

Essais phytosanitaires contre le feu bactérien en 2020: résultats des années précédentes confirmés



Employés d'Agroscope lors du comptage des bouquets floraux.



Inoculation des arbres primaires avec l'agent du feu bactérien.



Une branche présentant des symptômes du feu bactérien (noircissement, flétrissement, gouttelettes d'exsudat).

Les produits phytosanitaires efficaces et homologués pour la lutte contre l'agent pathogène du feu bactérien sont peu nombreux en Suisse. Dans l'optique de développer des stratégies optimales de gestion du feu bactérien, Agroscope mène chaque année des essais en verger sur les pommiers en fleurs.

En 2020, Agroscope a conduit deux essais de stratégies de lutte phytosanitaire contre le feu bactérien au centre de fruits à noyau de Breitenhof (BL). Lors du premier essai, les produits phytosanitaires homologués LMA®, Blossom Protect™ et Myco-Sin® ont été testés sur les variétés Gala Galaxy (Gala) et Ladina. L'objectif du second essai était d'approfondir les connaissances des essais 2019 en ce qui concerne la combinaison de Myco-Sin® et Vacciplant®. En collaboration avec le laboratoire Pareva (France), Agroscope a analysé l'efficacité de la substance non formulée FB-ACT contre le feu bactérien.

Matériel et méthode

Les essais de lutte phytosanitaire ont été menés dans le cadre du projet «Ensemble contre le feu bactérien» et «Herakles Plus». L'essai a été conduit de façon similaire aux essais 2019 et antérieurs (Reininger *et al.*, 2019). Les normes OEPP 1/166(3) ont été suivies. Le premier essai a eu lieu en avril lors de la floraison naturelle. Pour le second essai, les arbres en pot ont été

conservés en chambre froide à 4°C jusqu'à début juin. Les variétés Gala ainsi que Ladina (seulement lors du premier essai) ont été utilisées pour les tests.

Répartis en six blocs randomisés, 36 arbres par variante (stratégie de lutte phytosanitaire) ont été testés. Un procédé non-traité par variété a servi de témoin. L'inoculation a été effectuée au début de la floraison sur des arbres primaires qui ont directement été pulvérisés avec l'agent pathogène du feu bactérien. Ces arbres primaires ont été disposés entre les arbres d'essai. Des bourdons ont été placés dans la parcelle afin de propager la bactérie. 111 ml d'une suspension bactérienne de $4.91 \cdot 10^8$ cellules/ml pour le premier essai et 115 ml de suspension $5.01 \cdot 10^8$ cellules/ml pour le second essai ont ainsi été appliqués. En raison de l'inoculation artificielle des arbres primaires et de la forte pression de l'agent pathogène, les traitements phytosanitaires ont été appliqués dans un court intervalle de temps de deux ou trois jours maximum, conformément aux résultats des années précédentes (Reininger *et al.*, 2019).

Le nombre de bouquets floraux par arbre a été compté au début de la floraison. L'évaluation des dégâts sur les bouquets floraux des arbres testés a été effectuée quatre semaines et demie après l'inoculation pour le premier essai, et après trois semaines pour le second essai, lorsque les symptômes étaient manifestes. Le nombre de bouquets floraux atteints par le feu bactérien a été relevé pour chaque arbre.

L'infection et l'effet des traitements phytosanitaires ont été calculés à l'aide de la formule selon ABOTT (Reininger *et al.*, 2019). L'analyse statistique du taux d'infection et de l'efficacité a été effectuée au moyen du test de Kruskal-Wallis, puis de celui de Dunn.

Premier essai en verger: confirmation de l'efficacité de Blossom Protect™

Lors du premier essai, les produits de traitement phytosanitaires LMA®, Blossom Protect™ avec la nouvelle formule tampon Buffer Protect NT™, ainsi que Myco-Sin® ont été testés sur la variété sensible au feu bactérien Gala et sur la variété robuste au feu bactérien Ladina. Il s'agissait ici de répéter les essais 2018 qui présentaient des traitements phytosanitaires efficaces et une faible infection sur Ladina (Reininger *et al.*, 2018).

L'inoculation des arbres primaires a eu lieu le 19 avril 2020. En raison de leur effet préventif, les premiers traitements avec Blossom Protect™ et Myco-Sin® ont été effectués le jour de l'inoculation. Le premier traitement avec LMA® a eu lieu le jour suivant. Les traitements sur Ladina ont débuté deux jours après en raison d'une floraison plus tardive. Le tableau 1 présente les dates de traitement pour chaque variante. En raison des différentes périodes de floraison et de traitement, les résultats des deux variétés ne peuvent être directement comparés.

Lors du premier essai, l'infection des bouquets floraux du témoin non traité est de 21% sur Gala et de 32% sur Ladina. Pour Gala, Blossom Protect™ est le seul procédé dont l'infection s'est différenciée significativement du témoin présentant une efficacité de 47%. Les procédés avec LMA® (20% d'efficacité) et Myco-Sin® (23%) n'ont montré qu'une faible efficacité. Pour Ladina, l'infection s'est différenciée significativement du témoin suite chacune des trois stratégies

phytosanitaires. Le procédé avec LMA® a obtenu une efficacité de 79%, Blossom Protect™ 56% et Myco-Sin® 65% (fig. 1, tab. 3).

Par rapport à l'essai 2018 (Reininger *et al.*, 2018), Ladina a montré une plus forte infection, avec toutefois une grande efficacité des traitements. Ladina peut être infectée par le feu bactérien, mais l'infection se limite à la fleur et l'agent pathogène se propage peu dans le bois. Dans la pratique, l'infection peut ainsi être éliminée plus efficacement (Leumann *et al.*, 2013).

Second essai en verger: combinaison de Vacciplant® et Myco-Sin® porteuse d'espoir

Lors du second essai, LMA®, diverses combinaisons de Myco-Sin® et Vacciplant®, ainsi que la substance FB-ACT, ont été testées sur Gala. Les procédés, combinaisons et

Essai de stratégies de lutte contre le feu bactérien, premier essai 2020.

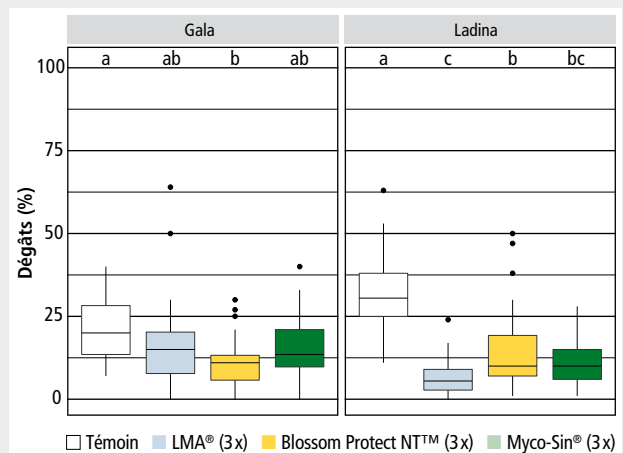


Figure 1 | Taux d'infection des bouquets floraux des différentes variantes sur Gala et Ladina lors du premier essai 2020. Les analyses statistiques ont été effectuées séparément pour les deux variétés, les lettres indiquent les disparités statistiquement significatives entre elles.

Tableau 1 | Dates de traitement et stratégies phytosanitaires pour le premier essai en verger 2020. En raison de prévisions de précipitations, le dernier traitement sur Ladina a été avancé d'un jour.

Essai en verger 1	Variante 1 = Témoin		Variante 2		Variante 3		Variante 4	
	Gala	Ladina	Gala	Ladina	Gala	Ladina	Gala	Ladina
19 avril 2020	Inoculation des arbres primaires							
	–	–	–	–	Blossom Protect™	–	Myco-Sin®	–
20 avril 2020	–	–	LMA®	–	–	–	–	–
21 avril 2020	–	–	–	–	Blossom Protect™	Blossom Protect™	Myco-Sin®	Myco-Sin®
22 avril 2020	–	–	LMA®	LMA®	–	–	–	–
23 avril 2020	–	–	–	–	Blossom Protect™	Blossom Protect™	Myco-Sin®	Myco-Sin®
24 avril 2020	–	–	LMA®	LMA®	–	–	–	–
25 avril 2020	–	–	–	LMA®	–	Blossom Protect™	–	Myco-Sin®

dates de traitement sont présentés dans le tableau 2. Les essais menés en 2019 avec Myco-Sin® et Vacciplant® (en prétraitement et en association) ont été répétés après consultation des services cantonaux d'arboriculture impliqués dans «Herakles Plus». Quatre procédés ont été choisis afin d'étudier l'influence des prétraitements et de l'association avec Vacciplant® sur l'efficacité des traitements avec Myco-Sin®. Les stratégies avec Myco-Sin® seul (V3), en association avec Vacciplant® (V4), ainsi qu'avec Vacciplant® en prétraitement (V5), (V6), ont été comparées. Les deux prétraitements ont eu lieu neuf et quatre jours avant l'inoculation (tab. 2). La substance non formulée FB-ACT a été testée sur demande du laboratoire Pareva. FB-ACT avec la substance PHMB P20 D n'est pas autorisée comme produit phytosanitaire contre le feu bactérien.

L'inoculation des arbres primaires a été effectuée le 16 juin 2020. En raison de fortes précipitations prévues pour le jour suivant, le premier traitement de tous les procédés a été effectué le jour de l'inoculation. Les trois traitements ont eu lieu avec un intervalle de deux ou trois jours en fonction des conditions météorologiques.

Lors du second essai, l'infection des bouquets floraux des arbres témoins était de 16%. Tant les prétraitements que les associations avec Vacciplant® ont conduit à une augmentation de l'efficacité des traitements avec Myco-Sin®. La combinaison des prétraitements et des associations a atteint une efficacité de 59% et s'est révélée être la seule variante Myco-Sin® dont l'infection s'est différenciée de façon significative du témoin. Les trois autres variantes Myco-Sin® ont obtenu une efficacité entre 33% et 47% (tab. 3). Contrairement au premier essai 2020, le second essai a atteint une efficacité de 73% avec LMA® et la substance FB-ACT a obtenu une efficacité de 46%. Ces deux procédés se sont différenciés significativement du témoin (fig. 2, tab. 3).

Les essais 2020 confirment les résultats des années précédentes

Les stratégies phytosanitaires de cette année ont en général atteint une efficacité comparable aux années précédentes (fig. 3). Lors du premier essai 2020, LMA® a montré un effet insuffisant sur Gala. En revanche, l'efficacité sur Ladina était bonne, tout comme pour Gala lors du second essai. En raison d'une longue période de floraison et de nombreuses fleurs sous-développées et tardives sur Gala, il n'a probablement pas été possible de protéger tous les bouquets floraux lors des trois traitements. Lors des années précédentes, LMA® présentait une efficacité moyenne de 42% sur Gala, mais elle variait fortement sur les cinq dernières années (fig. 3). De telles variations ont également été observées lors d'essais à Haidegg, en Autriche (Rühmer T., 2015; Rühmer T., 2019). Blossom Protect™ a obtenu une efficacité moyenne de 48% sur Gala. Ce produit

Essai de stratégies de lutte contre le feu bactérien, second essai 2020.

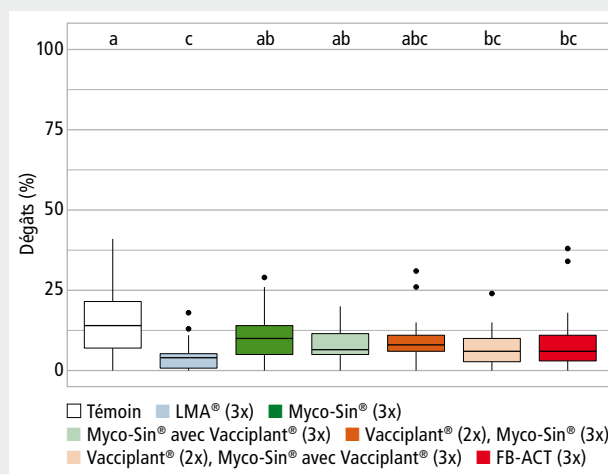


Figure 2 | Taux d'infection des bouquets floraux des différentes variantes sur Gala lors du second essai 2020. Les lettres indiquent les disparités statistiquement significatives entre elles.

Tableau 2 | Dates de traitement et stratégies phytosanitaires lors du second essai en verger 2020.

Essai en verger 2	Variante = Témoin	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6	Variante 7
07 juin 2020	-	-	-	-	Vacciplant®	Vacciplant®	-
12 juin 2020	-	-	-	-	Vacciplant®	Vacciplant®	-
Inoculation des arbres primaires							
16 juin 2020	-	LMA®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	FB-ACT
18 juin 2020	-	LMA®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	FB-ACT
21 juin 2020	-	LMA®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	Myco-Sin®	Myco-Sin® + Vacciplant®	FB-ACT

phytosanitaire a montré une bonne fiabilité, qui a aussi été confirmée à l'étranger (Rühmer T., 2015). Myco-Sin® atteignait une efficacité moyenne de 35% sur Gala. Les résultats de cette année sont légèrement inférieurs. Lors des essais 2018 et 2020, LMA®, Blossom Protect™ et Myco-Sin® ont obtenu des taux d'efficacité plus élevés sur Ladina que sur Gala. Cependant, l'efficacité sur Ladina se base seulement sur des données de deux années d'essais avec inoculation artificielle. Ces premières analyses devraient être poursuivies. On peut toutefois tirer conclusion des résultats obtenus à ce jour que la combinaison de variétés robustes et de traitements phytosanitaires permet une bonne gestion du feu bactérien.

La combinaison de Vacciplant® avec Myco-Sin®, aussi bien en prétraitement qu'en mélange dans le tank, est sujette à discussions ces dernières années. Lors des essais 2019 et 2020, ces stratégies ont montré une amélioration, bien que statistiquement non significative, de l'efficacité des traitements de Myco-Sin® et une efficacité moyenne de 43% à 59%. Des taux d'efficacité similaires ont également été observés lors d'essais à Haidegg (Rühmer T., 2015; Rühmer T., 2019). Le fabricant de Vacciplant® (Stähler Suisse AG) recommande une application préventive. Lors des essais 2019 et 2020

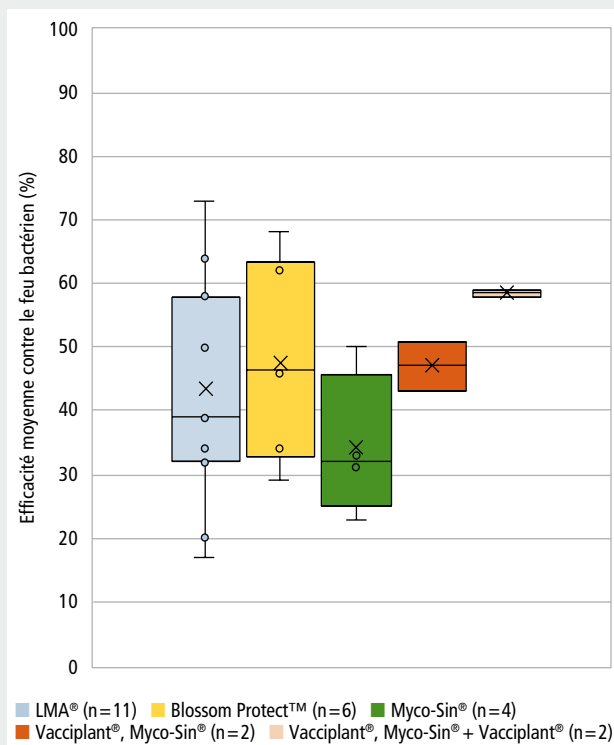


Figure 3 | Aperçu de l'efficacité des produits phytosanitaires testés sur plusieurs années par Agroscope. Seul l'efficacité moyenne sur Gala des différentes séries de tests a été prise en compte pour réaliser ce graphique.

à Agroscope, le produit a été testé tant en prétraitement qu'en traitement après inoculation. Aucune différence significative n'a été observée.

L'efficacité de la substance FB-ACT testée pour la première fois en Suisse était similaire à celles obtenues par les produits phytosanitaires actuellement homologués contre le feu bactérien.

Quels sont les coûts des différentes stratégies phytosanitaires?

Le calcul des coûts impliqués a été effectué en se basant sur le catalogue des prix des produits pour un volume d'arbre standard de 10000 m³/ha. Les coûts de main-d'œuvre et des machines sont également pris en compte. Pour les prétraitements avec Vacciplant®, seuls les coûts des produits ont été calculés; ceux-ci étant généralement appliqués en association avec d'autres produits phytosanitaires, ils n'entraînent pas de coût d'application supplémentaires. Les coûts des procédés sont présentés sur la figure 4. Myco-Sin® génère peu de coûts, mais son efficacité était plus faible que LMA® et Blossom Protect™. Toutefois, une combinaison avec Vacciplant® permet d'améliorer son efficacité sans trop augmenter les coûts (fig. 2, tab. 3, fig. 4).

Lors du choix de la stratégie de lutte phytosanitaire, le prix et l'efficacité ne sont pas les seuls facteurs à prendre en compte. L'infection sur la parcelle par le feu bactérien les années précédentes, les conditions météorologiques, le risque d'infection selon le

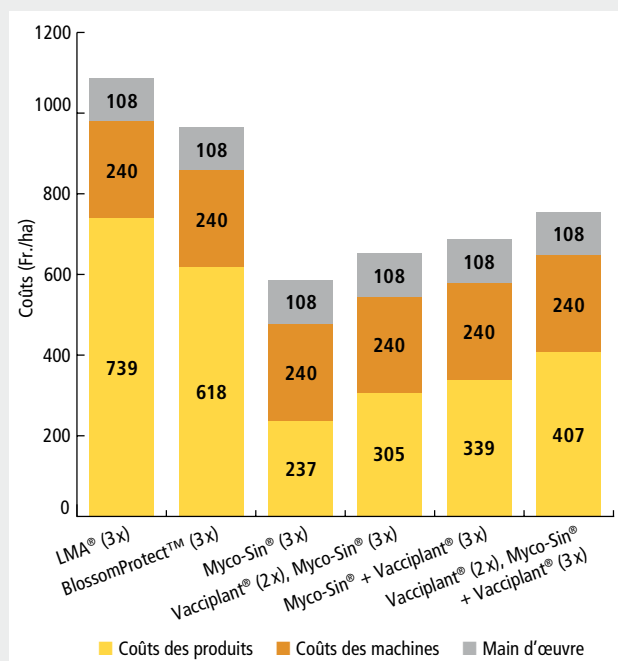


Figure 4 | Coûts induits par les stratégies de lutte phytosanitaire en 2020 et par hectare, essai à Breitenhof (BL).

modèle de prévision Maryblyt™ ainsi qu'un effet de la préparation contre différentes maladies sont aussi à considérer. Vacciplant® a par exemple une efficacité partielle contre la tavelure et l'oïdium du pommier. Tant les produits de bonne efficacité que ceux à efficacité partielle pourraient être inclus dans les stratégies de lutte phytosanitaire. Le développement de stratégies de lutte efficaces contre le feu bactérien avec les produits phytosanitaires aujourd'hui homologués reste un défi. ■

L'auteure

Sandrine Kammerecker, Agroscope, Wädenswil
 Personne à contacter: perrine.gravalon@agroscope.admin.ch

Remerciements

Nous remercions les partenaires du projet «Ensemble contre le feu bactérien» et «Herakles Plus» (AG, LU, SG, TG, ZH, la fondation CAVO et IP-Suisse), ainsi que le laboratoire Pareva pour le soutien financier. Nous remercions les collaborateurs d'Agroscope Breitenhof et Wädenswil, en particulier les responsables des exploitations expérimentales Thomas Schwizer et Matthias Schmid de la bonne collaboration. Nous remercions Esther Bravin (Agroscope) pour le calcul des coûts de main-d'œuvre et des machines. Nous remercions également Stefan Kunz (BioProtect, Allemagne) pour ses conseils lors de la réalisation de l'essai et son interprétation.

En collaboration avec

Perrine Gravalon et Eduard Holliger, Agroscope, Wädenswil

Bibliographie

La liste des références bibliographiques est disponible auprès des auteurs.

Tableau 3 | Produits, matières actives, infections et efficacité des stratégies de lutte phytosanitaire 2020. Les prétraitements avec Vacciplant® ont eu lieu deux fois et les traitements principaux trois fois. Les valeurs de l'infection et l'efficacité sont tirées de la moyenne des 36 arbres. Des lettres différentes après l'infection et l'efficacité indiquent des différences statistiquement significatives entre les procédés selon le test de Dunn (degré de significativité $p \leq 0,025$ ($\alpha = 0,05$, $p = \alpha/2$). Gala et Ladina ont été analysées séparément lors de la première série.

Variante	Stratégie	Matière active	Quantité de produit*/ha	Infection (%)		Efficacité (%)		
				Gala	Ladina	Gala	Ladina	
1 ^{er} essai en verger**	P1	Témoin non traité	–	21 (a)	32 (a)	–	–	
	P2	LMA® (3 x)	Sulfate d'aluminium potassique (80%)	10 kg	16 (ab)	7 (c)	20 (a)	79 (a)
	P3	Blossom Protect™ + Buffer Protect NT™ (3 x)	<i>Aureobasidium pullulans</i> (5 x 10 ⁹ CFU/g) et tampon d'acide citrique	750 g levure 3 kg tampon	11 (b)	14 (b)	47 (a)	56 (b)
	P4	Myco-Sin® (3 x)	Argile sulfurée (65%), extraits de prêle (0,2%)	4 kg	16 (ab)	11 (bc)	23 (a)	65 (b)
2 ^e essai en verger	P1	Témoin non traité	–	16 (a)	–	–	–	
	P2	LMA® (3 x)	Sulfate d'aluminium potassique (80%)	10 kg	4 (c)	–	73 (a)	–
	P3	Myco-Sin® (3 x)	Argile sulfurée (65%), extraits de prêle (0,2%)	4 kg	10 (ab)	–	33 (b)	–
	P4	Association Myco-Sin® + Vacciplant® (3 x)	Argile sulfurée (65%), extraits de prêle (0,2%) Laminarin (35%)	4 kg 0,375 l	8 (ab)	–	47 (b)	–
	P5	Vacciplant® (2 x), Myco-Sin® (3 x)	Laminarin (35%), Argile sulfurée (65%), extraits de prêle (0,2%)	4 kg 0,375 l	9 (abc)	–	43 (b)	–
	P6	Vacciplant® (2 x), Association Myco-Sin® + Vacciplant® (3 x)	Laminarin (35%), Argile sulfurée (65%), extraits de prêle (0,2%)	4 kg 0,375 l	6 (bc)	–	59 (ab)	–
	P7	FB-ACT (3 x)	PHMB (20.8%)	3,75 l	8 (bc)	–	46 (ab)	–

*Quantité/ha de produit appliquée pour des arbres en pot de 3 ans. Correspond à la moitié de la quantité autorisée (pour un volume d'arbre de 10 000 m³/ha).

**Procédés sur Gala et Ladina.