

La tavelure : stratégies générales de lutte

Vincent Phillion

Cet ennemi du pommier est réglementé en vertu de la Loi sur la protection sanitaire des cultures (Fiche 15) et les mesures nécessaires doivent être prises pour éviter la propagation aux cultures avoisinantes.

En 1862, le premier guide de production à l'intention des producteurs du Québec ne faisait aucune mention de la tavelure du pommier. Au début du siècle dernier (années 1900), environ trois traitements fongicides appliqués pendant la période des infections primaires avec des produits moins efficaces que ceux disponibles aujourd'hui suffisaient pour réprimer efficacement la tavelure du pommier. Une stratégie similaire conduirait actuellement à des résultats inacceptables dans la plupart des vergers commerciaux. Différents facteurs expliquent l'augmentation des problèmes de tavelure et leur compréhension est la clef pour intégrer autant que possible des stratégies pour mieux gérer la tavelure à l'avenir. La présente fiche a pour but d'expliquer brièvement l'historique de la situation actuelle et comment modifier les pratiques pour assurer une meilleure gestion de la maladie. Le tableau ci-après résume les stratégies suggérées et l'impact sur les aspects clefs de la [biologie de la tavelure](#). Certaines ont un effet direct; par exemple, les traitements au printemps diminuent l'[apparition des symptômes](#). D'autres mesures ont des effets indirects, mais importants; par exemple, les traitements au printemps réduisent la tavelure sur fruits, même si aucun fruit n'est présent au moment des traitements. Finalement, les traitements en post-infection peuvent être efficaces en début de saison mais leur usage peut aussi avoir un impact négatif.

Stratégie	Réduction observée						
	Apparition des premiers symptômes	Propagation	Tavelure sur fruits	Tavelure d'automne			
Choix des cultivars		Oui		Indirect	Indirect	Indirect	
Réduction de l'inoculum		Oui		Indirect	Indirect	Indirect	
Traitements	Protection	Oui		Oui	Indirect	Indirect	
Germination au printemps	Oui	Oui	Indirect		Indirect		
Post-infection	Oui	Oui	Indirect		Néfaste		
Traitements d'été	Non	Oui	Oui		Oui		
Taille estivale	Non	Oui	Oui		Oui		

Les stratégies de traitements fongicides au printemps et en été sont traitées aux fiches [102](#) et [103](#).

Choix des cultivars

La production intensive popularisée au cours du dernier siècle a mené le plus souvent à des blocs monovariétaux qui facilitent une sélection des races de tavelure les mieux adaptées à ces cultivars. Par exemple, les blocs de vergers de McIntosh au Québec contribuent à produire des souches de tavelure parfaitement adaptées à ce cultivar et conséquemment à des épidémies graves de la maladie, alors que la McIntosh semble presque résistante dans les pays où ce cultivar n'est pas produit en masse. À l'inverse, la Golden Delicious est très sensible à la tavelure européenne, mais

elle est beaucoup moins sensible aux races de tavelure produites au Québec, simplement parce que ce cultivar n'est pas planté à grande échelle ici. Chaque introduction d'un cultivar et son adoption massive mène inévitablement à une spécialisation de la tavelure pour ce cultivar. De plus, il est difficile de prévoir jusqu'à quel point un cultivar est assez robuste pour limiter cette spécialisation. Il est possible que des cultivars comme Spartan et Honeycrisp, qui sont actuellement moins affectés par la tavelure, puissent au cours du temps devenir aussi sensibles que la McIntosh si l'intensification de leur production continue. La fréquence des traitements souvent adaptée aux cultivars les plus sensibles pourrait être réduite selon les cultivars adoptés.

Tel qu'indiqué en introduction générale, le mode de production PFI et la commercialisation axée sur des cultivars connus du public limite les possibilités pour contrer le phénomène de la spécialisation des races. Sans revenir à une production extensive ou choisir des cultivars tolérants qui ne correspondent pas au marché souhaité, la première ligne de défense pour limiter la sévérité des attaques de tavelure consiste à augmenter la diversité variétale dans les vergers. Augmenter la diversité des cultivars empêche la spécialisation des races de tavelure et donc diminue directement l'apparition des symptômes (voir [incubation](#)), et indirectement la propagation et l'apparition de tavelure sur fruits. La diversité des cultivars n'empêche pas la production d'inoculum, mais l'inoculum produit sera graduellement moins dommageable au pommier parce que moins apte à produire des symptômes.

Résistance

Recourir seulement à des cultivars résistants pour contrer la tavelure va actuellement à l'encontre de la stratégie de la diversité. Tous les cultivars résistants disponibles sont issus d'un ancêtre appelé *Malus floribunda* 821 et sont porteurs d'un seul gène de résistance appelé le gène Vf (ex. : Liberty, Belmac), ou alors du gène Vm (ex. : Murray). Or les races de tavelure locales ont déjà commencé à contourner ces gènes. Dès qu'une souche de tavelure compatible apparaît dans un bloc avec un seul gène de résistance, elle peut rapidement occuper toute la place, ce qui revient à une spécialisation des races. Dans les blocs de pommiers Vf où la résistance a été contournée, la tavelure est souvent pire que dans les blocs de cultivars conventionnels, et ce, malgré des traitements. L'utilisation simultanée de plusieurs gènes de résistance dans un même cultivar (pyramidage des gènes) permettrait d'atteindre la diversité requise pour atténuer la tavelure, mais de tels cultivars n'existent pas encore et l'acceptabilité sociale des cultivars multi résistants qui seraient obtenus par génie génétique n'est pas acquise.

Mixité des cultivars

À l'inverse des blocs mono-variétaux, les blocs de pommiers entièrement mélangés ne sont pas adaptés aux opérations culturales, qui varient souvent d'un cultivar à l'autre (ex. : taille, éclaircissage), obligent à des traitements sur l'ensemble de la surface du verger et nuisent aux opérations de récolte. Même si le mélange des cultivars peut contribuer à réduire la sévérité des attaques, la mixité des cultivars ne suffit pas à maintenir la tavelure à des niveaux acceptables, et ce, même dans les blocs de pommiers où tous les pommiers seraient différents. Pour cette raison, cette pratique n'a jamais été popularisée.

Néanmoins, diminuer au minimum le nombre de rangées contiguës avec le même cultivar a pour effet d'atténuer légèrement les problèmes de tavelure sans nuire aux autres aspects de la production. Pour que la stratégie soit efficace, les cultivars alternés doivent être de parents éloignés et/ou de sensibilité différente à la tavelure. De plus, la largeur du bloc doit être de moins de 30 m pour permettre l'arrivée des ascospores des blocs adjacents qui pourront constamment diluer le pool génétique de la tavelure produite dans chaque bloc de cultivar. Par exemple, six rangées de 3,65 m de Spartan (McIntosh × inconnu) en alternance avec six rangées de Gala (Golden Delicious × Kidd's

Orange Red) permettrait d'atténuer la tavelure par rapport à des blocs de Spartan ou de Gala plus grands dans lesquels les spores ne se mélangeraient pas.

Réduction de l'inoculum (assainissement)

L'utilité de réduire la quantité d'ascospores qui atteignent l'arbre pour augmenter l'efficacité des traitements fongicides du printemps a été reconnue dès 1937. À l'époque, les fongicides disponibles étaient moins efficaces et les stratégies de traitement n'étaient souvent acceptables que dans les vergers où la pression de la tavelure était faible ou dans les vergers où les feuilles de la litière étaient traitées à l'automne pour détruire la tavelure en place. La réduction systématique de la pression de la tavelure par la destruction de l'inoculum dans les feuilles de la litière n'a pas connu d'essor à ce moment parce que l'arrivée graduelle de fongicides de plus en plus efficace en a diminué le besoin. Actuellement, la réduction de l'efficacité des fongicides (résistance) et l'homologation de fongicides de moindre efficacité rend incontournable l'intégration de la gestion de la quantité de spores avant le début des traitements du printemps. La réduction de l'inoculum a un impact direct sur l'apparition des symptômes de tavelure en diminuant les probabilités d'infection, mais a également un effet indirect positif sur presque tous les aspects de la gestion de la maladie. Les mesures prises pour réduire l'inoculum en verger peuvent aider à compenser pour les erreurs de traitement, diminuent la sélection des spores résistantes aux fongicides, facilitent l'utilisation de produits de moindre efficacité et réduisent la nécessité des traitements d'été.

Dans les vergers où l'incidence de la tavelure est en apparence faible, les stratégies d'assainissement n'ont pas toujours d'impact mesurable ou rentable dans la gestion de la tavelure. Par contre, comme la tavelure peut progresser discrètement à l'automne (voir [tavelure d'automne](#)) et que les conditions hivernales peuvent amplifier la production d'inoculum même dans les vergers peu tavelés ([production de l'inoculum primaire](#)), les mesures d'assainissement sont recommandées à titre préventif comme une habitude à intégrer.

Différentes approches sont possibles pour réduire le nombre de spores qui atteignent l'arbre. Certaines techniques peuvent être indifféremment utilisées à l'automne ou au printemps, mais certaines ne sont possibles qu'à un moment précis. Comme la chute des feuilles est souvent très étalée et n'est complétée souvent qu'à la fin novembre ou même plus tard, les techniques qui requièrent d'atteindre toutes les feuilles au sol ne sont habituellement pas praticables au Québec en automne. De même, les traitements sur l'arbre sont possibles seulement entre le 15 octobre et le 1^{er} novembre environ, soit après la récolte et avant le remisage des équipements pour l'hiver. La fenêtre d'intervention privilégiée pour interférer avec l'inoculum est donc au printemps, après la fonte des neiges mais avant le débourrement. Comme les éjections à risque peuvent parfois commencer dès le stade débourrement, les interventions les plus hâtives sont les plus rentables. Une seule stratégie (épuisement) est conçue pour être utilisée pendant la saison des éjections, mais cette technique inusitée n'est pas en usage.

Les approches visent un ou plusieurs objectifs à la fois : affecter directement le champignon pour limiter la production des spores, provoquer une décomposition de la litière où réside le champignon et finalement, interférer directement avec l'éjection des spores au printemps. La liste des stratégies présentée ici n'est pas exhaustive mais donne un bon aperçu des possibilités. Des mesures non spécifiques qui favorisent indirectement la réduction de l'inoculum, tel qu'éviter les fongicides comme le [cuivre](#) et les [benzimidazoles](#) qui nuisent aux populations de vers de terre, sont couvertes ailleurs. Certaines approches ont également des conséquences néfastes qu'il importe de souligner. Le tableau qui suit présente un aperçu des méthodes décrites en détail par la suite.

Stratégies de réduction d'inoculum (en ordre décroissant d'intérêt en PFI)	Effet direct sur le champignon	Décomposition de la litière	Interfère avec l'éjection	Mise en place	Problèmes engendrés ou limites
Urée	Oui	Oui	Non	Automne/printemps	Gestion de l'azote
Déchiquetage	Faible	Oui	Oui	Automne/printemps	
Balayage/soufflage	Non	Non	Oui	Automne/printemps	
Élimination des pommiers sauvages ou abandonnés	Non	Non	Oui	Printemps	Portée limitée
Ramassage	Non	Parfois	Oui	Automne/printemps	Gestion des résidus
Chaulage	Oui	Oui	Non	Automne	Automne seulement
Épuisement des éjections	Non	Indirect	Oui	Printemps	Risques d'infection
Labour	Non	Oui	Oui	Automne/printemps	Abîme le terrain
Paillage/couvre-sols	Non	Oui	Oui	Printemps	Pas au point
Autres traitements	Oui	Oui	Non	Automne/printemps	Problèmes variés

Urée

Le seul article sur la tavelure du pommier à jamais avoir été publié par la prestigieuse revue scientifique *Nature* concerne l'efficacité de l'urée pour lutter contre cette maladie. L'article a été publié en 1965, et depuis lors les travaux sur l'urée et la tavelure se sont multipliés. L'engouement des scientifiques ne s'est pas transposé dans les vergers et encore très peu de producteurs intègrent l'urée dans leur arsenal contre la tavelure.

L'urée n'est pas perçue comme un fongicide très efficace, mais a un mode d'action complexe qui garantit que l'un ou l'autre de ses mécanismes sera actif et que le champignon ne pourra pas devenir résistant. D'abord, l'urée s'attaque directement au champignon et interfère avec la production des pseudothèces. De plus, l'urée stimule l'activité microbienne qui dégrade les feuilles au sol et rend celles-ci plus appétissantes pour les vers de terre. Le moment de l'application de l'urée est aussi flexible et peut être appliquée à l'automne ou au printemps.

Traitement foliaire ou de litière. Le traitement d'urée peut être appliqué directement sur l'arbre avant la chute des feuilles à l'automne, ce qui assure une meilleure couverture que lorsque le traitement est appliqué au sol. Cet apport d'azote automnal n'a pas de conséquence sur l'arbre et peut même être bénéfique. Quand l'application d'automne a lieu trop longtemps avant la chute des feuilles, l'urée est métabolisée et son action contre la tavelure est moindre. L'urée foliaire à l'automne appliquée sur du feuillage encore fonctionnel est absorbée par l'arbre en 48h. Le traitement au sol doit être fait après la chute des feuilles et donc souvent au printemps, avant le stade du débourrement, ou le plus tôt possible après le débourrement. À mesure que les spores arrivent à maturité, l'effet de l'urée est amoindri.

Recette. Le traitement est fait avec une solution de 50 kg d'urée dans 1000 litres d'eau ou 40 lbs d'urée dans 100 gallons (concentration de 5 % en poids). Les concentrations moindres sont moins

efficaces. À cette concentration, l'urée est stable et facilement soluble, même en eau froide. Il n'y a donc pas de problème de préparation. L'urée appliquée à la volée en granules n'est pas absorbée également par la litière et n'est donc pas aussi efficace. Vous pouvez l'appliquer avec votre pulvérisateur conventionnel de deux manières : soit en utilisant seulement les jets du bas, ou mieux encore en branchant une simple rampe horizontale (style herbicide) avec des buses qui couvrent au mieux la largeur de la rangée. Il est également possible d'utiliser votre pulvérisateur d'herbicide conventionnel et de le modifier pour couvrir plus large. Cette dernière solution est moins intéressante à cause des volumes d'eau importants à transporter. L'objectif est de bien mouiller toute la surface du sol, mais sans excès avec 200-400 L/ha maximum. L'urée après le déchiquetage donne les meilleurs résultats.

Fertilisation en prime. Les apports d'azote au sol au printemps constituent la meilleure façon de rencontrer les besoins en azote de l'arbre. L'apport de 20 kg d'urée au sol (46 % N) représente 9,2 kg d'azote par hectare. Cet apport est modeste, mais il faut en tenir compte avant d'intégrer cette approche à vos pratiques. Finalement, l'urée de source industrielle n'est pas admise en production biologique. Différentes études ont porté sur les alternatives à l'urée, incluant d'autres formes d'azote, *etc.* Les études montrent que l'azote sous forme ammoniacale a une certaine efficacité à l'automne quand le pH est bas (ex. : sulfate d'ammonium), mais pas les nitrates. L'urée de grade « foliaire » a une faible teneur en « biuret », un composé azoté phytotoxique. Ce grade de qualité n'est évidemment pas nécessaire pour des traitements au sol, mais c'est ce qui est proposé pour éviter de confondre les deux grades et abîmer le feuillage lors des traitements d'engrais à base d'urée foliaire.

Déchiquetage

L'objectif du déchiquetage est de détruire mécaniquement les feuilles et de les laisser au sol. Même si le déchiquetage n'attaque pas directement le champignon, la réduction de la taille des fragments foliaires accélère grandement leur décomposition. De plus, inverser l'orientation des fragments de feuilles au sol peut nuire à l'éjection des ascospores.

Selon l'équipement disponible, cette opération peut être assez facile et peu coûteuse. Par exemple, l'utilisation d'une faucheuse « à fléau » conventionnelle permet aussi d'éliminer une partie de la litière. Il faut régler l'appareil assez bas pour bien rejoindre les feuilles collées au sol et les déchiqueter. Une faucheuse rotative ne permet pas cette opération.



Idéalement, toute la surface du verger doit être travaillée mécaniquement en déportant l'appareil le

plus près possible des rangées d'arbres.

Quand l'opération est faite au printemps, il est possible de déchiqueter le bois de la taille hivernale et de réduire l'inoculum de la tavelure simultanément. Il est même possible que cette opération combinée permette de réprimer d'autres maladies, comme la pourriture noire, le chancre européen et le feu bactérien, qui sont présents sur le bois de taille. Par contre, cette opération ne doit pas être réalisée dans les sites où le sol laissé à nu risque de créer des conditions boueuses qui risquent de nuire ensuite au passage des équipements.

Balayage/soufflage

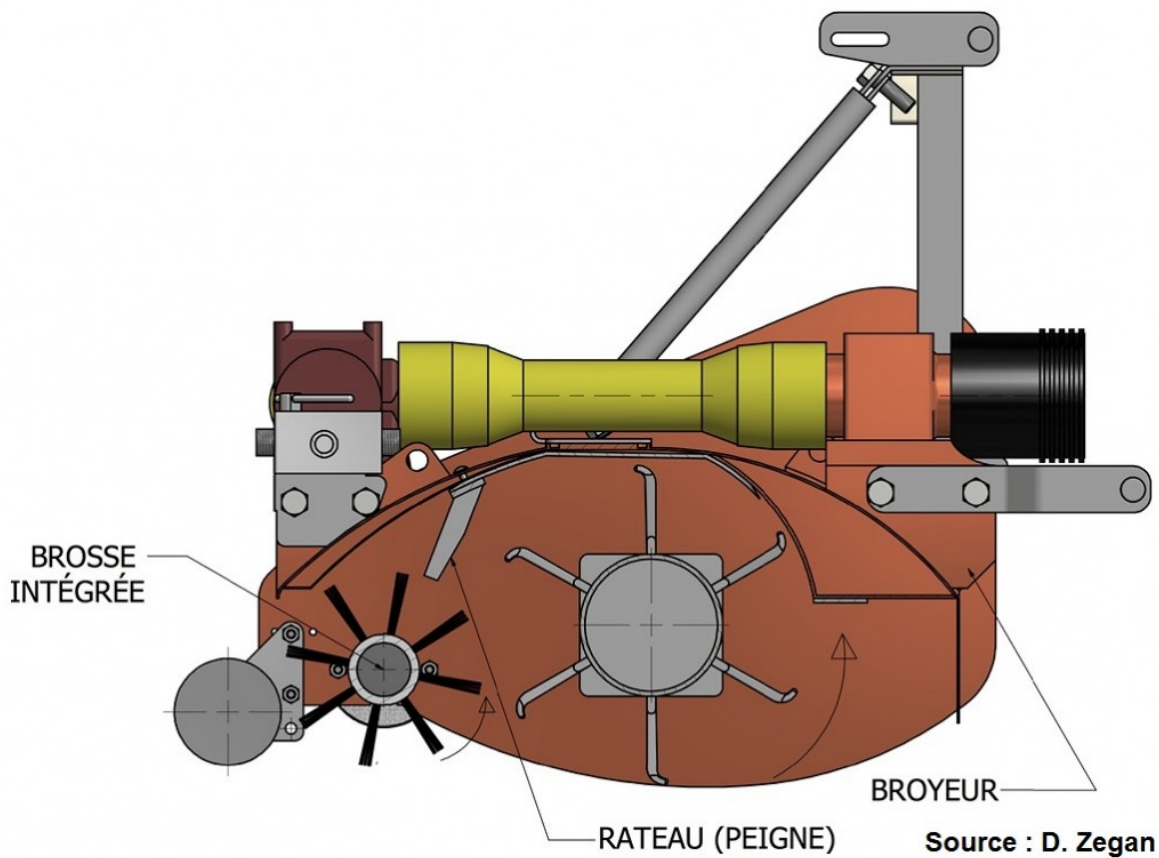
Le balayage des feuilles avec des brosses rotatives ou des souffleries puissantes peut être utilisé pour mieux décoller les feuilles du sol, incluant celles qui sont inaccessibles par le déchiquetage, et les andainer dans le centre des rangées où elles pourront être fauchées ou déchiquetées. Cette stratégie est notamment très utile dans les vergers de pommiers nains, puisque les feuilles de litière s'accumulent sur la bande désherbée. Comme pour le déchiquetage, le simple déplacement des fragments de feuilles au sol peut aussi nuire à l'éjection des ascospores.



Source : V. Philion



Le balayage/soufflage peut être fait séparément du déchiquetage ou avec un appareil combiné. L'intégration d'une brosse horizontale à un broyeur conventionnel améliore à faible coût l'efficacité des broyeurs conventionnels. L'appareil modifié en ce sens, baptisé Eliminae, peut être fabriqué directement par les producteurs à partir de plans publics ou sur commande.



Élimination des pommiers sauvages ou abandonnés

Les pommiers en bordure des vergers peuvent constituer une source non négligeable d'inoculum de tavelure et d'autres ravageurs du pommier. L'élimination des arbres dans un périmètre de 50 m

autour du verger devrait suffire à éliminer la plupart des sources d'ascospores extérieures au verger. Les pommiers abandonnés des propriétés voisines peuvent faire l'objet d'une plainte en vertu de la *Loi sur la protection sanitaire des cultures* si la situation ne peut être réglée à l'amiable (voir la [fiche 15](#)).

Ramassage

Le ramassage des feuilles a pour but d'interférer avec les éjections en verger en retirant la source de contamination du verger pour en disposer dans un site éloigné. La méthode est jugée plus efficace que le seul déchiquetage pour réduire l'inoculum. Même si le volume de feuilles à déplacer n'est pas très important et peut être comprimé, cette approche entraîne un problème de gestion des résidus ramassés. Soit les résidus sont enlevés de façon permanente, ce qui réduit la matière organique des vergers, soit les résidus sont retournés au verger après la période des risques (ou après compostage), ce qui entraîne des coûts additionnels. De plus, les appareils disponibles, comme le Combi-Trailer (photo suivante) utilisé en Europe pour le broyage et le ramassage des feuilles de litière, ne sont pas assez robustes pour broyer le bois de taille hivernal. Pour ces raisons, le ramassage n'est pas recommandé en PFI.



Chaulage

Le chaulage d'automne, réalisé dans le but d'augmenter le pH du sol, inhibe aussi la formation des pseudothèces et peut être une alternative à l'urée, quoique moins efficace. Le chaulage au printemps est moins efficace mais peut néanmoins réduire la quantité de spores produites.

Épuisement des éjections

La technique de l'épuisement des éjections vise à profiter de périodes sèches au printemps pour accélérer la maturation et l'éjection des spores. Un système d'irrigation par aspersion près du niveau du sol est utilisé pour mouiller la litière, sans pour autant permettre la germination et l'infection des spores déposées sur l'arbre qui reste sec. L'objectif de l'épuisement est de diminuer le nombre d'ascospores éjectées durant les pluies d'infection. Une heure ou deux d'irrigation à tous les deux ou trois jours pendant les périodes sèches suffisent en théorie à épuiser le potentiel d'éjection des spores et à réduire les risques d'infection lors des pluies.

En pratique, l'apport continu d'eau aux pseudothèces peut favoriser la production d'asques qui seraient autrement avortés pendant les périodes sèches prolongées. De plus, l'irrigation ne doit pas

être faite moins de 24 heures avant une pluie, pour éviter que les ascospores éjectées pendant l'irrigation puissent survivre et infecter les arbres durant la pluie. La technique de l'épuisement des éjections est utilisée dans certains vergers en Europe, mais est de portée limitée. De plus, les risques d'accroître l'infection en cas d'utilisation trop près d'une pluie font en sorte que cette stratégie n'est pas actuellement recommandée en PFI.

Labour

L'incorporation dans le sol des feuilles de la litière par un labour superficiel est pratiquée dans certains pays pour favoriser la décomposition des feuilles et interférer avec les éjections au printemps. Cette pratique n'est pas envisageable dans les vergers pierreux et peut nuire au passage des équipements en créant des conditions boueuses. Conséquemment, cette stratégie n'est pas recommandée en PFI.

Paillage et couvre-sols

Certains chercheurs ont imaginé qu'il pourrait être possible d'intercepter les spores au moment de l'éjection avec des paillis naturels ou artificiels installés par-dessus la litière avant les éjections au printemps. De même, des plantes couvre-sol à croissance rapide qui couvriraient les feuilles de la litière avant la période des éjections ont également été testées. Ces approches ne sont pas au point et ne sont donc pas actuellement recommandées en PFI.

Autres traitements

Certains traitements fongicides d'automne appliqués directement sur l'arbre après la récolte peuvent pénétrer les feuilles et interférer directement avec la survie du champignon. Cette stratégie est parmi les plus anciennes répertoriées. Or les fongicides utilisables à l'époque étaient très toxiques et seraient aujourd'hui inadmissibles en PFI. Les fongicides disponibles actuellement pour cet usage sont sujets à la résistance et cette stratégie d'emploi n'est pas recommandée pour cette raison. Des antagonistes microbiens ont aussi été suggérés comme stratégie de lutte biologique à l'automne pour réprimer la production d'inoculum. Malheureusement, aucun projet n'a abouti à un produit homologué. Finalement, l'utilisation de brûleurs, d'appareils générateurs de vapeur, ou d'eau chaude a été proposée pour détruire l'inoculum à l'automne ou au printemps. Aucune de ces solutions n'a connu de suite et n'est utilisée.

Taille d'été

La taille permet d'aérer les arbres, et donc accélère le séchage des feuilles. Comme la durée d'humectation est un facteur aggravant (voir [infection](#)), toute mesure qui réduit le temps de séchage aura un impact sur la propagation de la tavelure et l'incidence de la tavelure sur fruits. Par contre, l'effet de la taille est beaucoup moins prononcé sur les infections primaires, parce que la quantité de feuillage à cette période n'est habituellement pas suffisante pour influencer de façon notable la durée de séchage. La taille a donc peu d'effet sur l'apparition des symptômes. De même, comme la tavelure primaire n'est pas diminuée par la taille, la production d'inoculum l'automne suivant n'est pas affecté. Néanmoins, la taille d'été a un impact sur l'apparition d'autres maladies estivales, comme le complexe suie-moucheture et est donc une mesure utile pour la gestion des maladies.

Principaux partenaires de réalisation et commanditaires:

