastic à base de cuivre.

— Durant l'été, tâchez de prévenir la maladie en supprimant les secondes floraisons.