

## Nouveau modèle VMVenturia pour prévenir la tavelure (*Venturia inaequalis*)

Jan WERTHMÜLLER<sup>1</sup>, Juliane SCHMITT<sup>2</sup>, Paolo RACCA<sup>2</sup>, Benno KLEINHENZ<sup>2</sup>, Andreas NAEF<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroscope, 8820 Wädenswil, Suisse

<sup>2</sup>Zentralstelle der Länder für EDV- gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP), Bad Kreuznach, Allemagne.

Renseignements: Jan Werthmüller, e-mail: jan.werthmueller@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 460 63 68

La tavelure (*Venturia inaequalis*) est la principale fongique du pommier. Même une légère infection peut provoquer des dégâts économiques importants. Pour éviter une épidémie, le verger doit être protégé contre les infections en période de vol des ascospores. Si la tavelure est absente du verger au printemps, les mesures de lutte phytosanitaire peuvent être réduites au cours de l'été.

Le nouveau modèle VMVenturia a été mis à disposition, ce printemps, sur [www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch). Ce modèle a été développé conjointement par Agroscope et la ZEPP (Zentralstelle der Länder für EDV- gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP) et programmé par la firme Geosens. Il comporte de nombreuses nouvelles fonctionnalités, dont notamment l'implémentation des prévisions météorologiques. Une prévision réelle des risques est ainsi devenue possible. Depuis 2012, le modèle a été validé et constamment amélioré à l'aide d'essais en pots. En Allemagne, ce modèle porte le nom de Simscab et il est prévu qu'il soit introduit l'année prochaine auprès des arboriculteurs.

Le nouveau modèle se fonde sur la connaissance de l'influence qu'ont les facteurs météorologiques sur la biologie ainsi que sur le développement du champi-

gnon et de l'hôte. Il permet d'évaluer le risque d'infection de la tavelure et permet de choisir les dates de traitement les plus appropriées. Grâce à l'intégration d'une prévision météorologique sur cinq jours de «meteoblue», une évaluation des risques peut être faite en temps réel. Ceci présente un gros avantage par rapport au modèle «Welte» utilisé jusqu'ici, qui ne pouvait effectuer ses calculs qu'à partir de données météorologiques mesurées. Les risques d'infection sont présentés de façon synthétique sur Agrometeo, dans un graphique en barres indiquant les risques (fig.1). Les chiffres indiqués dans les barres représentent le nombre d'heures par jour avec risques d'infection calculés, utilisés pour la répartition des niveaux de risques. Chaque jour est réparti dans l'un des quatre niveaux de risque sur une période de onze jours. La couleur verte indique qu'une infection est improbable, les couleurs dans la gamme du rouge que la probabilité qu'une infection se soit produite ou se produira est forte. Les variations du rouge clair au rouge foncé symbolisent l'intensité de l'infection attendue (faible, moyenne, forte). Les barres de risque de toutes les stations d'une région peuvent être consultées simultanément sur Agrometeo, ce qui permet à l'utilisateur d'avoir un aperçu rapide d'une région.

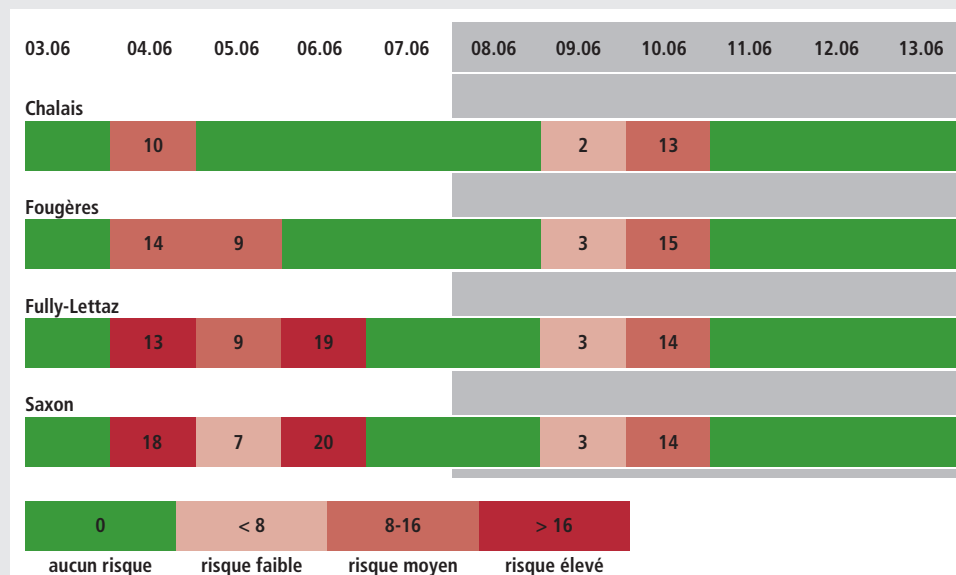


Figure 1 | Barres de risque (conçues par Ronald Krause, Geosens), extrait de la région de la vallée du Rhin, situation du 5 avril 2017; les données en grisé indiquent les prévisions.

Le modèle propose désormais un récapitulatif par saison qui peut être téléchargé en PDF pour chaque station. Un tableau chronologique montre les principales variables météorologiques comme la température, les précipitations et l'humectation foliaire, ainsi que les résultats du modèle sous forme de barres de risque, de risque d'infection par les ascospores et les conidies (en %). Ces données sont complétées chaque jour dès le début de la saison et archivées à la fin de l'année. Par conséquent, il sera possible à l'avenir d'effectuer des comparaisons entre les années.

Le nouveau graphique de risque devrait également être utile aux utilisateurs. Il permet de comparer les données météorologiques avec les paramètres d'infection sur une période de trois semaines, cinq jours de prévision compris, et d'estimer d'après la quantité de précipitations la durée d'efficacité du film de protection du produit phytosanitaire (fig. 2).

### Fonctionnement du modèle

La connaissance des phases de développement biologique du champignon et de l'hôte est à la base du modèle. Le cycle de la tavelure se divise en un cycle sexuel annuel (via les ascospores) et un cycle asexué estival (via les spores de conidies) (fig. 3). Pour lutter contre la tavelure, il est extrêmement important d'éradiquer les infections primaires (fig. 4) causées par les ascospores. C'est pourquoi le modèle a donné la priorité au développement d'un nouveau dispositif de prévision fiable des infections primaires causées par les ascospores (saison primaire). A la fin de la saison primaire, le modèle emploie les méthodes de pronostic éprouvées fondées sur la température et l'humectation foliaire pour prévoir les infections secondaires causées par les spores de conidies (exprimées en pourcentage de conidies).

### Nouvelle prévision des infections primaires

La modélisation des infections provoquées par les ascospores repose sur l'utilisation de valeurs horaires des stations météorologiques Agrometeo. Dans un premier temps, le programme calcule la maturation des pseudothèces contenant des ascospores sur le feuillage tombé, puis la maturation des ascospores à partir du début de l'année civile. La saisie d'une date Biofix permet de sauter cette étape de calcul manuellement, lorsque des ascospores matures ont été trouvés dans la nature ou que le développement du pommier montre qu'il y a possibilité d'infection (à partir du débourrement, stade BBCH 53).

A partir de cette période, différents paramètres liés à la biologie du champignon sont calculés, comme l'expulsion des spores, le pourcentage de spores in-

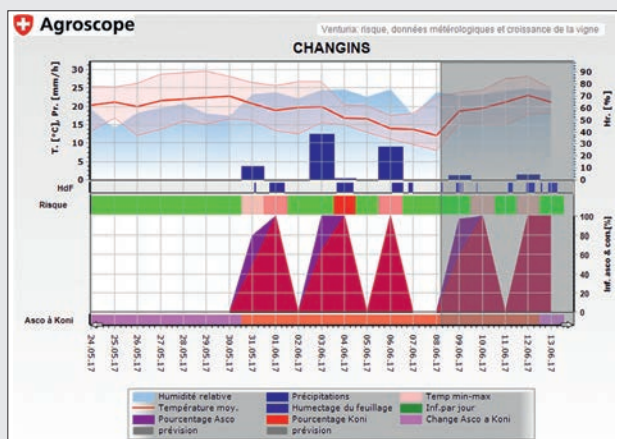


Figure 2 | Graphique des risques, extrait de la saison 2017; la surface en gris indique les prévisions.

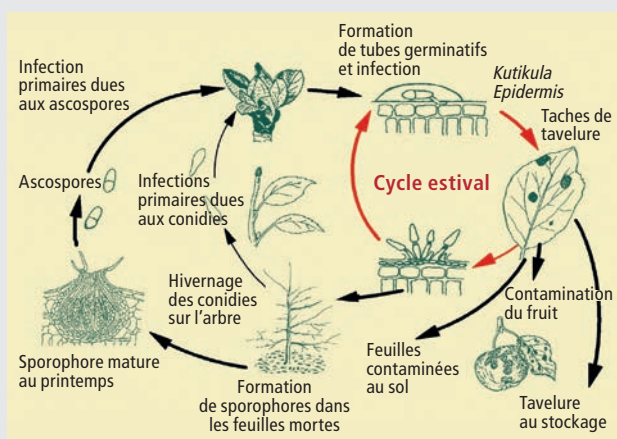


Figure 3 | Cycle de la tavelure (Siegfried, 1997).



Figure 4 | Infection primaire de Golden Delicious par la tavelure, essai de validation à Wädenswil.

fectieux, la probabilité d'infection, sans oublier la valeur Simscab. Celle-ci indique un épisode infectieux dès qu'elle atteint 0,09. La barre de risque décrite plus haut indique pour chaque jour le nombre d'heures où

la valeur Simscab dépasse 0,09. Le graphique détaillé sur Agrometeo fournit des informations supplémentaires sur les différents paramètres calculés.

### Validation du modèle

Des essais de validation ont été effectués sur différents sites depuis 2012 (fig. 5). En Allemagne, des essais ont été réalisés au Baden Württemberg, en Bavière, en Rhénanie-du-Nord-Westphalie, en Saxe-Anhalt et en Basse-Saxe; en Suisse, à Wädenswil par Agroscope. Les essais consistaient à mettre en pots de jeunes arbres d'une variété sensible (Golden Delicious ou Gala) avant le premier vol des ascospores et à les placer dans une serre ou un endroit à l'abri de la pluie. Lorsque les pseudothèces arrivaient à maturité, trois à cinq arbres en pots ont été placés dans une plantation de pommiers ou à proximité d'un foyer de tavelure (feuilles mortes de l'année précédente). Après chaque période d'infection théorique (précipitations >0,2mm), les arbres exposés ont été remplacés par de nouveaux arbres provenant de la serre. La fréquence de la tavelure sur les feuilles des arbres exposés a été calculée au bout de deux, quatre et six semaines. Cette méthode a permis de déterminer quels épisodes infectieux prédits par calcul ont effectivement conduit



**Figure 5** | Sites des essais de validation: pomme jaune.  
Essai échelonné à Bavendorf: pomme rouge.  
(Graphique: 123.com-Agroscope)

à des infections. De plus, les résultats des essais avec fenêtres d'application au KOB Bavendorf (Centre de compétence en arboriculture du lac de Constance, à Bavendorf) ont aussi été pris en compte. Là-bas, avant un épisode infectieux, on renonçait à l'emploi d'un fongicide préventif pour certains arbres.

Les données de validation ont été rassemblées et évaluées au ZEPP. Sur la base des données de validation 2012-2015, on a constaté qu'avec une valeur seuil Simscab de 0,09, tous les épisodes infectieux d'une fréquence >2 % ont été enregistrés.

Au total, les prévisions étaient correctes à 60 %. En ce qui concerne les 40 % restants, il y a eu dans 34 % des cas une surestimation, c'est-à-dire que le modèle indiquait une infection qui ne s'est pas confirmée. Il n'y a eu de sous-estimation que dans 6 % des cas, c'est-à-dire qu'aucune infection n'a été indiquée. La fréquence de contamination dans ces cas était cependant toujours inférieure à 2 %. Les essais de validation de 2016 ont confirmé la fiabilité du modèle.

Sur le site de Wädenswil, VMVenturia a été comparé à d'autres modèles utilisés en Suisse. Sur la base des données de validation avec les arbres en pots de 2012-2016, on a constaté que la fiabilité des prévisions d'infection avec les mêmes données Biofix était comparable à celle de RimPro. Cependant, VMVenturia offre des prévisions plus précises que le modèle Welte utilisé jusqu'ici.

### Lutte contre la tavelure...

La lutte contre la tavelure commence bien avant l'utilisation ciblée de produits phytosanitaires, en prenant en compte les principes de la production phytosanitaire intégrée, diverses mesures de lutte préventives indirectes, comme le choix de sites et de variétés adaptés, une fumure modérée, une taille aérée ou le mulchage pour accélérer la décomposition des feuilles mortes.

### ... avec l'aide du modèle.

Les avantages du nouveau modèle apparaissent après le traitement au débourrement. Les nouvelles données prévisionnelles indiquent les futurs épisodes infectieux. De cette façon, les producteurs peuvent agir de manière proactive dans le choix des produits. Il s'agit d'évaluer quelle est la meilleure stratégie de traitement (préventive ou curative) pour la prochaine période infectieuse. La durée de l'action préventive est d'environ sept à huit jours au printemps suivant les conditions météorologiques et la nouvelle croissance. L'action curative est quant à elle nettement plus courte (un à quatre jours suivant le produit choisi). Les





**Figure 6** | Essai de validation avec trois arbres en pots de la variété Golden Delicious dans un verger à Wädenswil. Au premier plan, piège à spores avec dépôt sur le feuillage.

produits à effet curatif empêchent le développement des spores qui ont déjà germé et qui ont pénétré dans la couche cellulaire supérieure de la feuille. Après le traitement, la protection préventive dure environ sept à douze jours suivant le risque infectieux et la nouvelle croissance. C'est pourquoi, lorsqu'on s'attend à une longue période d'infection, il est recommandé d'opter pour un traitement préventif. En revanche, si les prévisions indiquent une courte période d'infection, il peut également être utile de procéder à un traitement curatif. Lorsque la durée de l'action préventive arrive à son terme, il est conseillé de consulter à nouveau les indications du modèle sur les risques d'infection par la tavelure. L'indication des quantités

de précipitations peut apporter une aide supplémentaire. En cas de fortes précipitations de plus de 15-20mm, le film protecteur du produit préventif est en grande partie lessivé et l'effet est alors insuffisant. Si la tavelure est absente du verger jusqu'à la fin du vol des ascospores, il n'est plus nécessaire de prendre en compte les petits épisodes infectieux à faible risque et les intervalles de traitement peuvent être élargis au cours de l'été. ■

#### Bibliographie

- Siegfried W.: In Obstbau, (Ed. M. Kellerhals, W. Müller, L. Bertschinger, C. Darbellay, W. Pfammatter), Verlag LMZ, 370 S., 1997.