

Dernière mise à jour le **16 mai 2018**

Description des produits antibiotiques, de lutte biologique et éliciteurs

Vincent Phillion, Yvon Morin et Robert Maheux

Cette fiche regroupe la plupart des produits dont l'utilité pour la gestion des maladies est centrée sur la répression du feu bactérien. Le cuivre et la bouillie soufrée, qui sont aussi utilisés pour lutter contre le feu bactérien, sont décrits dans la [fiche 50](#).

À chaque début de saison, le Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP) du pommier effectue une mise à jour de cette liste et diffuse les ajouts et retraits par le biais de communiqués. Consultez la [fiche 9](#) pour en savoir plus sur le RAP.

NOTE : Pour une information complète et à jour sur les pesticides, visitez le service en ligne d'information sur les pesticides du gouvernement du Québec (<http://www.sagepesticides.qc.ca>) et du Canada (<http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/lr-re/index-fra.php>).

Bactéricides

Dans la plupart des pays, l'utilisation des antibiotiques en pomiculture n'est pas permise. Au Canada, deux antibiotiques sont permis pour lutter contre le feu bactérien. Comme aucune résistance aux antibiotiques n'a été rapportée au Québec, les deux produits peuvent être utilisés en rotation dans un programme de lutte contre le feu bactérien pour prévenir la résistance. Le mélange des antibiotiques n'apporte pas de gain particulier et n'est pas suggéré. Consulter la [fiche 106](#).

STREPTOMYCIN 17WP(sulfate de streptomycine) : La streptomycine est l'antibiotique le plus utilisé pour réprimer le feu bactérien. Dans plusieurs états américains, une utilisation abusive a conduit à une perte d'efficacité complète. L'étiquette canadienne de ce produit ne prévoit pas de dose officielle par hectare. La dose « traditionnelle » de streptomycine (100 ppm d'ingrédients actifs) est de 1.8kg/ha dans 2800L sur des pommiers standards. Cette approche n'est pas préconisée dans les vergers commerciaux où les traitements sont réalisés avec un pulvérisateur moderne. Un volume d'eau élevé n'est pas nécessaire pour obtenir une bonne couverture. La dose peut être ajustée à la dimension des arbres (ex : 1kg/ha) et être appliquée dans un volume d'eau limité (ex : 250L/ha). Selon les cultivars, la streptomycine peut être légèrement phytotoxique et provoquer un jaunissement (chlorose) si la concentration dans le réservoir est plus grande que 1 kg dans 250 L d'eau (voir photo). Cette phytotoxicité bénigne peut être évitée en augmentant le volume de bouillie à l'hectare. La dose appliquée ne devrait jamais être moindre que 600 g/ha. À la dose minimale, l'efficacité peut être insuffisante, notamment quand le risque est élevé ou lors de traitements dans les heures suivant l'infection. La dose de 600 g/ha est en usage dans certains pays (Kunz, Triloff comm. pers), mais seulement pour des applications avant l'infection.

 Phytotoxicité marginale suite à une application de streptomycine sur le cv Cortland

Le produit est stable pendant plusieurs années s'il est conservé à l'abri de la lumière. Les applications en mélange avec un surfactant (Regulaid) sont largement recommandées aux États-Unis, mais ce produit n'est pas disponible au Canada et substituer l'adjuvant peut nuire à l'efficacité. Les applications de streptomycine en mélange avec d'autres pesticides (ex : fongicides) sont fréquentes aux États-Unis, malgré une étude qui démontre une perte d'efficacité potentielle notamment pour des mélanges avec le Captan, la dodine, le zineb, le et le soufre¹.

KASUMIN 2L(kasugamycin) : La kasumine a été homologuée comme alternative à la streptomycine dans les états où la résistance était présente. À dose équivalente, cet antibiotique est aussi efficace que la streptomycine. Cependant, contrairement à l'étiquette américaine, le taux d'application au Canada est limité à 5L/ha, ce qui correspond à la moitié de la dose de Streptomycine. Dans des tests à l'IRDA, une dose de 10L/ha de Kasumin (40\$/L, 400\$/ha) était nécessaire pour obtenir une efficacité similaire à la pleine dose de streptomycine (1.8kg/ha, 167\$/kg = 300\$/ha). Un plus grand nombre de foyers de feu a été observé dans les parcelles traitées à la dose réduite de Kasumine².

Lutte biologique et extraits de plantes

Les produits de lutte biologique homologués pour lutter contre les maladies du pommier sont principalement utilisés pour réprimer le feu bactérien, mais certains sont également homologués contre la tavelure. Ils comprennent des bactéries (*Pantoea*, *Pseudomonas*, *Bacillus*), une levure (champignon) antagoniste et des extraits de plantes comme l'ail et la Renouée de Sakhaline. La plupart de ces produits sont homologués avec une mention d'efficacité moindre que celle attendue avec des produits de référence. Dans certaines circonstances, ils peuvent rivaliser d'efficacité avec leurs homologues classiques et leur utilité en PFI est indiquée. Aucun de ces produits n'est considéré à risque pour le développement de résistance. Ils sont tous admissibles en production biologique.

Bactéries antagonistes

Au Canada, trois bactéries antagonistes (*Bacillus amyloliquefaciens*, *Pseudomonas fluorescens* et *Pantoea agglomerans*) ont été homologuées exclusivement pour la lutte contre le feu bactérien (*Erwinia amylovora*). Une quatrième bactérie (*Bacillus subtilis*) est homologuée pour réprimer différentes maladies dont le feu bactérien. D'autres bactéries (ex : *Bacillus mycoides*) sont en cours d'homologation. Ces bactéries ont différents modes d'action qui incluent l'activation des mécanismes de défense de la plante, la production de composés antibiotiques et la compétition pour occuper la fleur. Pour être efficaces, les bactéries antagonistes doivent être appliquées sur les fleurs avant l'arrivée de la bactérie pathogène. Cette stratégie n'est pas aussi efficace qu'un simple traitement antibiotique bien ciblé. Il est possible d'augmenter l'efficacité des bactéries antagonistes dans une stratégie combinée avec la streptomycine.

En été, les produits à base de *Bacillus* pourraient contribuer à diminuer la progression du feu bactérien, notamment en mélange avec du cuivre. Cependant, cette stratégie n'est pas validée.

BLIGHTBAN et **BLOOMTIME** : Pour des raisons commerciales, aucun de ces produits homologués n'est facilement disponible. Sauf exception (voir BLIGHTBAN A506), les produits à base de *Pantoea* et *Pseudomonas* doivent être maintenus congelés jusqu'à leur utilisation et ne peuvent être congelés plus d'une année. Ils ne doivent pas être utilisés à proximité de nouvelles plantations de conifères. L'utilisation combinée de *Pantoea* et *Pseudomonas* n'est pas recommandée. À l'exception des traitements avec BLIGHTBAN C9-1, aucun traitement de cuivre ne peut précéder ou suivre un traitement avec ces organismes puisque ces bactéries sont sensibles au cuivre. L'eau chlorée des municipalités n'affecte pas la viabilité des bactéries.

BLIGHTBAN A506 (*Pseudomonas fluorescens*, souche A506) : En plus de son efficacité pour réprimer le feu bactérien, *P. fluorescens* est un antagoniste des bactéries qui provoque la nucléation de la glace et peut parfois contribuer à diminuer les dommages de gel lorsque les traitements sont débutés avant le bouton rose. La souche A506 peut également réprimer certaines bactéries responsables du roussissement. Ces deux usages sont homologués aux USA. La souche A506 peut tolérer un mois à 4 °C ou une semaine à la température pièce avant l'application.

BLIGHTBAN C9-1(Nufarm, *Pantoea agglomerans*, souche C9-1) : Dans les tests, le C9-1 était toujours plus efficace que la souche E325.

BLOOMTIME BIOLOGICAL FD(NAP, *Pantoea agglomerans*, souche E325) : Incompatible avec les produits à base de cuivre.

DOUBLE NICKEL LC (*Bacillus amyloliquefaciens*, Certis) : Ce produit contient la souche D747 de *Bacillus amyloliquefaciens*, ainsi que des produits de fermentation. Comme le Serenade, ce produit a un spectre d'usage large, mais d'efficacité limitée. En pomiculture, le produit est seulement homologué pour la lutte contre le feu bactérien. Compatible en mélange avec le cuivre (ex : Cueva). Cependant, plusieurs essais démontrent que ce mélange n'augmente pas l'efficacité. Le produit atténue partiellement la propagation du feu en protégeant les pousses en croissance.

LIFEGARD (*Bacillus mycoides*, Certis) : Homologation prévue en 2019. Efficacité contre la suie/moucheture et la pourriture amère.

SERENADE MAX, SERENADE ASO(*Bacillus subtilis*, Bayer) : Ce produit contient la souche QST 713 de la bactérie *Bacillus subtilis*, ainsi que ses produits de fermentation (lipopeptides). En plus de l'efficacité comme antagoniste du feu, il a une certaine efficacité contre la tavelure et le blanc. Par contre, la tavelure n'apparaît pas sur l'étiquette de SERENADE ASO. Vu l'efficacité limitée des produits à base de *Bacillus*, les formulations de SERENADE devraient être utilisées seulement en prévention, sous des pressions de maladie faibles et en rotation avec d'autres produits. Les formulations de SERENADE ne sont pas actuellement considérées utiles en PFI.

Levure antagoniste

La levure noire *Aureobasidium pullulans* est un champignon ubiquiste, c'est à dire qu'elle est présente partout et dans différents environnements (sol, air, eau). On la retrouve souvent sur la surface de différentes plantes, dont le pommier où elle survit comme épiphyte, sans affecter son hôte. Elle est néanmoins associée à certains problèmes de roussissure des fruits. Certaines souches de cette levure ont été sélectionnées pour leur efficacité contre différentes maladies du pommier, notamment contre le feu bactérien et les pourritures d'entrepôts. Le mode d'action de la levure pour réprimer le feu bactérien est complexe. Une fois appliquée, la levure colonise la corolle de la fleur et empêche le passage de la bactérie responsable du feu. La levure abaisse le pH dans la fleur à 4, ce qui inhibe le mouvement bactérien (chimiotaxie) qui n'est actif que lorsque le pH est entre 5 et 8. Le tampon en mélange avec la levure aide à abaisser le pH et agit en synergie.

BLOSSOM PROTECT(*Aureobasidium pullulans*) : Ce produit a été homologué au Canada en 2013 comme alternative à l'utilisation des antibiotiques pendant la floraison pour réprimer le feu bactérien. Ce produit est incompatible en mélange avec la plupart fongicides usuels³ et les traitements contre la tavelure doivent être faits en tenant compte de cette contrainte.

Le mélange de Blossom Protect est néanmoins possible avec les fongicides suivants : le soufre (ex. : KUMULUS), les AP (ex. : SCALA, VANGARD) et certains SDHI (ex : LUNA TRANQUILITY et FONTELIS, mais pas APROVIA). Les fongicides « incompatibles » peuvent être néanmoins être utilisés un jour avant ou deux jours après un traitement avec BLOSSOM PROTECT sans nuire à l'efficacité. En gros, le tampon inclus avec le Blossom Protect peut « neutraliser » un fongicide appliqué la veille, mais une fois la levure en place, il faut laisser au moins 24-36h pour permettre à la levure de s'installer avant d'appliquer un autre fongicide incompatible.

La streptomycine, Apogee, le chlorure de calcium, l'urée et la plupart des adjuvants peuvent être mélangés sans problème au Blossom Protect.

La dose suggérée par l'étiquette du Blossom Protect est une recette qui peut être modifiée selon la taille des arbres. Cette approche est tirée d'un modèle européen de dosimétrie (dose par hauteur de canopée) qui est différent du système américain. Pour des arbres de dimension « usuelle » (ex : 60% à 75% de TRV), la dose de la recette suggérée par l'étiquette est appropriée. La dose pour un TRV de 100% est de 15.75 kg/ha (composant A) et de 2.25k g/ha (composant B).

Il n'est pas nécessaire d'appliquer 500 ou 1000 L/ha de bouillie. Les applications peuvent être faites « en concentré » dans aussi peu que 180 L/ha comme tous les traitements à bas volume, dans la mesure où la bouillie est agitée en permanence.

Le tampon (10.5 kg/ha du composant A) doit être ajouté à la cuve avant la levure (1.5 kg/ha du composant B). Pour des arbres plus petits ou plus grands, ajustez les quantités en maintenant la proportion. La cuve doit contenir 7x plus de tampon que de levure.

Quand les applications sont limitées à deux par année, cette levure n'engendre habituellement pas de roussissure sur fruits. Par contre, comme le mélange de Blossom Protect est acide (tampon), il ne doit pas être utilisé dans les blocs où du cuivre a été traité dans la semaine précédente par risque d'augmenter la phytotoxicité du cuivre. De plus, comme Blossom Protect limite l'utilisation des fongicides durant la période florale et que la levure n'inhibe pas la roussissure, un traitement fongicide efficace contre la roussissure pourrait être requis dans les blocs sensibles où la levure est appliquée. Contrairement aux données publiées sur l'étiquette, le produit peut être conservé à moins de 8°C (réfrigérateur) et être utilisé jusqu'à 30 mois après fabrication. Le produit peut également être congelé lors de l'achat (congélateur domestique) et il gardera son efficacité pendant plusieurs années, à condition qu'il ne subisse pas de cycle de gel/dégel (S. Kunz, comm. Pers)

Extraits de plantes

On trouve dans la littérature des références à différents extraits de plantes pour lutter contre les maladies du pommier. Certains de ces extraits sont homologués aux USA comme par exemple des extraits d'huiles essentielles (thym, *etc.*) Aucun de ces produits n'est très efficace et leur coût est la plupart du temps prohibitif. Ces extraits ne sont pas homologués au Canada. Le seul produit d'une plante autorisé au Canada est un extrait d'ail.

BURAN(poudre d'ail) : L'ail a des propriétés qui peuvent s'avérer utiles pour réprimer certaines maladies comme le blanc et la tavelure. Par contre, dans les tests comparatifs rendus publics, le fongicide BURAN pouvait réprimer la tavelure seulement quand la pression de la maladie était très faible. L'activité contre le blanc serait favorisée par l'ajout d'un surfactant non ionique (0.1% v/v). Le BURAN n'est pas actuellement considéré utile en PFI.

Regalia® Maxx (*Reynoutria sachalinensis*, 20%) : La renouée de Sakhaline est un éliciteur des mécanismes de défense des plantes (voir cette section). Le Regalia n'a donc pas d'effet direct sur les agents pathogènes. Au Canada, le Regalia est homologué pour la répression partielle du blanc, des pourritures de fruits dues à *Alternaria*, du complexe suie-moucheture, de la pourriture blanche (*Botryosphaeria dothidea*) et de la pourriture amère (*Colletotrichum*). Ce produit n'a pas été testé sous nos conditions et les résultats d'efficacité publiés ailleurs ne permettent pas de conclure que ce produit est utile en PFI.

Éliciteurs des mécanismes de défense

Certains produits agissent un peu comme des vaccins et activent les mécanismes de défense naturels du pommier. Cette activation n'est pas instantanée et il peut s'écouler jusqu'à deux semaines avant qu'un effet soit mesurable. De plus, leur efficacité dépend de bonnes conditions

d'absorption. Utilisés seuls, ces produits sont parfois assez efficaces pour réprimer le feu bactérien ou la tavelure quand la pression de la maladie est assez faible. Lorsqu'utilisés en mélange, ou dans le cadre d'un programme de traitements, ils peuvent être des outils utiles même quand la pression des maladies est élevée. Les produits dans cette catégorie comprennent actuellement des dérivés de la chimie des phosphonates (ex. : ALIETTE) qui ne sont pas nécessairement homologués pour réprimer les maladies, mais qui sont vendus comme engrais foliaire. Ils comprennent aussi le prohexadione-Ca (APOGEE), utilisé comme régulateur de croissance et pour lutter contre le feu bactérien et réprimer en partie la tavelure en été. D'autres éliciteurs sont en voie d'homologation sur la pomme aux USA (ex. : ACTIGARD (BION)). Ce dernier présente souvent une bonne efficacité contre le feu bactérien, mais les résultats contre la tavelure sont variables (essais PEPS).

Phosphonates

Les phosphonates sont des produits dérivés de l'acide phosphoreux ($\text{HPO}(\text{OH})_2$). Ils sont aussi connus sous le nom de phosphites ou alors d'acide phosphonique. Ils sont vendus sous forme de sels de potassium ou de calcium. Bien qu'ils contiennent du phosphore, ils ne doivent pas être confondus avec les engrais à base de phosphates. Les ions phosphites sont absorbés dans les plantes, mais ne sont pas impliqués directement dans la nutrition. Ils sont néanmoins éventuellement convertis en phosphates par certaines bactéries du sol. Cette forme particulière de phosphore a un effet direct sur certains agents pathogènes, mais également un effet éliciteur sur les mécanismes de défense des plantes. À cause de ces effets variés, ils ont un spectre d'efficacité vaste mais inégal. Leur action dans la pomme comprend une efficacité directe bien documentée sur la pourriture du collet, mais ils ont aussi une efficacité comme éliciteurs contre la tavelure, le feu bactérien et la pourriture du cœur. En été, les phosphonates sont efficaces contre le complexe suie-moucheture et peuvent contribuer à diminuer la progression du feu bactérien, mais ne sont pas efficaces contre les pourritures estivales. Ces produits présentent un faible risque de résistance. Une fois absorbés par les racines ou les feuilles, ils sont véhiculés partout dans la plante. Ce sont les seuls produits avec à la fois une activité systémique acropétale (qui monte dans la plante) et basipétale (qui descend vers les racines). L'utilisation des phosphonates avec des surfactants, des engrais foliaires ou des adjuvants qui augmentent l'absorption peut conduire à des réactions phytotoxiques. De même, les phosphonates utilisés de concert avec certains ions métalliques comme les fongicides à base de cuivre peuvent provoquer une trop grande absorption de ces métaux et conduire à une phytotoxicité. En été, les traitements avec des phosphonates peuvent provoquer une chlorose (jaunissement) foliaire. Les phosphonates sont très persistants et des résidus peuvent être détectés plusieurs années après la dernière application⁴. Pour cette raison, leur utilisation en PFI ou en production biologique est sujette à controverse. Les phosphonates sont actuellement interdits en production biologique⁵.

ALIETTE WDG(fosétyl-aluminium) : Fongicide de la compagnie Bayer. Ce produit est le premier homologué de la famille des phosphonates. C'est le seul produit de cette catégorie qui soit actuellement homologué au Canada comme fongicide sur le pommier. Il est homologué contre la pourriture du collet et la tache vésiculeuse de la pomme, mais cette maladie qui est surtout restreinte à quelques cultivars dont Mutsu, Jonagold et Golden, est absente au Québec et n'est pas décrite dans ce guide.

Différents produits comme WINFIELD PHOSPHITE, RAMPART, PHOSTROL, PROPHYT et AGRI-FOS qui sont homologués sur d'autres cultures au Canada et dans certains cas sur le pommier aux États-Unis contiennent différents phosphonates.

Régulateurs de croissance

Le prohexadione de calcium est un régulateur de croissance qui inhibe la synthèse des gibbérellines.

Il était à l'origine surtout utilisé pour son efficacité à ralentir la croissance végétative, ce qui réduit les besoins de taille et favorise la coloration et la qualité des fruits. Par ailleurs, cette molécule a aussi un effet éliciteur qui a pour effet de réduire la sévérité du feu bactérien sur pousse, l'incidence de la tavelure du pommier et également la roussissure sur fruits. Les produits à base de prohexadione-Ca doivent être appliqués à la floraison, soit avant la poussée de croissance végétative et doit être bien absorbé pour agir. Les traitements peuvent cependant commencer plus tôt, au bouton rose⁶ pour réprimer à la fois le point amer et le feu bactérien. Un programme de prohexadione-calcium débutant à la chute des pétales peut au contraire augmenter les risques de point amer.

Comme pour la plupart des produits phytosanitaires, le volume d'application n'est pas déterminant. Le prohexadione-ca est efficace même lorsque le volume de bouillie appliqué à l'hectare est faible (traitements en concentré)⁶.

Le pH optimal de l'eau de pulvérisation doit être entre 4 et 5.5⁷. L'eau alcaline et/ou à forte teneur en calcium nuisent à l'absorption du produit. Le produit sera absorbé par la plante en 2 heures quand l'eau est acidifiée, mais peut prendre jusqu'à 8 heures quand l'eau est alcaline⁷.

En présence de calcium dans l'eau, l'ajout de sulfate d'ammonium (ratio 1 :1, ex : 1 kg sulfate d'ammonium pour 1 kg de chlorure de calcium) restaure l'activité⁸. Les étiquettes précisent que l'ajout d'Agral 90 (0.5ml/L) peut améliorer l'efficacité lorsque les conditions ne sont pas propices à l'absorption. Les applications de calcium (ex : chlorure de calcium) devraient être décalées quelques jours après l'application du prohexadione-Ca.

Ce régulateur rend l'éclaircissage plus difficile et il faut en tenir compte pour le contrôle de charge. Finalement, l'étiquette recommande de ne pas appliquer APOGEE sur le cultivar Empire, parce qu'il pourrait provoquer la formation de liège ou le fendillement des fruits. Il y est également mentionné que le produit peut réduire le rendement et la qualité du cultivar Cortland. Les essais réalisés au Québec et en Ontario n'ont pas permis d'observer de problèmes, mais les traitements effectués sur ces cultivars devraient être faits avec précaution sur des surfaces limitées.

Deux formulations commerciales sont disponibles. À peu près rien ne distingue les formulations. Cependant, des différences mineures d'efficacité sont possibles.

APOGEE : (BASF). Prohexadione de calcium (27.5%).

KUDOS (Bartlett) Prohexadione de calcium (27.5%)

1. Shaffer, W. H. & Goodman, R. N. Compatibility of streptomycin with some fungicides and insecticides. *Plant Dis. Report.***48**,180-181 (1964).
2. Philion, V. *Trials to optimize the use of biological products and other solutions for season long fire blight suppression in Canadian orchards, 2009.* (2010).
3. *Compatibility of Boni Protect®, Boni Protect® forte, Blossom Protect™ or Botector® with plant protection agents, plant strengtheners, fertilizers or additives.* (Bio-Ferm, 2017).
4. Malusà, E. & Tosi, L. Phosphorous acid residues in apples after foliar fertilization: results of field trials. *Food Addit. Contam.***22**,541-548 (2005).
5. *Organic production systems Permitted substances lists. Canadian General Standards Board***CAN/CGSB-32.311-2015**,

6. Cox, Kerik D & Donahue, D. New registered uses for Apogee. *Scaffolds fruits journal***27**,(2018).
7. Rademacher, W. & Kober, R. Efficient Use of Prohexadione-Ca in Pome Fruits. *Eur. J. Hortic. Sci.***68**,101-107 (2003).
8. Byers, R. E., Carbaugh, D. H. & Combs, L. D. Prohexadione-calcium suppression of apple tree shoot growth as affected by spray additives. *HortScience***39**,115-119 (2004).

Cette fiche est tirée du *Guide de référence en production fruitière intégrée à l'intention des producteurs de pommes du Québec* 2015. © Institut de recherche et de développement en agroenvironnement. Reproduction interdite sans autorisation écrite.

Principaux partenaires de réalisation et commanditaires:

