

ESSAIS DE STRATÉGIES CONTRE LE FEU BACTÉRIEN 2023 – COMBINAISON DE PRODUITS PROMETTEUSE



Parcelle de quarantaine au centre de fruit à noyau, Agroscope Breitenhof, pendant la floraison des pommiers.
Photo : Agroscope.

Depuis 10 ans déjà, le Breitenhof à Wintersingen (BL) dispose d'une parcelle de biosécurité permettant des inoculations artificielles pour tester des préparations contre le feu bactérien. En 2023, dans le cadre du projet «HERAKLES Plus», diverses combinaisons de produits homologués et de produits encore non autorisés ont été testées dans cette parcelle. Certaines combinaisons ont débouché sur des résultats encourageants.

Un monitoring réalisé chaque année par divers cantons lors de la floraison montre que le feu bactérien est présent partout en Suisse. Des mesures prophylactiques et une lutte préventive contre la maladie, pendant la floraison, restent donc importantes afin de préserver la santé des vergers de fruitiers à pépins. Deux produits phytosanitaires, dont l'efficacité a été démontrée, sont actuellement autorisés en Suisse contre le feu bactérien - LMA® (sulfate d'aluminium potassique) ainsi que la préparation à base de levure Blossom Protect™ (*Aureobasidium pullulans*). LMA® a jusqu'ici montré une

bonne efficacité au cours des essais. Blossom Protect™ a également obtenu de bons résultats, corrélés cependant aux conditions météorologiques durant la floraison. D'autres produits phytosanitaires, dont l'efficacité est partielle, sont autorisés contre le feu bactérien: Vacciplant® (laminarine), Myco-Sin® (argile sulfurée avec extraits de prêle), Regalis® Plus (prohexadione-calcium) et Bion® (acibenzolar-S-méthyl).

Lors des précédents essais, la combinaison de Myco-Sin® et Vacciplant® avait permis une amélioration de l'efficacité par rapport à l'utilisation de Myco-Sin® seul (Reininger *et al.*, 2020 et Kammerer *et al.*, 2021). En 2023, différentes préparations ont donc été combinées avec Myco-Sin® afin d'identifier d'autres synergies possibles. Le produit de référence Blossom Protect™ (avec la préparation tampon Buffer ProtectNT) a ainsi été appliqué seul et en mélange en cuve avec Myco-Sin®. Bion® et le produit de test FytoSave®, deux stimulateurs des défenses naturelles de la plante, ont été utilisés d'abord comme prétraitement puis, à partir de l'inoculation, en mélange en cuve avec Myco-Sin®.

FytoSave® (COS-OGA) est autorisé en Suisse contre l'oïdium dans les vignes, les cultures de légumes et de fraises, mais pas contre le feu bactérien. ProBlad® Verde (BLAD = extraits de lupin) et Seican® (cinnamaldéhyde = extraits de cannelle) ont également été testés seuls, mais ne sont actuellement pas autorisés en Suisse. Ils ont été ajoutés à l'essai au vu des résultats d'essais menés aux États-Unis (Dupont *et al.*, 2021 et 2022) qui montrent une efficacité de ProBlad® Verde ainsi que d'un produit à base d'extraits de cannelle contre le feu bactérien.

CONDITIONS CLIMATIQUES IDÉALES POUR L'INOCULATION

Afin de réduire le risque de gel tardif au cours de la floraison, des pommiers de 3 ans de la variété 'Gala Galaxy' ont été stockés en chambre froide jusqu'à mi-avril 2023. Ils ont ensuite été rempotés et trans-

férés à la parcelle de biosécurité du Breitenhof à Wintersingen (BL), entièrement sous filet (photo en titre). Pour chaque procédé, 36 arbres ont été mis en place (6 répétitions à 6 arbres chacune). Dans chaque répétition se trouvait un arbre supplémentaire, non traité, auquel le feu bactérien a été directement inoculé au moment de la pleine floraison. Sitôt installés dans la parcelle, les arbres ont rapidement bourgeonné. Cependant, comme le printemps 2023 a été froid et humide, le développement des arbres en pot, après le débourrement, a été lent. Trois prétraitements avec Bion®, resp. FytoSave®, dans les procédés P5 et P6 (tableau 1) ont été appliqués à partir du stade de l'oreille de souris (BBCH 54), à environ une semaine d'intervalle, les jours les plus secs, afin de couvrir dans son entier la fenêtre temporelle avant la floraison. L'inoculation a eu lieu le 19 mai 2023, au début de la pleine florai-

Procédés, infection et efficacité

Procédé	Produit/s	Application	Principe actif	Dosage/ha*	Infection moyenne (%)	Efficacité moyenne (%)
P1	Témoin non traité	–	–	–	17.2 (a)	–
P2	Blossom Protect™ + Buffer Protect NT	De l'inoculation à la fin de la floraison	<i>Aureobasidium pullulans</i> + tampon acide citrique	750 g Blossom Protect™ 3 kg Buffer Protect NT	8.6 (b)	50.0 (c)
P3	Myco-Sin®	De l'inoculation à la fin de la floraison	Argile sulfurée (65 %), extraits de prêle (0.2 %)	4 kg Myco-Sin®	7.6 (bc)	55.8 (bc)
P4	Blossom Protect™ + Buffer Protect NT + Myco-Sin®	De l'inoculation à la fin de la floraison	<i>Aureobasidium pullulans</i> + tampon acide citrique + argile sulfurée (65 %), extraits de prêle (0.2 %)	750 g Blossom Protect™ 3 kg Buffer Protect NT 4 kg Myco-Sin®	4.6 (cd)	73.3 (ab)
P5	Myco-Sin® + Bion®	Bion® seul, avant la floraison; mélange en cuve, de l'inoculation à la fin de la floraison	Argile sulfurée (65 %) + extraits de prêle (0.2 %) + acibenzolar-S-méthyl	4 kg Myco-Sin® Bion®: 10 g avant la floraison, 20 g pendant la floraison	3.3 (d)	80.6 (a)
P6	Myco-Sin® + FytoSave®**	FytoSave® seul, avant la floraison; mélange en cuve, de l'inoculation à la fin de la floraison	Argile sulfurée (65 %), extraits de prêle (0.2 %) + COS-OGA (stimulateur des défenses naturelles)	4 kg Myco-Sin® 2 l FytoSave®	7.1 (bc)	58.9 (bc)
P7	Problad® Verde**	De l'inoculation à la fin de la floraison	Biopesticide BLAD	1.6 l Problad® Verde	15.7 (a)	8.7 (d)
P8	Seican®**	De l'inoculation à la fin de la floraison	Cinnamaldéhyde	1.5 l Seican®	15.8 (a)	7.7 (d)

Tabl. : Procédés, produits utilisés, principes actifs et indications d'infection et d'efficacité des essais contre le feu bactérien 2023. Les prétraitements avec Bion® et FytoSave® ainsi que les traitements après l'inoculation ont eu lieu trois fois. Les valeurs de l'infection et l'efficacité résultent de la moyenne des 36 arbres d'un procédé. Les lettres figurant derrière les chiffres indiquent des différences significatives entre les procédés, déterminées à l'aide du test de Kruskal-Wallis, puis du test de Dunn.

*Quantité de produit utilisée pour des arbres en pot de 3 ans/ha, 5000 m³

**Produit non autorisé en Suisse à l'heure actuelle

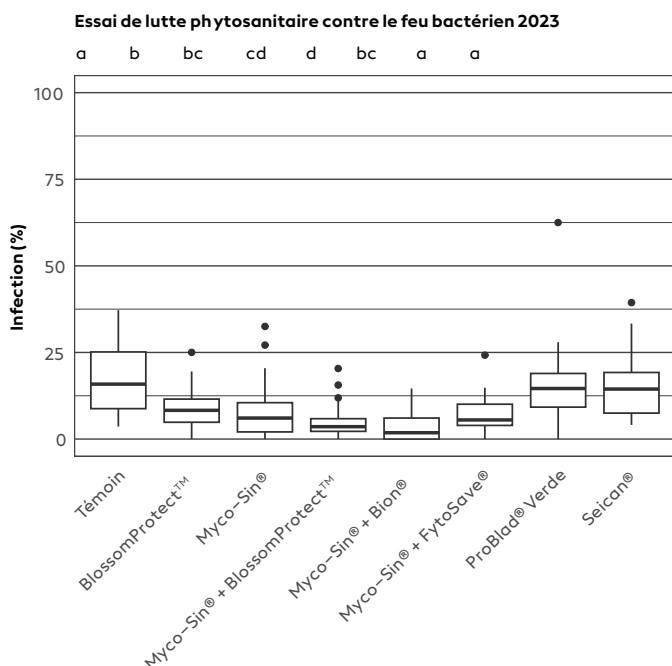


Fig. 1: Boxplots présentant le pourcentage de bouquets floraux atteints de feu bactérien par arbre. Les procédés désignés par les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement les uns des autres.

son (BBCH 65), au moyen d'une suspension bactérienne d'*Erwinia amylovora* contenant $3.6 \cdot 10^8$ cellules/ml et 150 ml par arbre. Des bourdons ont été introduits dans la parcelle afin de transférer naturellement les bactéries des arbres inoculés vers les fleurs des arbres testés. Durant la floraison, le temps a été chaud et sec, ce qui a permis une floraison abondante et homogène des arbres. Les produits ou combinaisons ont été appliqués une première fois le jour de l'inoculation, puis deux fois à 2-3 jours d'intervalle jusqu'à la fin de la floraison. Ainsi, le traitement de toutes les fleurs était garanti au fur et à mesure de la floraison. Sur chaque arbre, le nombre de bouquets floraux a été compté avant l'inoculation. L'infection a ensuite été évaluée en relevant le nombre de bouquets floraux pour chaque arbre présentant des symptômes de feu bactérien trois semaines et demie après l'inoculation. L'infection et l'efficacité des procédés ont été calculées au moyen des formules suivantes :

$$\text{Infection (\%)} = \frac{\text{Nbre total de bouquets floraux avec feu bactérien}}{\text{Nbre total de bouquets floraux à la pleine floraison}} \times 100$$

$$\text{Efficacité (\%)} = \frac{\text{Infection moyenne du témoin} - \text{Infection dans le procédé}}{\text{Infection moyenne du témoin}} \times 100$$

DES DIFFÉRENCES ÉVIDENTES ENTRE LES PROCÉDÉS

L'infection dans le témoin non traité était en moyenne de 17 % (figure 1). La moyenne est plus élevée que dans l'essai de 2022 (6 %) et comparable à celles des essais de 2021 (20 %) et 2020 (21 %). L'infection était plus faible dans les procédés avec les produits de référence Blossom Protect™ et Myco-Sin®, avec respectivement 9 % et 8 % de bouquets

floraux symptomatiques. En combinaison, Myco-Sin® et Blossom Protect™ se sont montrés encore plus efficaces, avec une infection de 5 % et une efficacité significative de 73 % (en comparaison avec les 50 % et 56 % d'efficacité des deux produits lorsqu'ils sont appliqués seuls). L'utilisation de Bion® en prétraitement et en mélange en cuve avec Myco-Sin® a montré une très bonne efficacité en 2023. Le procédé a permis d'obtenir l'infection moyenne la plus faible (3 %), pour une efficacité de 81 %. Les résultats contrastent avec ceux des deux années précédentes où ce procédé ne se distinguait pas significativement de celui recourant exclusivement à Myco-Sin®. Toutefois, les résultats de 2022 étaient peu concluants en raison de la faible infection dans le témoin non traité. Le traitement combiné à base de Myco-Sin® et de FytoSave® ne s'est pas distingué du traitement avec Myco-Sin® seul (7 % d'infection). C'était déjà le cas lors des essais réalisés en 2022. Les produits de test ProBlad® Verde et Seican® n'ont pas montré d'efficacité contre le feu bactérien : avec une infection de 16 %, ils ne se sont pas distingués du témoin non traité. En 2023, aucune phytotoxicité n'a été observée, ni sur les jeunes fruits, ni sur le feuillage. Cependant, comme les arbres ont été éliminés après la notation finale, selon les règles de biosécurité, il n'a pas été possible de vérifier la présence de roussissure induite sur les fruits.

COÛTS DES STRATÉGIES

Afin de pouvoir mieux évaluer les coûts et les avantages des différentes stratégies, le coût des produits phytosanitaires disponibles sur le marché suisse a été retenu comme base de calcul. Les coûts de main-d'œuvre et des machines n'ont pas été pris en compte, car tous les traitements ont été appliqués de la même manière. Les prétraitements nécessitent certes de la main-d'œuvre et des machines

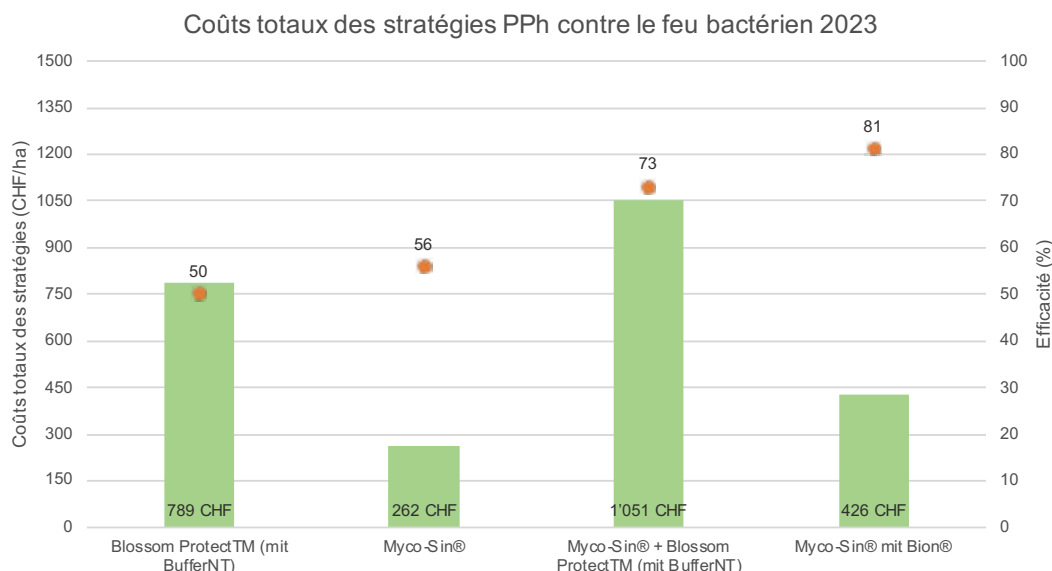


Fig. 2 : Efficacité (%) et coûts (CHF) des différentes stratégies de lutte contre le feu bactérien calculés sur la base des produits actuellement disponibles. Coûts indiqués pour les produits repris des catalogues d'entreprises 2023 correspondants.

supplémentaires, mais ils pourraient être appliqués en même temps que les traitements de débourement courants. Blossom Protect™ avec Buffer ProtectNT est trois fois plus cher que Myco-Sin® (figure 2), ce qui plaide en faveur d'une utilisation préférentielle de Myco-Sin®, d'autant plus que ce produit s'est montré plus efficace que Blossom Protect™ lors de l'essai de 2023. Cela n'a cependant pas toujours été le cas ces dernières années. Certaines années, Myco-Sin® ne s'est même montré que faiblement efficace. L'ajout de Bion® à Myco-Sin®, dont l'efficacité est partielle, double le prix de la stratégie, mais reste cependant meilleur marché que le recours à Blossom Protect™ utilisé seul. La combinaison de Blossom Protect™ et Myco-Sin® est la formule la plus coûteuse, mais semble valoir la peine selon le risque d'infection. Des résultats supplémentaires sont toutefois nécessaires pour valider l'efficacité de cette combinaison. À noter également que Myco-Sin® n'est pas seulement efficace contre le feu bactérien, mais aussi contre les maladies fongiques telles que la tavelure et l'oïdium.

CONCLUSIONS

Les produits Myco-Sin® et Blossom Protect™ ont fait de nouveau leurs preuves au cours de cette année d'essai. L'application combinée des deux produits a permis de réduire davantage encore la proportion de bouquets floraux infestés. La combinaison de Myco-Sin® et Bion® s'est également avérée très efficace en 2023, ce qui n'était pas le cas les deux années précédentes. Les produits de test Fyto-Save® et Seican® n'ont pas montré d'efficacité contre le feu bactérien.

Les combinaisons présentant des résultats positifs doivent être reconduites, afin de permettre le développement de stratégies de protection phytosanitaire.

Appliqués au moment adéquat, les traitements doivent réduire autant que possible les infections dues au feu bactérien, mais ne peuvent pas les empêcher complètement. Des mesures préventives, telles que l'élimination des zones symptomatiques sur l'arbre ou la plantation de variétés robustes, restent donc des éléments fondamentaux de la lutte contre le feu bactérien (davantage d'informations sur feubacterien.ch).

Remerciements

Nous remercions les partenaires du projet HERAKLES Plus (cantons d'AG, FR, LU, SG, TG, ZH, Fruit-Union Suisse, Fondation sur la Croix et IPSUISSE) pour le financement des essais. Un grand merci également aux stations expérimentales Agroscope de Wädenswil (Matthias Schmid et son équipe) et du Breitenhof (Thomas Schwizer et son équipe) pour leur précieux soutien.

Bibliographie

Kammerecker S., Gravalon P., Holliger E., 2021: Essais phytosanitaires contre le feu bactérien en 2020: résultats des années précédentes confirmés. *Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture*, 53, (2), 2021, p. 102-106.

Reininger V., Holliger E., Gravalon P., 2020: Essais 2019 de lutte phytosanitaire contre le feu bactérien: bonne efficacité malgré une forte infection. *Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture*, 52, (2), 2020, p. 118-125.

S.T. DuPont, A. Baró, 2022: Biologicals, mineral based biopesticides, plant extracts, and peracetic acid treatments for control of fire blight of pear, 2022. Rapport interne Agriculture and Natural Resources, Washington State University, Tree Fruit Extension, 4 p.

S.T. DuPont, M. Munir, 2021: Biologicals, mineral based biopesticides, plant extracts, and peracetic acid treatments for control of fire blight of apple, 2021. Rapport interne Agriculture and Natural Resources, Washington State University, Tree Fruit Extension, 3 p.