

Feu bactérien – Essai sur les produits phytosanitaires 2017

Vanessa REININGER, Anita SCHÖNEBERG, Benjamin WALCH et Eduard HOLLIGER

Agroscope, 8820 Wädenswil, Suisse

Renseignements: Vanessa Reininger, e-mail: vanessa.reininger@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 460 61 84

Un essai sur les produits phytosanitaires a été réalisé, fin mai - début juin, au domaine d'essai Agroscope des fruits à noyaux à Breitenhof, dans le cadre du projet intégré «Ensemble contre le feu bactérien» et du projet «Herakles Plus». Cinq produits phytosanitaires alternatifs ou préparations expérimentales ont été testés, ainsi qu'un témoin non traité, afin de déterminer le degré d'efficacité contre l'agent pathogène du feu bactérien *Erwinia amylovora*. Cet essai s'est déroulé sur la parcelle pour la première fois totalement recouverte de filets, ce qui répond aux exigences actuelles en matière de biosécurité, afin de pouvoir travailler sur *E. amylovora* en plein air.

rentes stratégies phytosanitaires. Suite aux fortes gelées nocturnes de mi-avril, un seul essai a pu avoir lieu en 2017. Les fleurs des 300 arbres en pots de la variété «Gala Galaxy» déjà en place pour le premier essai ont gelé à -5°C dans la nuit du 20 avril. Les arbres en pots utilisés pour l'essai décrit ci-après ont été stockés à 4°C jusqu'à mi-mai, afin de pouvoir échelonner la floraison et d'obtenir deux floraisons par période de végétation. Les arbres étaient en pleine floraison à la fin du mois de mai, de sorte que l'essai, avec cinq produits phytosanitaires alternatifs ou préparations expérimentales ainsi qu'un témoin non traité, a pu être réalisé dans des conditions optimales.



Parcelle expérimentale de Breitenhof totalement recouverte de filets.

Le feu bactérien est une pathologie végétale à déclaration obligatoire qui touche les fruits à pépin ainsi que différents arbustes sauvages de la famille des Rosaceae et qui est causée par la bactérie *Erwinia amylovora*. Agroscope effectue chaque année des essais en plein air dans une parcelle totalement recouverte de filets au domaine d'essai Agroscope des fruits à noyaux de Breitenhof à Wintersingen (BL), afin d'étudier diffé-

Organisation de l'essai

Chacun des cinq procédés se composait de six blocs de six arbres chacun, soit 36 arbres par procédé. Un autre arbre dit inoculé de façon primaire a été placé au milieu des six arbres. En pleine floraison, ces arbres ont été pulvérisés avec une suspension de cellules d'*E. amylovora* d'environ 100 ml (5×10^8 cellules/ml) et ont fait office de source d'infection pour les arbres voisins, infectés de manière secondaire via les bourdons. La colonie de bourdons a été placée de manière ciblée sur la parcelle, afin de propager *E. amylovora* à partir des arbres primaires sur les nouvelles fleurs écloses pendant toute la durée de l'essai. Après l'inoculation par la bactérie du feu bactérien, les arbres secondaires ont été traités trois fois avec des produits phytosanitaires (PP) (tabl. 1 et 2); 150 ml de bouillie ont été appliqués sur chaque arbre à l'aide d'un pulvérisateur à dos motorisé, soit une quantité de 500 l/ha. La quantité de préparation

Tableau 1 | Inoculation des arbres primaires avec *Erwinia amylovora* et dates de traitement des arbres secondaires avec les produits phytosanitaires et les préparations expérimentales 2017.

	30 mai	31 mai	2 juin	5 juin
Inoculation avec <i>E. amylovora</i>	x	-	-	-
LMA	-	x	x	x
Antinfek®30PP 5%	-	x	x	x
Antinfek®30PP 2,5%	-	x	x	x
Blossom Protect™	x	-	x	x
<i>Metschnikowia pulcherrima</i>	x	-	x	x

Tableau 2 | Procédés, produits correspondants, données d'infection et d'efficacité pour l'essai 2017 sur les produits phytosanitaires contre le feu bactérien. Les lettres à la suite des degrés d'efficacité indiquent les différences statistiquement significatives entre les procédés selon le test HSD de Tukey (seuil de signification $p \leq 0.05$).

* Quantité de produit utilisé par hectare pour des arbres en pots de 2 ans.

** Cette quantité correspond à la substance active.

ID	Produit	Principe actif	Quantité de produit*	Traitement	Infection/Degré d'efficacité (DE)
V 1	Témoin non traité	-	-	-	Infection 42 %
V 2	LMA	Sulfate d'aluminium et de potassium (80 %)	10 kg	3 x LMA après l'inoculation avec <i>E.a.</i>	DE (a) 58 %
V 3	ANTINFEK®30PP 5 %	1. Chlorhydrate de polyhexaméthylène biguanide 3.2 % 2. Ions d'argent (0.01 mg/m ³)	25 l	3 x ANTINFEK®30PP après l'inoculation avec <i>E.a.</i>	DE (c) 79 %
V 4	ANTINFEK®30PP 2.5 %	1. Chlorhydrate de polyhexaméthylène biguanide (3.2 %) 2. Ions d'argent (0.01 mg/m ³)	12.5 l	3 x ANTINFEK®30PP après l'inoculation avec <i>E.a.</i>	DE (ab) 62 %
V 5	Blossom Protect™	<i>Aureobasidium pullulans</i> (5×10^9 UFC/g)	6 kg	1 x Blossom Protect™ avant l'inoculation 2 x Blossom Protect™ après l'inoculation	DE (ab) 62 %
V 6	<i>Metschnikowia pulcherrima</i>	<i>Metschnikowia pulcherrima</i> Source APC 1.2 15 (2×10^{10} UFC/g)	0.5 kg**	1 x Metschnikowia avant l'inoculation 2 x Metschnikowia après l'inoculation	DE (d) 2 %

utilisée a été réduite à la moitié de la quantité autorisée, étant donné la petite taille des arbres en pots, âgés de deux ans (10 kg de LMA/ha). Avec les deux procédés utilisant des levures comme principe actif, le premier traitement a eu lieu dès le jour de l'inoculation. Dans la pratique également, il est recommandé d'appliquer les produits à base de levure avant le jour pronostiqué pour l'infection ou avant une forte augmentation

de l'agent pathogène, afin que les levures aient le temps de coloniser les fleurs écloses. Pour la fécondation, des arbres en pots d'autres variétés ont été répartis sur toute la parcelle. L'essai a pu être réalisé dans des conditions météorologiques optimales pour le feu bactérien. Le potentiel d'infection pathogène calculé (EIP) se situait au-dessus de la valeur seuil de 110 pendant la majeure partie de l'essai (fig. 1).

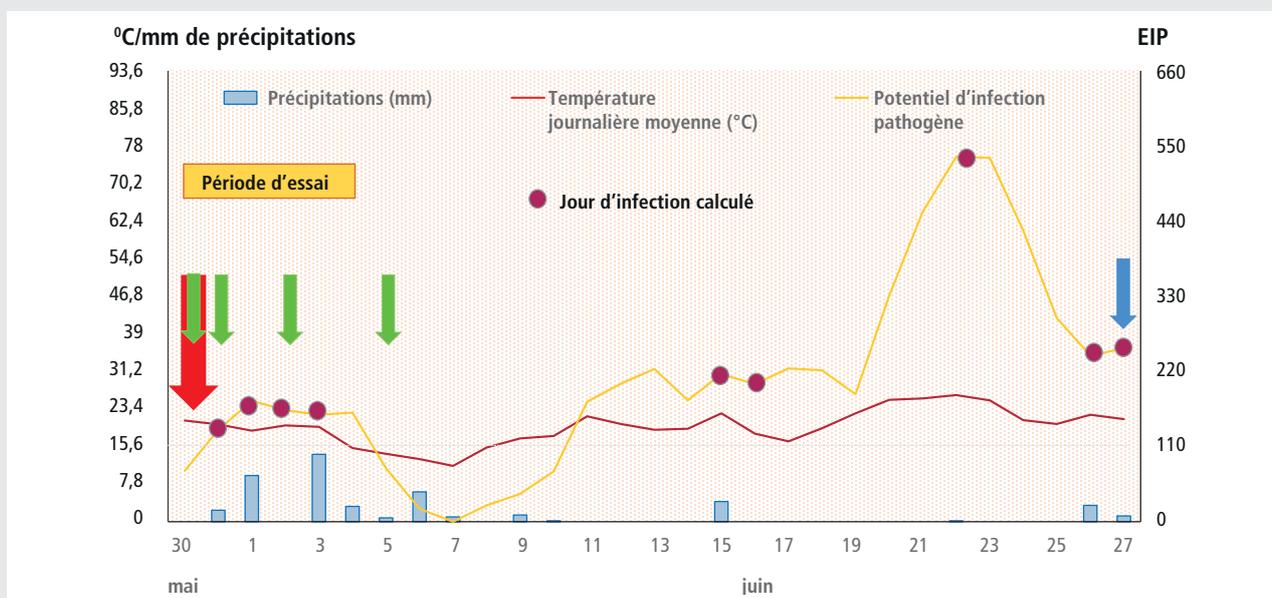


Figure 1 | Conditions météorologiques et conditions d'infection à Wintersingen pendant la période d'essai 2017. La flèche rouge indique l'inoculation avec *Erwinia amylovora*, les flèches vertes les traitements avec les produits phytosanitaires/ préparations expérimentales et la flèche bleue l'évaluation des grappes de fleurs. Le potentiel d'infection pathogène (EIP) et les jours d'infection ont été calculés avec le modèle de prévision Maryblyt.

Evaluation

Au moment de la pleine floraison, toutes les grappes de fleurs de chaque arbre ont été comptées. Les grappes de fleurs ont été examinées trois semaines après l'inoculation, le 27 juin 2017, pour identifier l'infection. L'infection par le feu bactérien ainsi que l'effet des différents procédés PP ont été calculés à l'aide des formules suivantes:

1. Infection [%] = (Total des grappes de fleurs touchées par le feu bactérien / Total des grappes de fleurs à pleine floraison) × 100
2. Effet [%] = [(Infection du témoin [%] – Infection du procédé [%]) / Infection du témoin [%]] × 100

Forte infection des témoins non traités par le feu bactérien et effet positif des traitements PP alternatifs

L'évaluation des grappes de fleurs a montré une infection de 42 % des témoins non traités (fig. 2a). Les procédés Antinfek®30PP (concentration à 5 % et 2,5 %) sont ceux qui ont obtenu les degrés d'efficacité les plus élevés, avec 79 % et 62 %. Il s'agit ici d'un produit désinfectant qui n'est pas autorisé comme produit phytosanitaire. L'année précédente, cette préparation expérimentale avec une formule semblable (Antinfek®30P) a obtenu un très haut degré d'efficacité dans nos essais. Blossom Protect™ était également très

performant, avec un degré d'efficacité de 62 %, tandis que le procédé LMA atteignait 58 %. En dépit de la très forte infection du témoin non traité, des degrés d'efficacité élevés ont pu être obtenus en 2017 avec les PP alternatifs ou les préparations expérimentales (fig. 2b). Antinfek®30PP a obtenu des degrés d'efficacité comparables à ceux d'Antinfek®30P en 2016, en dépit d'une infection nettement plus élevée des témoins non traités. Les intervalles de traitement choisis étaient courts, entre deux et trois jours, et ont certainement largement contribué à ces degrés d'efficacité élevés car, de cette manière, l'agent pathogène n'était pas en mesure de se multiplier excessivement. La dispersion dans les différents procédés est due au fait que six blocs ont été évalués pour six arbres dans chaque cas. Plus le degré d'efficacité est élevé, plus la dispersion est faible.

La levure *Metschnikowia pulcherrima* a été utilisée à la suite d'une collaboration avec des chercheurs d'Agroscope qui testaient des levures antagonistes contre les pathogènes végétaux dans les cultures fruitières et maraîchères. L'isolat de *M. pulcherrima* utilisé provenait de fleurs de pommiers des environs de Wädenswil. Nos essais en laboratoire ont révélé qu'il s'agissait d'un antagoniste d'*E. amylovora*. Dans l'essai en plein champ, le degré d'efficacité obtenu n'a toutefois été que de 2 %. Cette «absence d'effet» peut éven-

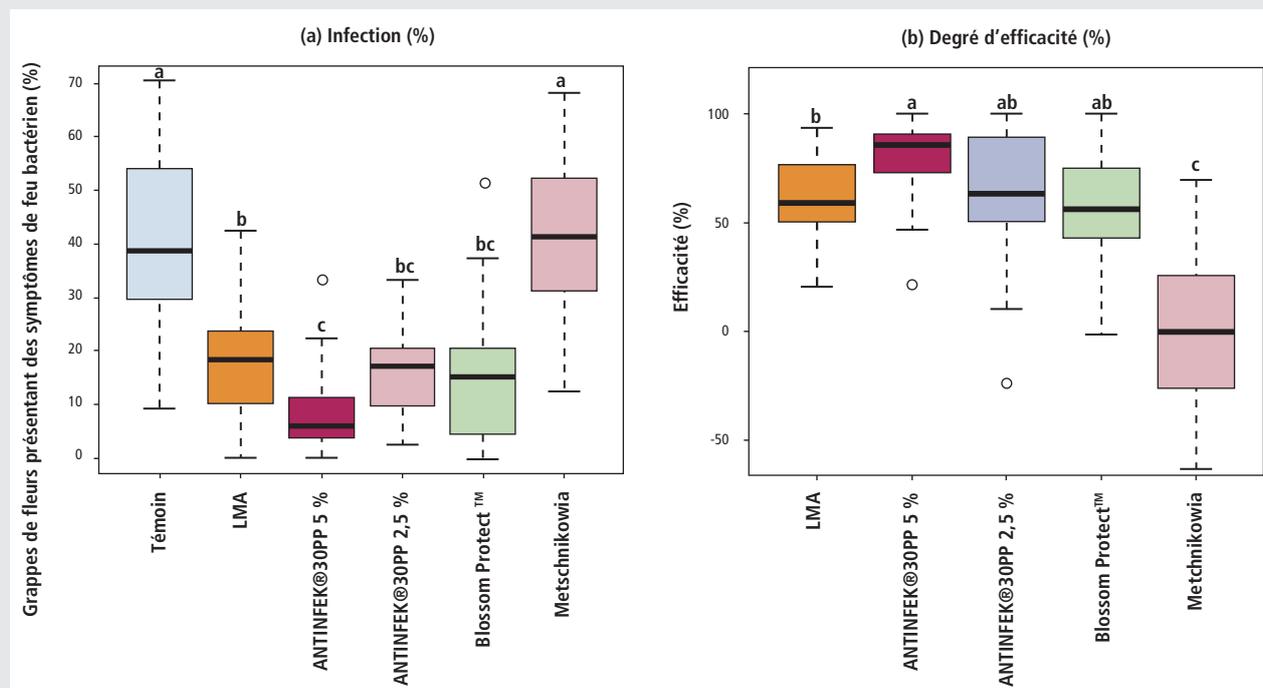


Figure 2 | (a) Degrés d'infection et (b) d'efficacité [%] en fonction des produits phytosanitaires et des préparations expérimentales. Les différentes lettres au-dessus des boîtes indiquent des différences significatives entre les procédés. La ligne horizontale en gras à l'intérieur du boxplot (rectangle) indique la médiane qui reflète la valeur médiane des données. L'intérieur de la boîte comprend 50 % des données et les lignes en pointillé situées en dessous et au-dessus de la boîte représentent la répartition des 25 % de données restantes (cf. fig. 3). Les 36 arbres ont été pris en compte pour chaque procédé.

tuellement être due à la formulation de la levure établie de manière provisoire pour les essais et apparemment insuffisante pour une application sur le terrain.

La détermination du nombre de cellules dans les fleurs de pommier reflète en partie le score d'infestation

Un autre relevé de données a également été effectué. Le nombre de cellules d'*E. amylovora* a été déterminé sur les fleurs par PCR en temps réel, méthode moléculaire permettant de déterminer la densité cellulaire dans les fleurs à partir de la quantité d'ADN présente. A quatre périodes, situées entre chaque traitement PP, des échantillons floraux ont été prélevés sur les arbres secondaires afin d'étudier l'effet des PP sur la densité cellulaire. Les procédés suivants ont été testés: témoin non traité, LMA, Blossom Protect™ et *Metschnikowia pulcherrima*. Le prélèvement effectué à la première date reflétait le nombre de cellules au début de l'essai, c'est-à-dire le nombre de cellules ayant déjà été propagées sur les arbres secondaires de l'essai via les bourdons trois heures après l'inoculation des arbres primaires. Cette valeur était d'environ 5000 cellules/fleur, sachant qu'un échantillon floral du procédé avec Blossom Protect™ présentait une concentration de près de 100 fois plus de cellules (fig. 3, 30 mai).

Dans cet essai, l'analyse moléculaire du nombre de cellules sur les fleurs à l'aide du PCR en temps réel a montré que LMA était en mesure d'inhiber la

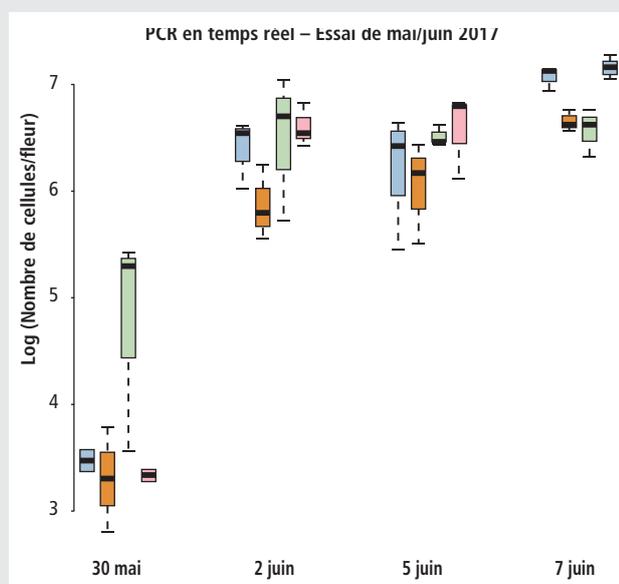


Figure 3 | Nombre de cellules d'*Erwinia amylovora* vivantes et déjà mortes dans les fleurs des arbres testés infectés par voie secondaire en fonction des produits phytosanitaires et des préparations expérimentales, analysé au moyen de PCR en temps réel. Bleu = témoin non traité, orange = LMA, vert = Blossom Protect™, rose = *Metschnikowia pulcherrima*.

multiplication d'*E. amylovora*, ce qui correspond aux résultats obtenus dans l'évaluation de l'infection. Cet effet inhibant le développement d'*E. amylovora* n'était toutefois pas significatif par rapport aux autres PP alternatifs et préparations expérimentales. Avec Blossom Protect™ une importante densité cellulaire a été enregistrée sur les fleurs, malgré un bon degré d'efficacité (62 %) dès le début de l'essai (fig. 2b et 3). Ces nombres cellulaires élevés confirment que les différents modes d'action des PP. Blossom Protect™ ne détruit pas *E. amylovora*, ce qui serait par exemple le cas d'un antibiotique, mais empêchent sa multiplication dans la fleur et surtout sa pénétration dans la plante.

Conclusion

- Des intervalles de traitement courts sont décisifs pour le succès de la stratégie avec des PP alternatifs.
- Durant la période d'essai 2017, les conditions étaient très favorables au feu bactérien. Rien que pendant la période de traitement, on comptait quatre jours d'infection calculés, suivis d'une autre hausse très forte de l'EIP vers la fin de la période d'incubation.
- Il est frappant de constater que, malgré l'infection extrêmement importante du témoin non traité, les degrés d'efficacité des produits phytosanitaires alternatifs et des préparations expérimentales étaient élevés. Sur la base des expériences acquises durant les années d'essai précédentes, les traitements ont été effectués sciemment à intervalles rapprochés de deux à trois jours. De ce fait, la croissance de l'agent pathogène a été constamment perturbée, ce qui nous a permis d'atteindre des degrés d'efficacité aussi élevés dans nos essais. Les conditions météorologiques de cette année ont également permis ces courts intervalles de traitement.
- Pour la pratique, cela signifie qu'idéalement, il est recommandé de procéder aux traitements avec les PP alternatifs en respectant des intervalles de deux-trois jours, afin de freiner constamment l'agent pathogène dans sa croissance.
- En 2018, de nouveaux essais sur le feu bactérien sont prévus dans la parcelle totalement recouverte de filets du domaine d'essai Agroscope des fruits à noyaux à Breitenhof, afin de fournir à la pratique d'autres résultats précieux sur les stratégies optimales d'emploi de PP alternatifs ou d'autres préparations expérimentales. ■

Remerciements

Nous remercions les partenaires du projet «Ensemble contre le feu bactérien» (OFAG et FUS) et ceux du projet «Herakles Plus» (Fondation CAVO, cantons AG, BE, LU, SG, TG et ZH ainsi qu'IP-SUISSE), qui soutiennent financièrement ces recherches pratiques.