

**AFPP – ONZIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES MALADIES DES PLANTES
TOURS – 7 AU 9 DÉCEMBRE 2015**

LA TAVELURE SECONDAIRE DU POMMIER, UNE MALADIE ENCORE MAL CONNUE

M. CURTI ⁽¹⁾ et C. CHARLES ⁽²⁾

⁽¹⁾ Raison'Alpes, 190 route de Gap - 04200 Sisteron-France, mc@raisonalpes.fr

⁽²⁾ Raison'Alpes, 190 route de Gap- 04200 Sisteron-France, celine.charles@raisonalpes.fr

RÉSUMÉ

Les contaminations secondaires, causées par la forme asexuée du champignon *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter sont encore à l'origine de nombreuses pertes économiques. La mauvaise connaissance de son fonctionnement empêche encore de proposer des stratégies de lutte raisonnées et efficaces. En 2009 et 2011, des parcelles infestées ont été suivies et le comportement de la tavelure a été observé en conditions traitées et non traitées. Les résultats obtenus remettent en question les stratégies de lutte systématique souvent conseillées et soulèvent de nombreuses questions.

Mots-clés : *Venturia inaequalis*, infection secondaire, modélisation, lutte raisonnée, pommier.

ABSTRACT

APPLE SCAB DURING SECONDARY INFECTIONS, A DISEASE STILL POORLY UNDERSTOOD

The secondary contaminations caused by asexual form of the fungus *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter are still causing many economic losses. Poor knowledge of its operation yet prevents propose reasoned and effective control strategies. In 2009 and 2011, infested plots were monitored and behaviour of apple scab was observed in treated and untreated conditions. The results challenge the systematic control strategies often advised and raise many questions.

Keywords: *Venturia inaequalis*, secondary infections, modelling, reasoned control, apple trees.

INTRODUCTION

La tavelure du pommier causée par le champignon *Venturia inaequalis*, appartenant à la famille des ascomycètes, est une des principales maladies touchant les pommiers. Chaque année, la tavelure du pommier cause d'importantes pertes. En effet, les fruits infectés ne sont pas commercialisables et les arbres, dont le feuillage est touché, peuvent subir une forte baisse de vigueur et des problèmes de remises à fruits l'année suivante. Les variétés les plus sensibles peuvent atteindre 100% de pertes en l'absence de traitements fongicides.

Le champignon *V. inaequalis* montre deux phases de contaminations. La phase de contaminations dites primaires correspond au cycle sexué du champignon, qui se déroule au printemps, du débourrement de l'arbre à l'épuisement du stock d'ascospores produites par les périthèces présents au sol. Les ascospores germent sur les jeunes organes (feuilles, fleurs ou fruits) et le mycélium se développe donnant des taches de couleur marron et d'aspect duveteux. Les taches formées constituent l'inoculum secondaire, pouvant donner lieu à de nouvelles contaminations. En effet, une fois mature, le mycélium produit des conidies, qui sont à leur tour dispersées par la pluie, la rosée et le vent. Elles peuvent alors causer de nouvelles taches en se déposant sur d'autres feuilles ou fruits. Le champignon est alors dans sa phase de contaminations dites secondaires, par reproduction asexuée. Ces contaminations peuvent se prolonger durant tout l'été si les conditions le permettent. Les feuilles ainsi infectées tombent au sol à l'automne et constituent l'inoculum primaire, qui causera les infections primaires l'année suivante (Carisse et Jobin, 2006).

Pour entrer en germination et développer un mycélium, les ascospores et les conidies ont besoin d'une durée d'humectation (causée par la pluie, les irrigations ou la rosée) plus ou moins longue selon la température moyenne pendant la durée d'humectation. Les conditions de chaleur et d'humectation nécessaires aux infections ont été modélisées et illustrées par Mills et Laplace en 1944, Schwabe en 1980, Rosenberger en 1990 et Stensvand en 1998. Il est intéressant de noter que les courbes de Rosenberger et Stensvand ne vont pas au-delà de 26°C, températures en dessus de laquelle les spores et conidies n'entreraient plus en germination (Schwabe *et al.*, 1984 ; Rosenberger, 1990 ; Stensvand *et al.*, 1998 ; Ortis, Giraud, 2006).

Les contaminations primaires sont désormais bien connues et les stratégies de lutte abouties. Certains organismes, comme CIRAME utilisent les courbes de Mills et Stensvand afin d'envoyer des avertissements prévenant les producteurs des contaminations potentielles. L'outil d'aide à la décision RIM Pro Cloud Service utilise les courbes de Mills révisées et Stensvand pour prédire les contaminations à venir selon les prévisions météorologiques et calculer les infections survenues. Il est en effet nécessaire de gérer la phase de contaminations primaires au mieux afin d'obtenir un inoculum secondaire le plus faible possible et faciliter voire rendre inutile les traitements couvrant les risques de contaminations secondaires en été. En revanche, la phase de contaminations secondaires, considérée comme moins à risque n'a pas fait l'objet de recherches aussi poussées, bien que RIM Pro Cloud Service propose de même un suivi des contaminations secondaires, en se basant sur les courbes de Mills révisées et Stensvand. Les stratégies de lutte proposées actuellement consistent à appliquer un produit fongicide de contact après chaque épisode à risque sur les feuilles ou les fruits dès qu'une parcelle dépasse un certain seuil d'infection. Ce seuil, selon les bulletins de santé du végétal (BSV) des différentes régions de France, peut être de 1%, 2% ou 5% de pousses atteintes par la tavelure en fin de phase de contaminations primaires.

Dans certains bassins de production, tel que celui de la vallée de la Durance, les irrigations sont encore effectuées par aspersion sur frondaison qui apportent entre 30 mm et 40 mm sur une durée de 10 à 12h. Les irrigations effectuées de la sorte sont comparables à un épisode pluvieux pouvant créer de nouvelles contaminations sur feuilles. En effet, selon les courbes de Stensvand ou Rosenberg concernant les infections secondaires par *V. inaequalis* sur feuilles, 6 à 7 heures d'humectation suffisent à 20°C pour assurer le début d'une infection par les conidies sur les feuilles. En ce qui concerne les fruits, les courbes de Stensvand et Schwabe montrent que, 2 mois après la floraison (ce qui correspond à la fin des contaminations primaires), les durées d'humectation nécessaires à une infection des fruits sont 20 h à 20°C. Toute irrigation effectuée par aspersion sur

frondaison en période estivale favoriserait donc l'augmentation de l'inoculum primaire sur feuilles mais ne provoquerait pas de manière obligatoire d'infection sur fruits.

Les stratégies proposées jusqu'à présent ne tiennent pas compte des différences de sensibilité des feuilles et des fruits aux infections causées par la tavelure ; les préconisations se basant uniquement sur les risques sur feuilles peuvent nécessiter plus de 8 traitements du mois de juin au mois d'août (un par semaine, après chaque irrigation).

Afin de mieux connaître la tavelure dans sa phase de contaminations secondaires et de pouvoir raisonner les stratégies de lutte, des suivis de parcelles de producteurs ainsi que des essais en bande et en micro-parcelles ont été menés. Ces essais et suivis se sont déroulés en 2009 et 2011 et ont été couplés à l'enregistrement et l'étude des conditions météorologiques sur les sites d'essais.

Les questions alors étudiées sont l'efficacité des stratégies proposées en termes de positionnement des traitements et des matières actives et la validation des modèles utilisés.

MATERIEL ET MÉTHODE

ESSAIS MENES EN 2009 ET 2011

Dispositifs expérimentaux et choix des parcelles

L'essai 2009 est mené selon un dispositif en bande à 6 répétitions. Les témoins non traités sont exclus du dispositif et présents sur 12 arbres. 6 placettes de 6 arbres sont mises en place dans chaque bande.

Les caractéristiques de la parcelle sont les suivantes :

- | | |
|--------------------------------------|---|
| - Variété : Golden | - Année de plantation : 1980 |
| - Clone : Smoothee | - Pollinisateurs : Rouges américaines, |
| - Porte greffe : M106 | disposés en rangs entiers |
| - Distance de plantation : 5 m x 3 m | - Irrigation par aspersion sur frondaison |
| - Mode de conduite : Gobelet | - Lieu : La Saulce (05) |

L'essai 2011 est mené selon un dispositif de Fisher à 4 répétitions. Les parcelles élémentaires sont représentées par 5 à 6 arbres. Les témoins non traités sont inclus dans le dispositif.

Les caractéristiques de la parcelle sont les suivantes :

- | | |
|--|---|
| - Variété : Golden | - Année de plantation : 2006 |
| - Clone : Reinders | - Pollinisateurs : Granny (disposés en |
| - Porte greffe : Pajam | quinconce tous les 19 arbres environ) |
| - Distance de plantation : 3.80 m x 1.50 m | - Irrigation par aspersion sur frondaison |
| - Mode de conduite : Axe | - Lieu : Vaumeilh (04) |

Ces parcelles sont choisies car elles présentent une attaque suffisante de tavelure après les contaminations primaires (plus de 10% des pousses et plus de 2% de feuilles atteintes) et la variété Golden est particulièrement sensible à la tavelure. Enfin, elles sont irriguées par aspersion sur frondaison, provoquant le lessivage des produits de contact et augmentant le potentiel de contamination par la tavelure.

Traitements réalisés et mode d'application

En 2009, trois modalités sont testées :

- Modalité A1 : témoins non traités ne recevant pas de traitement contre la tavelure,
- Modalité A2 : application systématique d'un fongicide de contact après chaque irrigation,
- Modalité A3 : application d'un fongicide de contact après une irrigation sur deux.

L'essai 2009 étant réalisé en grande bande, le fongicide à base de dithianon est appliqué par l'arboriculteur avec son matériel de pulvérisation. La dose administrée est de 350 g/ha de dithianon et le volume de traitement est de 667 l/ha.

En 2011 les deux modalités testées sont :

- Modalité B1 : témoins non traités ne recevant pas de traitement contre la tavelure,
- Modalité B2 : application systématique d'un fongicide de contact après chaque irrigation.

Lors de l'essai micro-parcelles de 2011 les applications sont effectuées à l'aide d'un pulvérisateur pneumatique à dos. Le fongicide appliqué est à base de dithianon et le volume de bouillie (584 l/ha à 590 l/ha) est adapté au type d'appareil utilisé et au développement végétatif du verger. La dose hectare apportée est de 350 g/ha de dithianon. Les concentrations de bouillie sont de ce fait augmentées proportionnellement aux réductions de volume.

Méthodes d'observations et d'analyses des résultats

Afin de mettre en place ces essais et de les suivre, la Méthode CEB n°14 « Méthode d'essai d'efficacité pratique de fongicides destinés à combattre les tavelures du pommier et du poirier, *Venturia inaequalis* et *Venturia pirina* », est suivie et adaptée à l'étude de la tavelure secondaire.

Les observations sont menées de manière similaire sur les deux essais.

Concernant les contaminations sur feuilles, il est observé autant de pousses que nécessaires pour obtenir des données sur au moins 200 feuilles par placette ou parcelle élémentaire. Pour chaque feuille la présence d'une contamination et la sévérité de l'attaque en nombre de taches ou en surface foliaire recouverte sont notées. Une observation préalable des témoins non traités permet de définir si une face est plus touchée que l'autre et à privilégier lors des observations. Concernant les contaminations sur fruits, il est observé 200 fruits par parcelle élémentaire sur les deux faces de la rangée. Les organes observés sont pris au hasard à hauteur d'homme et à différentes profondeurs de végétation.

Les variables étudiées sont le pourcentage de feuilles ainsi que le pourcentage de fruits infectés par la tavelure. Les résultats sont moyennés par modalité et une analyse de variance et un test de Newman Keuls sont réalisés pour chacune des notations. Une transformation angulaire de Bliss est réalisée si besoin. Les analyses statistiques sont réalisées à l'aide du logiciel StatBox au seuil $\alpha = 0.05$. Les modalités témoins sont incluses ou exclues des analyses statistiques selon le dispositif utilisé.

Parallèlement, les données météorologiques (température, durée d'humectation du feuillage et pluviométrie) sont enregistrées et permettent d'estimer si les épisodes pluvieux ou les irrigations sont contaminants ou non, en les comparant aux courbes de Stensvand et de Schwabe. En 2009, seules les données des stations météorologiques du réseau du CIRAME ont pu être exploitées.

SUIVIS DE PARCELLES DE PRODUCTEURS EN 2011

Dispositif et choix des parcelles

Le suivi se déroule sur 8 parcelles de pommiers, variété Golden, réparties entre Gap pour les plus au nord (05) et Sisteron (04) pour les plus au sud. Une de ces parcelles possède un système d'irrigation par micro-jet et les 7 autres sont en aspersion sur frondaison. Les clones, porte-greffes, modes de conduite et années de plantation peuvent varier d'une parcelle à l'autre.

Dans chaque parcelle, 4 rangs, appelés rangs témoins par la suite, sont exempts de traitement contre la tavelure du 21/06/11 au 20/08/11.

A la mise en place des suivis en juin, les parcelles choisies montrent un inoculum secondaire moyen à fort (entre 10% et 40% de feuilles tavelées) avec un pourcentage de fruits tavelés faible (inférieur à 1%, afin d'autoriser une évolution de la tavelure sur fruits sans mettre en danger la récolte du producteur).

Méthodes d'observations et d'analyses des résultats

A la mise en place du suivi, 20 pousses sont repérées dans les rangs témoins. Chaque parcelle est suivie tous les 7 à 10 jours (selon l'évolution), il est alors compté le nombre de feuilles par pousses et la surface recouverte par la tavelure pour chaque feuille tavelée. L'évolution des contaminations sur fruits est observée à raison d'au moins 3 observations : à la mise en place, en fin de suivi et en cours de suivi lorsque les attaques sur feuilles montrent une forte augmentation.

Parallèlement, des données météorologiques (température, durée d'humectation du feuillage et pluviométrie) sont enregistrées toutes les 30 minutes à l'aide d'une station météorologique (WatchDog[®] Micro Station, séries 1000) et permettent d'estimer si les épisodes pluvieux ou les irrigations sont contaminants ou non, en les comparant aux courbes de Stensvand et de Schwabe. Les données enregistrées par les stations météorologiques du CIRAME sont aussi utilisées.

RESULTATS

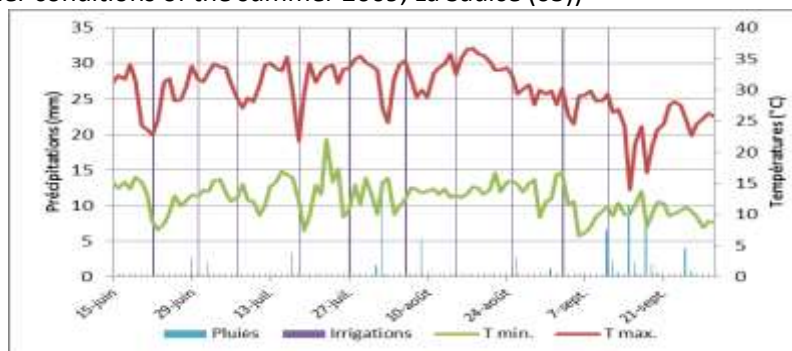
CONTEXTE INFECTIEUX DES ESSAIS 2009 ET 2011

En 2009, il n'a pas été techniquement possible de déterminer si les pluies ou irrigations survenues ont effectivement causé des contaminations sur feuilles ou sur fruits, la parcelle n'étant pas équipée de station météorologique enregistrant les données horaires. Les températures journalières et précipitations ainsi que les irrigations effectuées sur la parcelle d'essai ont en revanche pu être consignées. En 2011, l'installation de sondes météorologiques enregistrant les données de températures et d'humectation des feuilles à la demi-heure a permis de déterminer le caractère infectieux ou non des pluies et irrigations à l'aide des courbes de Stensvand et Schwabe.

Contexte infectieux de l'été 2009

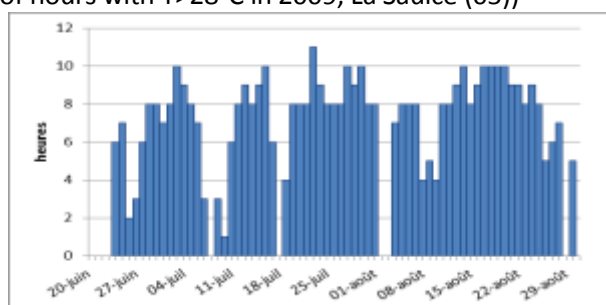
En 2009, les mois de juin, juillet et août montrent seulement 7 épisodes pluvieux dont 5 inférieurs à 5 mm et de fortes chaleurs. A partir du mois de septembre, les températures maximales descendent et la fréquence des pluies augmente (Fig.1). Les irrigations sont effectuées en cadence d'environ 7 jours. Elles sont arrêtées au début du mois de septembre en vue de la récolte.

Figure 1 : Conditions météorologiques de l'été 2009, La Saulce (05)
(Weather conditions of the summer 2009, La Saulce (05))



Les températures maximales ont dépassé les 28°C presque tous les jours du 24 juin au 31 août. Sur les mois de juillet et août, les températures ont atteint les 28°C pendant plus de 8 heures par jour pendant respectivement 21 jours et 18 jours (Fig.2).

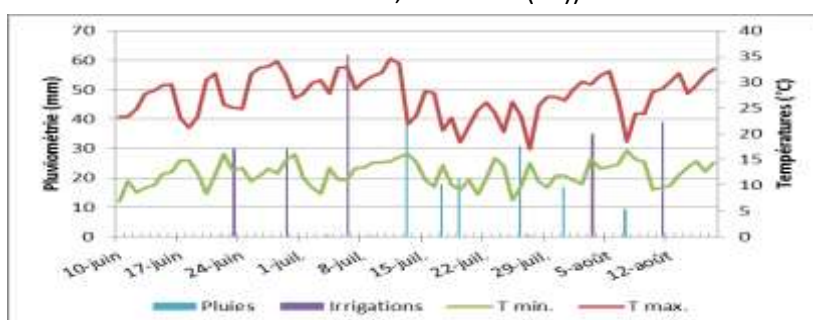
Figure 2 : Nombre d'heures par jour à $T > 28^{\circ}\text{C}$ en 2009, La Saulce (05)
(Daily number of hours with $T > 28^{\circ}\text{C}$ in 2009, La Saulce (05))



Contexte infectieux de l'été 2011

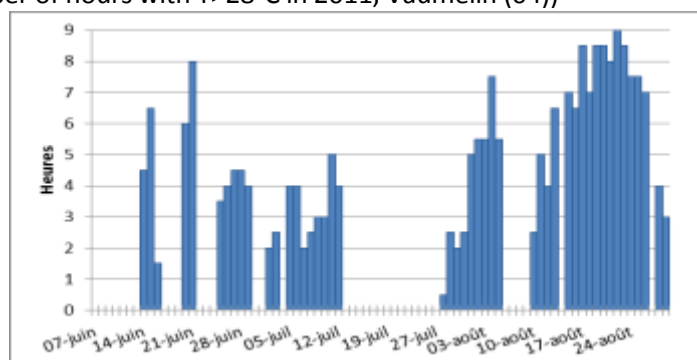
La fin du mois de juin 2011 est très sèche avec seulement une seule pluie de moins de 5 mm. La fréquence des pluies augmente en juillet avec 5 pluies enregistrées sur le mois. En conséquence, les irrigations, qui ont débuté le 24 juin, sont stoppées durant cette période et reprennent à partir du 5 août avec une cadence de 7 jours environ. Les températures sont assez élevées au mois de juin mais diminuent fortement au mois de juillet avec une légère hausse en août (Fig. 3).

Figure 3 : Conditions météorologiques de l'été 2011, Vaumeilh (04)
(Weather conditions of the summer 2011, Vaumeilh (04))



Du 07 juin au 16 août, seul le 20 juin montre des températures supérieures à 28°C pendant 8 heures ou plus, avec des températures inférieures à 28°C du 13 au 27 juillet. Du 16 au 29 août, on observe une remontée des températures avec 6 jours où les températures ont dépassés 28°C pendant plus de 8 heures. (Fig.4).

Figure 4 : Nombre d'heures par jour à $T > 28^{\circ}\text{C}$ en 2011, Vaumeilh (04)
(Daily number of hours with $T > 28^{\circ}\text{C}$ in 2011, Vaumeilh (04))



Toutes les pluies et irrigations survenues du 22 juin au 11 août, excepté celle du 19 juillet, ont été contaminatrices sur feuilles selon les courbes de Stensvand. En revanche, seule la pluie du 27 juillet a pu causer des contaminations sur fruits selon les courbes de Stensvand ou Schwabe (Tab. I).

Tableau I : Détermination des contaminations sur l'essai 2011
(Determination of the contaminations in 2011)

Dates	Degré d'infection (t°moy x durée humectation)	Seuils de contamination sur feuilles (courbes de Stensvand)	Seuil de contamination sur fruits (courbes de Schwabe)
22/06	288	136	400
23/06	320	136	400
29/06	291	152	400
4/07	139	126	400
6/07	270	152	400
9/07	254	144	400
13/07	281	152	450
17/07	190	144	450
19/07	97	110	450
27/07	670	135	450
31/07	168	126	450
03/08	221	144	450
07/08	285	144	450
11/08	200	117	450

EFFICACITE DES TRAITEMENTS DES ESSAIS EN BANDES ET MICROPARCELLES

Evolution de l'état infectieux sur feuilles et sur fruits en 2009

A la mise en place en fin de période de contaminations primaires (18/06/09), les trois modalités montrent bien un potentiel infectieux suffisant avec 5.2% de feuilles atteintes pour la modalité A1, 3.6% pour la modalité A2 et 4.8% pour la modalité A3 (Tab II). Les analyses statistiques montrent que la modalité A2 est moins infectée que la modalité A3, différence à prendre en compte lors de l'analyse des résultats.

Au 29 juillet, le pourcentage de feuilles tavelées a augmenté pour les trois modalités : la modalité A1 montre 3.4% de feuilles tavelées supplémentaires, la modalité A2 en montre 2% et la modalité A3 2.3%. Les différences entre les modalités A2 et A3 ne sont plus significatives.

Le 23 septembre, seule la modalité A1 montre une légère augmentation de son pourcentage de feuilles tavelées de 0.4%. Les modalités A2 et A3 montrent au contraire une diminution de respectivement 3.6% et 4.1%. Les deux modalités traitées ne montrent pas de différences significatives.

Tableau II : Pourcentage de feuilles infectées dans l'essai 2009
(Percentage of infected leaves in 2009 trial)

Date	18/06/09	29/07/09	23/09/09
Modalité A1 (Témoins non traités)	5.2	8.6	9.0
Modalité A2 (Référence traitée)	3.6 (a)	5.6	2.0
Modalité A3 (Modalité traitée après 1 irrigation sur 2)	4.8 (b)	7.1	3.0

En ce qui concerne les fruits, aucune modalité ne montre de fruit tavelé à la mise en place de l'essai. Avant la récolte, au 8 septembre, la modalité A1 montre une nette augmentation avec 2% de fruits tavelés alors que les modalités A2 et A3 n'en présentent que 0.3% (Tab III).

Tableau III : Pourcentage de fruits infectés dans l'essai 2009
(Percentage of infected fruits in 2009 trial)

Date	18/06/09	8/09/09
Modalité A1 (Témoins non traités)	0.0	2.0
Modalité A2 (Référence traitée)	0.0	0.3
Modalité A3 (Modalité traitée après 1 irrigation sur 2)	0.0	0.3

L'évolution de la maladie est donc similaire entre le 18 juin et le 29 juillet pour les trois modalités. En revanche, à partir du 29 juillet, la modalité non traitée A1 continue à montrer une augmentation de l'état infectieux alors que les modalités traitées semblent rester stables. La diminution du pourcentage de feuilles tavelées peut être expliquée par l'activité continue des pousses : la mise en place de nouvelles feuilles sans évolution de la maladie, entraîne une dilution des symptômes dans le feuillage.

Evolution de l'état infectieux sur feuilles et sur fruits en 2011

A la mise en place de l'essai, la modalité B1 montre 14.6% de feuilles tavelées et la modalité B2 en montre 14.1%. L'état infectieux est donc élevé et très homogène en début d'essai. Au 3 août, les modalités B1 et B2 montrent respectivement 5.2% et 4.5% de feuilles tavelées supplémentaires. Entre le 3 août et le 1^{er} septembre l'évolution est encore plus faible avec seulement 0.9% de feuilles tavelées en plus pour la modalité B1 et 2.1% pour la modalité B2. Les deux modalités montrent des pourcentages de feuilles tavelées très similaires aux trois dates de notations et les différences ne sont pas significatives (Tab IV).

Tableau IV : Pourcentage de feuilles infectées dans l'essai 2011
(Percentage of infected leaves in 2011 trial)

Date	07/06/11	03/08/11	01/09/11
Modalité B1 (Témoins non traités)	14.6	19.8	20.9
Modalité B2 (Référence traitée)	14.1	18.6	20.7

En début d'essai, la modalité B1 ne montre aucun fruit tavelé et la modalité B2 en montre 0.3%. L'évolution est très faible pour les deux modalités avec 0.4% de fruits tavelés au 1^{er} septembre pour la modalité B1 et 1.0% pour la modalité B2. En 2011, l'évolution de l'état infectieux est très faible et similaire dans les deux modalités. Les modalités ne montrent pas de résultats significativement différents pour les deux dates de notation (Tab V).

Tableau V : Pourcentage de fruits infectés dans l'essai 2011
(Percentage of infected fruits in 2011 trial)

Date	07/06/11	01/09/11
Modalité B1 (Témoins non traités)	0.0	0.4
Modalité B2 (Référence traitée)	0.3	1.0

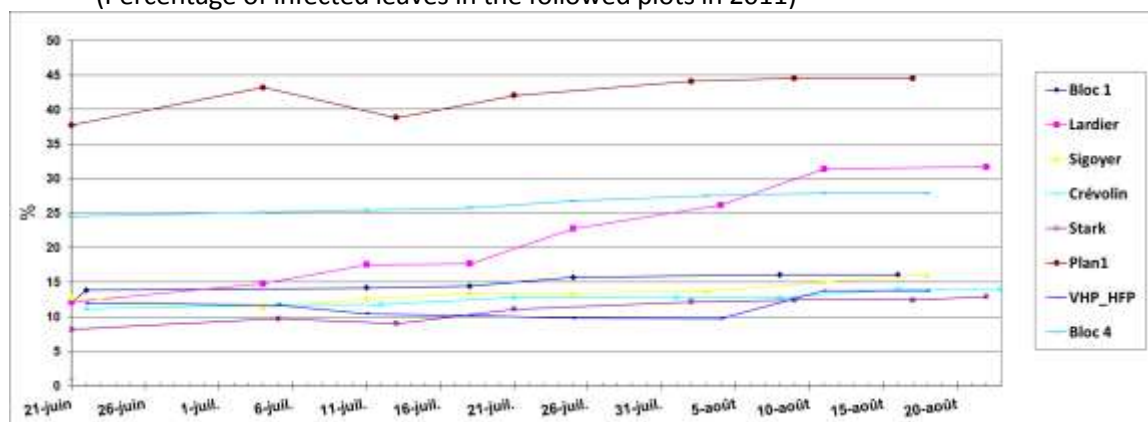
EVOLUTION DE L'ETAT INFECTIEUX DES RANGS TEMOINS DES PARCELLES DE PRODUCTEURS SUIVIES EN 2011

Le suivi des rangs témoins s'est déroulé du 21 juin (quinze jours après la fin de la période de contaminations primaires) au 23 août lors du début du programme de traitement contre les maladies de conservation. Le suivi a pu être interrompu avant pour les parcelles les plus précoces.

Parmi les 8 parcelles suivies, 6 rangs témoins (Bloc 1, Lardier, Sigoyer, Stark, VHP-HFP et Bloc 4) terminent la fin des périodes de contaminations primaires avec un inoculum secondaire moyen, compris entre 8% et 13% de feuilles tavelées et montrent deux types d'évolution. Seule la parcelle Lardier montre une forte augmentation avec 32% de feuilles tavelées à la fin du suivi alors que les 5 autres parcelles évoluent faiblement et atteignent des pourcentages de feuilles tavelées compris entre 13% et 16%. Les parcelles restantes, Crévolin et Plan 1, débutent le suivi avec un très fort inoculum

secondaire, respectivement 25% et 38% de feuilles tavelées. Malgré cela, leur état infectieux demeure relativement stable avec 28% de feuilles tavelées pour Crévolin et 45% pour Plan 1 au 18 août (Fig. 5).

Figure 5 : Pourcentage de feuilles infectées dans les parcelles suivies en 2011
(Percentage of infected leaves in the followed plots in 2011)



Concernant les contaminations sur fruits, les rangs témoins Plan 1, VHP-HFP et Bloc 4 montrent une évolution nulle ou très faible alors que les parcelles Bloc 1, Sigoyer, Crévolin, Lardier et Stark montrent 1% à 2.5% de fruits tavelés supplémentaires (Tab VI).

Tableau VI : Pourcentage de fruits infectés dans les parcelles suivies en 2011
(Percentage of infected fruits in the monitored plots in 2011)

Dates	Bloc 1	Lardier	Sigoyer	Crévolin	Stark	Plan 1	VHP-HFP	Bloc 4
22/06	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
24/08	1.5	2.5	1.0	2.5	1.5	0.5	0.5	0.0

Suite à ce suivi, il est possible de définir 3 groupes de parcelles suivant l'évolution de leur état infectieux sur feuilles et fruits. Le premier, représenté par les parcelles Plan 1, VHP-HFP et Bloc 4 ne présente pas d'évolution du pourcentage de fruits tavelés et une très faible évolution du pourcentage de feuilles tavelées. Il est à noter que la parcelle Plan 1 est équipée de micro-jets et donc non soumise à des contaminations potentielles par l'irrigation. Le second groupe, représenté par les parcelles Bloc 1, Sigoyer, Crévolin et Stark montre une augmentation du pourcentage de fruits tavelés mais une très faible augmentation du pourcentage de feuilles tavelées. Enfin, le dernier groupe n'est représenté que par la parcelle Lardier et montre une augmentation globale du pourcentage de fruits et de feuilles tavelés. Il est à noter que cette parcelle est de clone Lysgolden réputé plus sensible à la tavelure.

Les conditions d'humectation et de températures durant les pluies et irrigations survenues sur les parcelles VHP-HFP, Bloc 1 et Lardier ont été comparées aux courbes de Stensvand et Schwabe. Toutes les pluies ont été contaminatrices sur feuilles mais aucune n'a pu causer de contamination sur fruits. En revanche, certaines parcelles dont Lardier et Bloc 1 ont été irriguées le 6 août et la pluie du 7 août a donc prolongé la durée d'humectation, rendant possible des contaminations sur fruits.

DISCUSSION

L'essai mené en 2009 permet d'observer que la modalité non traitée donne les mêmes résultats que les deux modalités traitées sur les mois de juin et juillet. En revanche, lors de l'observation du 25 septembre, la modalité non traitée montre une augmentation de l'infection alors que les modalités traitées restent stables et montrent le même degré d'infection finale. En comparant ces résultats avec les données météorologiques on remarque que les températures maximales ne sont descendues en dessous de 28°C qu'à partir du mois de septembre durant l'été 2009. Il est donc probable que la tavelure n'ait repris son activité qu'à partir du mois de septembre provoquant les lésions observées en fin d'essai. L'essai remet en cause les préconisations locales (traiter après

chaque irrigation) dans la mesure où un traitement une fois sur deux permet d'aboutir aux mêmes résultats.

Lors de l'essai 2011, l'évolution est identique dans toutes les modalités avec une faible augmentation de la tavelure sur feuilles et sur fruits de juin à septembre, malgré la diminution des températures au mois de juillet. De même que l'essai 2009, cet essai permet de vérifier l'inutilité des traitements estivaux, la modalité non traitée montrant les mêmes résultats que la modalité traitée systématiquement après chaque irrigation. Ainsi, sont remises en cause les stratégies de lutte systématique après chaque irrigation ou une irrigation sur deux.

Le suivi effectué sur les 8 parcelles de producteur en 2011 montre que l'évolution de l'état infectieux dépend moins de l'inoculum primaire que d'une mauvaise gestion des irrigations ou du clone de Golden. En effet, la seule parcelle présentant une évolution sur feuilles est de clone Lysgolden connue comme plus sensible à la tavelure. De plus, les parcelles présentant une évolution de la tavelure sur fruits sont celles ayant été irriguées la veille d'une pluie, ce qui a prolongé fortement les durées d'humectation. Les travaux de 2011 ont aussi permis de vérifier l'adéquation entre les courbes de Schwabe sur fruits et les observations en temps réel au verger.

CONCLUSION

Les stratégies de lutte contre la tavelure secondaire, conseillant l'application systématique de produits phytosanitaires après chaque pluie ou aspersion dès la présence de tavelure dans la parcelle ne trouve pas de justifications dans les essais et suivis exposés dans cet article. En effet, les irrigations par aspersion sur frondaison ne dépassent pas les seuils d'infection proposés par les modèles de Schwabe et de Stensvand lorsqu'elles sont réalisées de nuit. Il paraît ainsi plus important de cibler les épisodes pluvieux à risque, c'est-à-dire provoquant de longue durée d'humectation, tout comme de bien gérer les irrigations (de nuit, sans prolonger un épisode pluvieux...), et d'intervenir dès lors que les températures permettent la viabilité des conidies. De même, les seuils d'intervention habituellement préconisés pour des interventions estivales contre la tavelure secondaire (plus de 1%, 2% ou 5% de pousses atteintes par la tavelure, équivalent à respectivement 0.2%, 0.4% ou 1% de feuilles atteintes), semblent démesurés au vu des évolutions observées dans des vergers montrant 10% de feuilles atteintes en fin de périodes de contaminations primaires. Enfin, les modèles utilisés ont montré leur justesse mais leur utilisation en période estivale mérite encore d'être améliorée en définissant plus précisément les seuils de températures létales pour les conidies de *Venturia inaequalis*.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier l'ensemble des producteurs chez qui nous mettons en place les essais et suivis. Un grand merci à l'équipe de Raison'Alpes et à tous ses stagiaires, qui réalisent chaque année des dizaines de notations tavelure.

BIBLIOGRAPHIE

- Carisse O., Jobin T., 2006. *La Tavelure du pommier : mieux comprendre pour mieux intervenir*. Ottawa : Centre de la lutte antiparasitaire Agriculture et Agroalimentaire Canada, (ISBN 0-66273001-1), 22 p.
- Ortis R., Giraud M., 2006. La tavelure du pommier Dans : *Protection intégrée Pommier Poirier*, Mémento Ctifl, 2ème édition, Edition Ctifl Paris, (ISBN 2-87911-180-3), 30-38.
- Rosenberger, D.A. 1990. Apple disease management pages 40-45 Dans: *Management guide for low-input sustainable apple production*, United States Department of Agriculture Northeast Low-Input Sustainable Agriculture Apple Production Project, 33-49.
- Stensvand A., Amundsen T., Semb, L., Gadoury D.M., Seem R.C., 1998. Discharge and dissemination of ascospores by *Venturia inaequalis* during dew. *Plant Disease*, 82: 761-764.
- Schwabe W.F.S., Jones A.L., Jonker J.P., 1984. Changes in Susceptibility of Developing Apple Fruit to *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, 74:118-121.