

La brûlure bactérienne des rosacées

Présentation

Nom latin : *Erwinia amylovora*

Noms français : Feu bactérien ; brûlure bactérienne des rosacées

Noms anglais : Fire blight

Famille : Enterobacteriaceae

Les premiers signalements de feu bactérien remontent aux années 1 700 au nord-est de l'Amérique du Nord ; aujourd'hui il est possible de retrouver des foyers d'infection un peu partout sur la planète. Cette maladie est causée par la bactérie *Erwinia amylovora*. La maladie n'est pas négligeable, car son caractère épidémique engendre des pertes économiques considérables dans les vergers, et aussi dans les pépinières ornementales.

Quels sont les hôtes de la brûlure bactérienne des rosacées ?

Le feu bactérien s'attaque principalement aux espèces de la famille des rosacées, plus particulièrement aux pommiers, pommetiers et poiriers. L'infection sur *Sorbus americana* et *Sorbus aucuparia* est aussi souvent observée dans les productions de pépinière ornementale.

Ainsi, une fois infectés, ces hôtes présentent tous des symptômes typiques de la maladie.

Voici un tableau qui résume les principaux genres de *Malus* et *Pyrus* et leurs cultivars les plus sensibles au feu bactérien. Cette classification n'est pas exhaustive et est influencée par les conditions de croissance.



Symptôme de brûlure sur un jeune pommier en production

Tableau 1 : Résumé des variétés sensibles au feu bactérien

GENRE	CULTIVARS SENSIBLES			
Pommier	'Adams' 'Adirondack' 'Aldenhamensis' 'Baccata Rosthern' 'Camelot' 'David' 'Dolgo' 'Donald Wyman'	'Golden Raindrops' 'Hilleri' 'Indian Magic' 'Jewelberry' 'Lancelot' 'Liset' 'Makamik' 'Madonna'	'Manchurian' 'Pioneer Scarlet' 'Purple Prince' 'Red Jade' 'Red Splendor' 'Robinson' 'Royal Raindrops' 'Selkirk'	'Sinai Fire' 'Snowdrift' 'Spring Snow' 'Sugartyme' 'Tina' 'Winter Gold'
Pometier	'Adams' 'Adirondack' 'Aldenhamensis' 'Baccata Rosthern' 'Camelot' 'David' 'Dolgo' 'Donald Wyman'	'Golden Raindrops' 'Hilleri' 'Indian Magic' 'Jewelberry' 'Lancelot' 'Liset' 'Makamik' 'Madonna'	'Manchurian' 'Pioneer Scarlet' 'Purple Prince' 'Red Jade' 'Red Splendor' 'Robinson' 'Royal Raindrops' 'Selkirk'	'Sinai Fire' 'Snowdrift' 'Spring Snow' 'Sugartyme' 'Tina' 'Winter Gold'
Poirier	'Anjou' 'Aristocrat' 'Autumn Blazer' 'Bartlett' 'Bosc'	'Capital' 'Cascade' 'Clapp's Favorite' 'Comice' 'Fauriel'	'Flemish Beauty' 'Bradford' 'Kiefer' 'Magness' 'Moonglow'	'Orient' 'Spartlett' 'Redspire' 'Seckel' 'Starkrimson'
Poirier asiatique	'20 th Century' 'Chojoro' 'Hosui'	'Kosui' 'Seuri' 'Shinki'	'Shinseiki' 'Shinsui' 'Singo'	
Porte-greffe (pomme)	'G.214' 'G.41' 'G.890'	'M.26' 'M.27' 'M.41'	'M.9' 'Mark' 'MM.106'	'MM.111' 'Ottawa 3'
Porte-greffe (poire)	'Bartlett'	'Cognassier'	'OHF 51'	

Les plantes suivantes sont aussi sensibles à la brûlure bactérienne des rosacées :

- *Aronia melanocarpa*
- *Amelanchier canadensis*
- *Amelanchier alnifolia*
- *Cotoneaster acutifolia*
- *Crataegus spp*
- *Prunus cistena*
- *Spireae spp.*

De plus, il existe des arbres ou plantes dites non-hôtes, c'est-à-dire que des bactéries peuvent se développer sur leurs organes comme les fleurs, les feuilles et les branches et ce, sans entrer à l'intérieur des tissus et persister sur les tissus (croissance épiphyte).

Ainsi, ces non-hôtes sont des puits de dissémination qui augmentent la pression épidémiologique du feu bactérien. Voici quelques exemples de plantes non-hôtes rapportés par la littérature : les pâquerettes, le sureau noir, le rosier multiflore, le fraisier, le pissenlit, le trèfle, le cerisier et l'érable.



Symptômes de brûlure bactérienne sur *Sorbus americana*

Quelle est l'importance des dommages observés ?

Le feu bactérien est une maladie à ne pas sous-estimer; ses dommages peuvent être importants lorsque les conditions sont favorables à sa transmission et qu'aucune action n'est entreprise pour le contrôler. C'est le caractère épidémiologique de la maladie et les moyens de contrôle limités qui posent un problème au secteur.

En pépinière ornementale, la stratégie principale utilisée lors d'infection est de détruire les hôtes infectés, ce qui cause des pertes économiques importantes. Les risques d'infection sont fortement augmentés en pépinière, puisqu'il y a une augmentation des températures au niveau de la planche de culture. Les densités élevées de végétaux et l'irrigation par système d'aspersion y favorisent grandement l'éclosion de l'infection. De plus, la longue période de floraison s'étalant du 10 mai au 15 juin causée par le chevauchement de la floraison des différents cultivars de *Malus* par la plantation décalée dans le temps augmente considérablement les risques d'infection.

Sa récurrence très inégale au fil des ans et des moyens de lutte limités complexifient l'évaluation des actes posés pour contrôler la maladie, sans parler des considérations financières.



Pommiers en production

Quels sont les symptômes et éléments de diagnostic ?

L'infection par le feu bactérien cause des symptômes différents selon l'organe infecté. C'est pourquoi il est important de savoir reconnaître ces symptômes pour pouvoir détecter rapidement la maladie.

Voici les principaux symptômes :

Fleurs

- Aspect imbibé d'eau d'allure vitreuse ;
- Flétrissement ;
- Coloration brunâtre ou noirâtre ;
- Mort.

Pétioles

- Présence de gouttelette d'exsudat de couleur blanchâtre à brunâtre ;
- Développement d'un renflement ;
- Noircissement.

Feuilles

- Présence de taches noires le long de la nervure centrale ;
- Courbure des feuilles vers le bas ;
- Aspect desséché ;
- Coloration brunâtre ou noirâtre ;
- Feuilles restent attachées à la branche en hiver ;
- Présence de gouttelette d'exsudat de couleur blanchâtre à rougeâtre.

Nouvelles pousses

- Flétrissement ;
- Courbure du bout de la pousse formant une crosse ou un crochet ;
- Durcissement de la pousse ;
- Coloration brunâtre ou noirâtre des tiges affectées.

Tronc et branches

- Formation d'un chancre ;
- Coloration distincte du chancre de couleur noirâtre ;
- Présence d'un suintement d'exsudat de couleur blanchâtre à brunâtre.

Fruits

- Présence des symptômes lorsqu'ils sont encore petits et immatures ;
- Aspect mouillé en début d'infection ;
- Dessèchement et contraction ;
- Couleur brunâtre à noirâtre ;
- Les fruits restent suspendus aux branches malgré leur condition.



Symptômes de brûlure bactérienne sur une nouvelle pousse de Pommier

Quel est le cycle de vie de la brûlure bactérienne des rosacées ?

1. Hivernation

- Après la saison de croissance d'un hôte contaminé, il y a formation d'un chancre sur ses branches ou son tronc. Ainsi, les bactéries contenues dans le chancre peuvent hiverner à la marge de cette structure avec l'arrivée du temps froid.
- Le chancre n'est pas la seule structure qui permet la survie des bactéries : celles-ci peuvent aussi survivre sur les tissus vivants de l'écorce en marge du chancre, dans les bourgeons, dans les fruits momifiés et sous forme latente dans les tissus des nouvelles pousses de l'année.

2. Réactivation des bactéries

- Avec l'arrivée du printemps, le soleil réchauffe le bois, ce qui réactive le développement des bactéries dans les diverses structures d'hivernation.
- Toutes les structures ne seront pas réactivées au printemps. Le taux de survie des bactéries est plus élevé dans les chancres développés sur le jeune bois.
- Lors de la réactivation, il y a une multiplication des bactéries dans les structures ayant survécu, leur permettant de recoloniser les tissus sains. L'augmentation rapide du nombre de bactéries crée une compression des tissus végétaux jusqu'à leur rupture, ce qui provoque un écoulement de gouttelettes ou un suintement d'exsudat bactérien de couleur blanchâtre à rougeâtre. L'exsudat est propagé par ces sites d'éruption.
- L'exsudat devient apparent lorsque 52 degrés-jours (base 12,7 °C) sont atteints. Ce qui correspond à la floraison en verger. Toutefois, il est à noter que le nombre de degrés-jours peut être devancé en pépinière si les températures proviennent d'une station météo, considérant que les températures sont souvent plus élevées dans la canopée des plants sur les planches de culture.



Chancre de la Brûlure bactérienne avec des exsudats bactériens
Photo tirée du Guide de Production Fruitière Intégrée; Véronique Decelles.

3. Méthode d'infection primaire durant la floraison

3A - Transport des bactéries

- L'exsudat des chancres est composé de polysaccharides et de contaminants bactériens. Il agit comme attractif pour les insectes pollinisateurs tels que les abeilles et bourdons, les mouches et les fourmis et sans oublier les autres animaux, comme les oiseaux qui en entrant en contact ou en s'en nourrissant se contaminent. Ainsi, il y aura une dissémination des bactéries par les différents vecteurs.
- Il peut y avoir une contamination des fleurs provoquée par l'éclaboussement des gouttes de pluie ou par la propagation par le vent de particules d'exsudats desséchées.
- Le risque de contamination est fonction de la dose transportée ou éclaboussée, du développement de la population bactérienne et des conditions environnementales. Les fleurs peuvent être contaminées sans qu'il en résulte une infection de l'hôte.
- Le temps de survie des bactéries sur les vecteurs ou à l'intérieur des vecteurs de propagation est important, puisqu'il peut varier de 2 à 28 jours pour les insectes. Aussi, on peut retrouver entre 10^4 à 10^6 unités formant des colonies (UFC) sur une mouche.
- La floraison est le point d'entrée principal lors de la contamination, puisqu'il y a une augmentation de l'exposition aux vecteurs, ce qui augmente considérablement le risque d'infection.

3B - Développement dans la fleur

- À la suite du transport des bactéries par les différents vecteurs de propagation sur le stigmate de la fleur, les bactéries se multiplient grâce aux sucres retrouvés sur le stigmate servant à la germination du pollen. Le microbiote de la fleur est fortement colonisé par *Erwinia amylovora* et le risque d'infection est augmenté si les conditions suivantes s'appliquent :
 1. Les fleurs sont ouvertes et non pollinisées ;
 2. Les températures sont supérieures à 18 °C ;
 3. Des conditions humides sont présentes pour favoriser la création d'un film d'eau dans la voie qui mène au nectaire (pluie et/ou humidité relative élevée).



Fleurs de pommier

La fleur sera plus facilement infectée si les facteurs suivants sont combinés :

- Dans les premiers jours suivant leur ouverture, la fleur est plus susceptible à une contamination puisque son microbiote naturel est faible, ce qui facilite la colonisation par *Erwinia amylovora*. Il a été déterminé que la fleur serait plus susceptible à 45 degrés-jours (base 4 °C) après son ouverture.
- À la suite de la colonisation du stigmate de la fleur, les bactéries migrent le long du style vers les glandes nectarifères situées dans le fond des nectaires grâce au film d'eau, et ce, sans utiliser les mêmes voies que le pollen.
- Une période de mouillure de 52 minutes seulement serait nécessaire pour contaminer 77 % des fleurs. Ainsi, une mouillure de seulement 1 ou 2 heures résulterait en une forte infection de *Erwinia amylovora* lorsqu'il y a une contamination dans la fleur (10⁶ CFU et plus) et des conditions favorables.
- La température influence la vitesse de migration des bactéries vers les nectaires, puisqu'à plus de 20 °C, les bactéries ont la capacité de se déplacer dans un film d'eau grâce à leur flagelle, ce qui accélère considérablement la vitesse d'infection. Aussi, en l'absence d'un film d'eau dans la fleur, les bactéries ont la capacité de se déplacer en suivant le gradient de sucre.
- Une fois dans les nectaires de la fleur, les bactéries se développent et causent le désordre dans les cellules grâce à la sécrétion de protéines. Ainsi, elles peuvent pénétrer dans l'espace intercellulaire et se diriger vers le pédicelle, les pousses, les branches et le tronc, là où elles vont se multiplier et causer la mort des feuilles et de la tige.
- Les pousses nouvellement formées présentent des symptômes d'infection de 5 à 30 jours suivant l'entrée de la bactérie par la fleur.

4. Propagation systémique durant l'infection primaire

- Suivant l'entrée des bactéries dans les tissus intercellulaires, il y a une multiplication des bactéries et un déplacement dans l'arbre complet par les vaisseaux vasculaires allant des tissus les plus jeunes aux tissus les plus vieux.
- La propagation de l'infection bactérienne dans l'hôte est proportionnelle à la croissance active de la plante. Ainsi, les pousses ayant une croissance plus verticale (à forte croissance) auront tendance à être plus infectées que les pousses horizontales (à plus faible croissance).
- Lors de la propagation systémique, il y a création d'un réseau de migration et une multiplication des bactéries allant majoritairement du haut vers le bas par le xylème.
- Lors de l'infection et des mouvements des bactéries, des cavités sont créées à la suite de l'effondrement des parois des cellules du parenchyme, ce qui favorise le développement de chancre.

5. Infection secondaire durant l'été

- Durant l'infection primaire, les différents organes contaminés présentent des gouttelettes d'exsudat qui sont propagées par les mêmes vecteurs que l'infection primaire, ce qui cause de nouvelles infections durant la saison de croissance.
- L'entrée des bactéries dans l'hôte se fait principalement au niveau de la feuille par les stomates, les pores hydathodes utilisés pour la guttation, les jeunes tissus et un traumatisme physique permettant l'entrée de la bactérie.
- Les différentes blessures peuvent être causées par le taillage, le transport, les animaux et les événements météorologiques violents, tandis que des micro blessures peuvent être causées par la friction de tissu à tissu et les insectes piqueurs.
- Les bactéries se multiplient rapidement pour atteindre les tissus vasculaires et se propagent dans l'hôte.



Plantation de pommiers en contenants

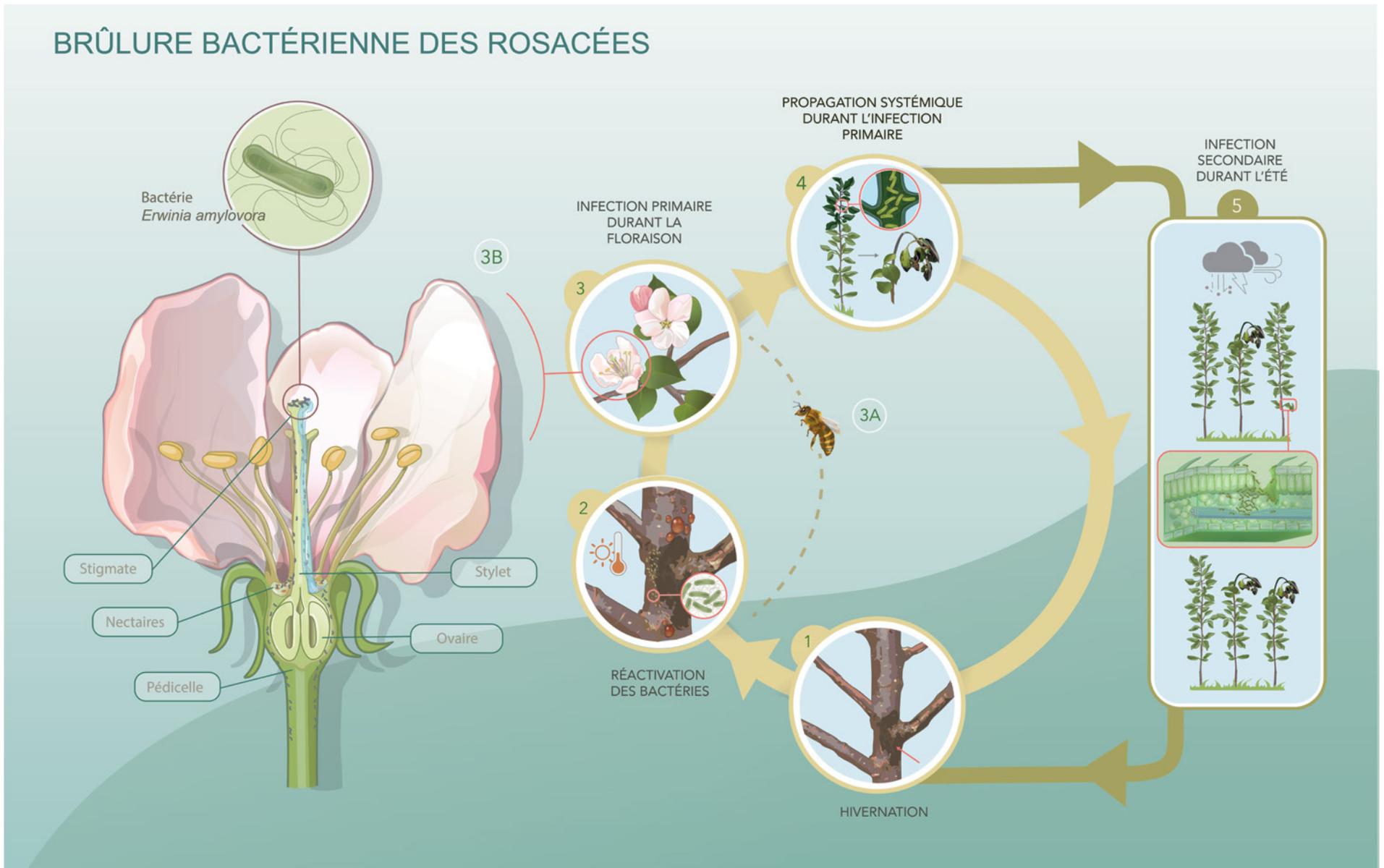
6. Production d'organes d'hivernation

- L'infection de feu bactérien est amplifiée par la croissance. Ainsi, à la fin de la saison de croissance, les risques de brûlure bactérienne sont réduits. Il y a donc formation d'un chancre de dormance, c'est-à-dire d'un organe qui permet la survie des bactéries durant l'hiver.
- Les bactéries hivernent dans les fruits momifiés qui restent accrochés aux branches et dans les bourgeons des nouvelles pousses, bien que les populations bactériennes soient très faibles.
- Les bactéries ayant contaminé les pousses de l'année ne présentant pas de symptômes restent latentes au courant de l'hivernation et les symptômes s'exprimeront au printemps suivant.



Chancre de la brûlure bactérienne

BRÛLURE BACTÉRIENNE DES ROSACÉES



Description de l'organisme

Voici un bref résumé des principales caractéristiques morphologiques de la bactérie qui cause le feu bactérien.

- *Erwinia amylovora* est une bactérie étudiée depuis très longtemps qui fait partie de la famille des Enterobacteriaceae.
- C'est une bactérie gram-négatif qui a une forme de tige cylindrique d'environ 0,3 µm x 1-2 µm et elle est capable de croître à des températures de 3-37 °C, avec un optimal de croissance à 25-27 °C.
- La bactérie possède des flagelles recouvrant toute sa surface, ce qui lui permet de se déplacer dans les solutions aqueuses lorsque les conditions de pH et de température sont optimales.

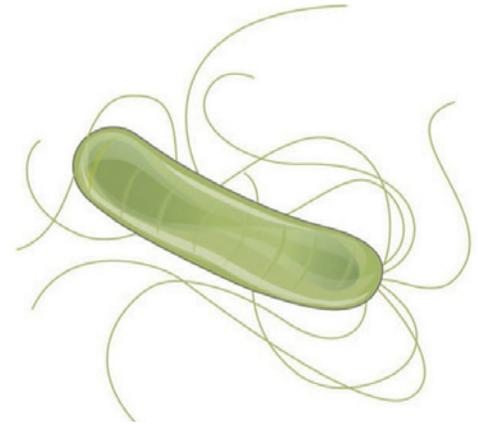


Illustration d'*Erwinia amylovora*

Conditions favorables au développement de la maladie en général

Sensibilité du matériel végétal : L'utilisation de cultivar sensible et de porte-greffe sensible diminuent considérablement la résilience de l'hôte à l'infection.

Âge et croissance du matériel végétal :

1. L'âge des plantes est un critère qui influence la capacité de la maladie à se propager, puisque les parois des cellules deviennent plus épaisses et/ou rigides avec le temps. La résistance aux protéines sécrétées par les bactéries augmente donc. La propagation dans l'hôte est ainsi diminuée comparativement à un jeune hôte.
2. La vigueur de la croissance influence la vitesse de propagation des bactéries à l'intérieur de l'hôte infecté. C'est-à-dire que plus la croissance est vigoureuse, plus la propagation de l'infection est rapide, et vice-versa.
3. La fertilisation influence la croissance et est un facteur à considérer, puisqu'une vigueur excessive causée par une surfertilisation en azote favorisera le développement de bactéries à l'intérieur de la plante contaminée.



Symptôme de la brûlure bactérienne sur pommier mature

Durée de la floraison : La durée de la floraison et la quantité de fleurs augmentent le risque d'une contamination des fleurs par l'inoculum bactérien. En pépinière ornementale, la période de floraison est très grande puisque qu'il y a plantation des différents cultivars et cette opération peut se faire sur une assez longue période. La durée de floraison en pépinière ornementale peut s'étaler sur un mois et demi.

Température : Des températures supérieures à 18 °C favorisent le développement des bactéries de *Erwinia amylovora* dans les structures de dormance et la vitesse de propagation dans la plante.

Humidité élevée : La rosée et les périodes de pluie lors de la floraison favorisent le déplacement des bactéries dans la fleur vers les nectaires et augmente le risque d'infection.

Pression de l'inoculum : La quantité d'inoculum présent sur les zones de production et dans les environs influencent les risques de contamination des fleurs lors de la floraison. Par exemple, les zones à forte présence de pomiculture ont une pression d'inoculum plus élevée.

Densité de culture : La densité influence l'humidité, la température dans la culture et l'incidence de blessures. Ainsi, une densité élevée favorise les conditions de propagation et d'infection.

Éléments de dissémination de la maladie

- **La pluie et l'irrigation** par aspersion au-dessus de la canopée des arbres en production favorisent un taux d'humidité élevé dans le feuillage et les fleurs.
- **La présence de ruches de pollinisateurs** près des sites de production favorise le déplacement de l'inoculum bactérien par les insectes, ce qui influence la propagation, surtout lors de l'infection primaire.
- **Un mauvais contrôle des hôtes infectés** augmente la pression d'inoculum dans la culture et favorise la dissémination des bactéries.
- **Les plaies de taille** des bourgeons, branches et racines sont des portes d'entrée pour les bactéries qui peuvent être disséminées par les outils de taille. Il est donc important de désinfecter les outils et de réduire les interventions de taille.
- **La manipulation et le déplacement** des végétaux causent un risque de blessures.
- **La météo violente**, comme le vent et la grêle, peut causer des blessures aux tissus des hôtes.
- **Des micro blessures** peuvent être causées par l'abrasion des tissus végétaux ou par des insectes piqueurs.
- **L'achat et la propagation de matériel infecté** augmentent aussi les risques de dissémination.

Autres éléments de biologie

- Une température supérieure à 45 °C pendant un minimum de 70 minutes permet de détruire les bactéries. Ainsi, le compostage fait à partir des résidus contaminés pourrait être sécuritaire si ces températures sont atteintes.
- *Erwinia amylovora* est une bactérie épiphyte, c'est-à-dire qu'elle a la capacité de survivre sur les organes externes des arbres, comme la feuille et le bourgeon terminal. C'est aussi une bactérie endophyte, puisqu'elle a la capacité d'entrer dans l'espace intercellulaire grâce à la sécrétion de protéines.
- Les bactéries produisent un exsudat de polysaccharides favorisant leur dissémination par différents vecteurs.
- Il existe plusieurs modèles prévisionnels permettant d'évaluer les risques d'infection par *Erwinia amylovora* selon les conditions environnementales et l'état des cultures. Ces prédictions permettent d'anticiper les risques de maladie et de synchroniser les traitements phytosanitaires de prévention selon les seuils d'intervention. Toutefois, ces modèles sont surtout développés pour la pomiculture.

Modèle prévisionnels

1. RIMpro-Erwinia

Ce modèle adapté par l'IRDA est offert gratuitement aux producteurs du Québec. Il permet de modéliser l'augmentation de la population bactérienne épiphyte, donc du risque de contamination des fleurs ouvertes. Ainsi, selon un seuil limite d'incidence minimum déterminé, le modèle quantifie le risque d'infection et permet de suivre dans le temps l'apparition des premiers symptômes, lorsque ce seuil minimum est dépassé. Il permet de planifier les applications de prévention. Toutefois, ce modèle est restreint car il est fortement adapté à la pomiculture.

2. Autres modèles

D'autres modèles prévisionnels ont été développés aux États-Unis, permettant d'évaluer les risques d'infection des fleurs, comme Maryblyt et Cougar Blight.

Réglementation

La brûlure bactérienne fait partie de la liste des maladies ciblées régie par la *Loi sur la protection sanitaire des cultures (L.R.Q., c. P -42.1) de 2008*. En vertu de cette loi, toute personne doit prendre les mesures phytosanitaires nécessaires pour éviter que les végétaux, substrats et autres biens dont elle est propriétaire ou dont elle a la garde ne propagent un organisme nuisible réglementé à une culture commerciale.



Plantation de pommiers en champ

Stratégie d'intervention

Il n'existe pas vraiment de traitements curatifs pour une infection présente dans les tissus de l'hôte infecté. Ainsi, les différentes stratégies sont plutôt régies par l'atténuation des risques de contamination en réduisant la pression de l'inoculum bactérien et/ou en inhibant la multiplication des bactéries.

L'efficacité des moyens de lutte est influencée par la quantité d'inoculum présent, le temps d'application, les conditions météorologiques, le type de l'espèce/cultivar, la méthode d'application et le stade physiologique de l'hôte. Les différents moments pour effectuer un traitement sont lors de la dormance, durant la floraison ou en postfloraison.

Lutte alternative / préventive

Voici quelques moyens alternatifs à la pulvérisation qui peuvent atténuer les risques de contamination :

- En pomiculture, avant le début du printemps, il est possible de tailler les chancres ou branches présentant des symptômes de la maladie à 30 cm sous ces symptômes. En pépinière ornementale, cette pratique n'est applicable que si les symptômes sont apparents dans un verger mère ou dans une plantation d'arbres de gros calibre.
- Au printemps avant la floraison, il est important de faire une tournée des cultures pour repérer les hôtes présentant des chancres et de détruire tous les arbres atteints pour diminuer le risque de propagation de la maladie. C'est principalement le cas pour la production en contenants ou de balveaux.

La bactérie se propage rapidement lors des premières années de croissance et une taille modifierait drastiquement la physiologie et le port de l'hôte, et rendrait le produit invendable. Il est donc très important de détruire tous les arbres atteints.



Symptômes de la brûlure bactérienne dans une plantation de jeunes pommiers

- Dès le début de l'apparition des dommages, il est important de faire une inspection de 1 à 2 fois par semaine pour identifier et éliminer le matériel présentant des symptômes de la maladie et le détruire, afin d'éviter les contaminations d'été. Les premiers symptômes d'infestation du début du printemps apparaissent à la fin du mois de juin et les tournées devraient se faire jusqu'au mois d'août. Il faut éviter le plus possible toute taille des intrants végétaux de pommiers.
- Élaborer un protocole de désinfection des outils de taille pour prévenir la dissémination des bactéries.
- Utiliser des cultivars ou porte-greffes plus résistant au feu bactérien.
- On peut atténuer les risques d'infection en réduisant la durée de la floraison et le nombre de fleurs. En pomiculture, certains produits permettent de réduire le nombre de fleurs.
- Éviter d'utiliser du matériel que l'on soupçonne d'être contaminé lors de la propagation par greffage et/ou détruire le matériel contaminé.
- Faire une gestion raisonnée de l'espace cultural afin de réduire les risques. Par exemple, il peut être judicieux de ne pas mélanger les hôtes de 2 ans et plus au nouvel arrivage.
- Pour les entreprises qui font des greffes, éviter le plus possible d'avoir des plants mères de pommier. S'assurer d'acheter des bourgeons exempts de la maladie.

L'IQDHO a réalisé un projet de recherche qui a permis d'évaluer l'efficacité de mettre les végétaux sous une structure de serre recouverte d'un filet anti-insecte pour empêcher les insectes de propager la maladie durant la floraison. Cette méthode a permis de réduire les cas d'infection au feu bactérien en pépinière ornementale à raison de près de 100 %.



Structure de serre recouverte d'un filet anti-insecte

Lutte biologique

Plusieurs biopesticides offerts sur le marché peuvent être utilisés par les pépiniéristes pour atténuer les risques de propagation et d'infection des bactéries épiphytes du feu bactérien. Les principaux moyens de lutte biologique sont d'utiliser des agents antagonistes, telles que des bactéries et des levures pour compétitionner faire compétition à la colonisation des fleurs par *Erwinia amylovora*.

Il est donc important d'avoir une stratégie de lutte, puisqu'il y a la possibilité d'interactions négatives ou une diminution de l'efficacité des traitements selon les applications précédentes ou futures à effectuer. Par exemple, lorsqu'on utilise des produits à base de cuivre en alternance avec des agents antagonistes.

De plus, il est essentiel de se référer aux indications de l'étiquette du produit ou à un conseiller pour s'assurer de l'homologation du produit pour la culture à traiter et des instructions à suivre pour l'application du traitement.

Voici une liste des produits et organismes utilisés en pomiculture et en pépinière ornementale :

Tableau 2 : Principaux biopesticides offerts

Extrait d'ail
<i>Aureobasidium pullulans</i>
<i>Bacillus amyloliquefacien</i>
<i>Bacillus subtilis</i>
<i>Bacillus mycoïdes</i>
<i>Pantpera agglomerans</i>
<i>Pseudomonas fluorescens</i>

Lutte chimique

Pour ce qui est de la lutte chimique, quelques ingrédients actifs sont offerts sur le marché :

1. Différentes formes de cuivre qui agissent comme bactéricide sur les populations bactériennes et préviennent la contamination des bactéries sur les différents organes des plantes lors de conditions favorables à la transmission ;
2. Des antibiotiques qui stoppent la multiplication et détruisent les bactéries. Toutefois, il a été confirmé que certaines souches de bactéries sont résistantes à la streptomycine. Il est donc primordial d'avoir une bonne gestion de ceux-ci.

Il est préférable de se référer aux indications de l'étiquette du produit ou à un conseiller pour s'assurer de l'homologation du produit pour la culture à traiter et de suivre les instructions d'application.

Auteurs :

Kévin Mailhot, agr., IQDHO

Marc-André Pelletier, agr., IQDHO

Chargé de projet à l'IQDHO :

Mario Comtois, agr.

Collaboration :

Marie-Claude Lavoie, agr., IQDHO

Révision linguistique :

Florence Bourg, M. A., Québec Vert

Chargé de projet à Québec Vert :

Jean-Luc Poirier, M. Éd.

Liste des références

- Acimović, S.G., Higgins, E., Meredith, C.L., 2019. *Effective post-infection programs of prohexadione-calcium for reducing shoot blight and preventing fire blight canker initiation on apple wood with cost-benefit analysis*. *New York Fruit Quarterly* 27, 25-31.
- Brown-Rytlewski, D., 2015. *Fire blight. MSU extension*. https://www.canr.msu.edu/resources/fire_blight (consulté le 20 décembre 2022).
- Chouinard, G., 2022. Guide de référence en production fruitière intégrée. Guide de référence en production fruitière intégrée 2021 – Production fruitière intégrée (irda.qc.ca) (consulté le 20 décembre 2022).
- Farkas, A.g., Mihalik, E.b., Dorgai, L.s., Bubán, T.s., 2012. *Floral traits affecting fire blight infection and management*. *Trees : Structure and Function* 26, 47-66.
- Gouvernement, B.C., 2018. *Fire Blight of Apple and Pear*. *British Columbia Government*. <https://www2.gov.bc.ca/gov/content?id=43C1F695A77D45B89284EC7C745A2B45> (consulté le 20 décembre 2022).
- Ivey, M.L., 2016. Fire Blight of Apples and Pears. Ohio State University Extension. Fire Blight of Apples and Pears | Ohionline (osu.edu) (consulté le 20 décembre 2022).
- McGrath, M.J., Koczan, J.M., Kennelly, M.M., Sundin, G.W., 2009. *Evidence that prohexadione-calcium induces structural resistance to fire blight infection*. *Phytopathology* 99, 591-596.
- OMAFRA, 2022. *Fire Blight. Integrated Pest Management for Apples-Publication 310*, Fireblight in pears and apples | ontario.ca (consulté le 20 décembre 2022).
- OMAFRA, 2022. Utilisation de pommetiers pour la pollinisation des pommiers. Utilisation de pommetiers pour la pollinisation des pommiers | ontario.ca (consulté le 20 décembre 2022).
- Ordax, M., Piquer-Salcedo, J.E., Santander, R.D., Sabater-Muñoz, B., Biosca, E.G., López, M.M., Marco-Noales, E., Smagghe, G.A.E., 2015. *Medfly Ceratitis capitata as Potential Vector for Fire Blight Pathogen Erwinia amylovora : Survival and Transmission*. PLOS ONE.
- Phillion, V., Trapman, M., 2011. *Description and Preliminary Validation of RIMpro-Erwinia, a New Model for Fire Blight Forecast*. *ACTA HORTICULTURAE*, 307-318.
- Postman, J., Stockwell, V., 2009. *Relative Susceptibility of Quince, Pear, and Apple Cultivars to Fire Blight Following Greenhouse Inoculation*.
- Santander, R.D., Khodadadi, F., Meredith, C.L., Radenović, Ž., Clements, J., Acimović, S.G., 2022. *Fire Blight resistance, irrigation and conducive wet weather improve Erwinia amylovora winter survival in cankers*. *Frontiers in Microbiology* 13.
- Slack, S.M., Zeng, Q., Outwater, C.A., Sundin, G.W., 2017. *Microbiological examination of Erwinia amylovora exopolysaccharide ooze*. *Phytopathology* 107, 403-411.
- Smith, T., 2013. *Fire Blight : barriers to control in the past and present/future control strategies*. *XIII International Workshop on Fire Blight* 1056, pp. 29-38.
- Solymár, B., MacDonald, T., 2018. *Integrated Management of Fire Blight on Apple and Pear in Canada*. <https://agriculture.canada.ca/en/agricultural-production/agricultural-pest-management/agricultural-pest-management-resources/integrated-management-fire-blight-apple-and-pear-canada> (consulté le 20 décembre 2022).
- Vanneste, J.I.L., 2000. *Fire Blight : the disease and its causative agent, Erwinia amylovora*. CABI Pub., Wallingford, Oxon, UK.
- Warmund, M., 2022. *Fire Blight. University of Missouri extension*. Fire Blight | MU Extension (missouri.edu) (consultée le 20 décembre 2022).
- Weißhaupt, S., Köhl, L., Kunz, S., Hinze, M., Ernst, M., Schmid, A., Voegelé, R.T., 2016. *Alternative inoculum sources for Fire Blight : the potential role of fruit mummies and non-host plants*. *Plant Pathology* 65, 470-483.
- Zwet, T.V.d., Orolaza-Halbrecht, N., Zeller, W., 2012. *Fire Blight : history, biology, and management*. Am Phytopath Society.

Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation dans le cadre du programme Prime-Vert.

