

Combattre le feu bactérien grâce à des variétés peu sensibles

Gabriella SILVESTRI et Simon EGGER, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW

Renseignements: Simon Egger, e-mail: simon.egger@acw.admin.ch, tél. +41 44 783 63 94



Figure 1 | Analyse de jus en laboratoire. Diversité de couleurs, de goûts et d'arômes.

Introduction

Le feu bactérien est une grave maladie des fruits à pépins, causée par *Erwinia amylovora*. Cette bactérie pathogène originaire d'Amérique du Nord infecte surtout les Pomoïdées, une sous-famille des Rosacées. Détecté pour la première fois en Suisse en 1989, le feu bactérien s'est ensuite largement propagé. Dans certaines régions de Suisse, les années de forte contamination, comme 2000 et 2007, ont accéléré le recul général des surfaces de pommes à cidre. Les experts estiment que plus de 15 000 arbres à haute-tige ont été touchés depuis 2000. L'approvisionnement des indus-

tries de transformation en pommes à cidre suisses de qualité devient toujours plus précaire: 30 à 50% des variétés de pommes à cidre cultivées sont sensibles à très sensibles au feu bactérien. L'hécatombe n'est donc pas terminée. La conservation des vergers à haute-tige dépend ainsi du choix de variétés peu sensibles. Toutefois, l'évaluation de cette sensibilité est une tâche complexe. Elle peut varier en fonction des conditions météorologiques, du déroulement de la floraison, de l'âge des arbres et de la pression de l'infection. Le projet SOFEM (lire encadré) a testé cette sensibilité par inoculations ciblées des pousses et des fleurs dans des serres de quarantaine, en conditions optimales pour

Encadré | Le projet SOFEM

SOFEM - Sélection des variétés pour une stratégie intégrée contre le feu bactérien dans la culture suisse des pommes à cidre (*Sortenwahl für eine nachhaltige Feuerbrandstrategie im Schweizer Mostapfelanbau*). La fondation CAVO est le donneur d'ordre et le principal partenaire financier. La Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW est responsable de la mise en œuvre. Le projet s'est déroulé de 2008 à 2011, avec le soutien financier de la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI) de la Confédération. Les services d'arboriculture des cantons de BE, LU, SG, TG et ZH ont collaboré activement au projet, de même que JardinSuisse et la Fruit-Union Suisse (FUS). Le projet SOFEM fait partie de l'éventail de solutions étudiées par ACW pour la maîtrise à long terme du feu bactérien. Des fiches et d'autres informations sont disponibles sur www.varietes-arbo.ch/ Commentaires et résultats.

l'agent pathogène. Des relevés au verger en 2007, 2008 et 2011 ont servi de témoin aux résultats des inoculations réalisées en laboratoire.

Pour les cidreries, le principal critère est la qualité du jus, évaluée par le goût, l'arôme, la teneur en sucres, en acides et en tanins. Dans le projet SOFEM, les variétés peu sensibles au feu bactérien ont également été contrôlées avec soin sur leur aptitude à la transformation. Un bon jus possède un arôme de pomme typé. Dans l'évaluation sensorielle, le panel de la Fruit-Union Suisse FUS a classé les jus sur une échelle de 18 points.

Profil recherché pour les variétés de pommes à cidre

- Faible sensibilité au feu bactérien ainsi qu'aux autres maladies en général (par exemple tavelure, oïdium et chancre)
- Très bonne qualité du jus de fruits (goût et arôme)
- Acidité d'au moins 5g/l et teneur en sucre d'au moins 45°Oechsle (11,2°Brix)
- Pressage facile et rendement en jus (poids du jus par rapport à celui des fruits) d'au moins 77 %
- Rendements élevés et si possible réguliers
- Fenêtre de récolte étroite et récolte mécanisable
- Bonnes propriétés de croissance et structure des couronnes stable.

Résumé

Le recul des vergers de pommes à cidre, dû notamment au feu bactérien, met en péril l'approvisionnement des cidreries en pommes suisses de qualité. Les variétés peu sensibles sont capitales pour maîtriser à long terme la propagation du pathogène, pour approvisionner les cidreries en fruits suisses de qualité et pour préserver l'arboriculture de plein champ, qui modèle nos paysages et joue un rôle écologique important. Dans le contexte de libéralisation croissante des marchés, la qualité des jus et la brièveté des transports d'une production indigène constituent des atouts réels pour les transformateurs de fruits suisses. En collaboration avec la Coopérative centrale pour la valorisation des produits fruitiers suisses non distillés CAVO et d'autres partenaires, la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW a testé différentes variétés de pommes – anciennes et nouvelles – sur leur sensibilité au feu bactérien, la qualité de leur jus et leur aptitude à la transformation, ainsi que sur leur rendement et leur croissance. Entre 2008 et 2011, une centaine de variétés ont été inoculées en conditions contrôlées pour tester la sensibilité de leurs pousses au feu bactérien et, pour une dizaine d'entre elles, celle de leurs fleurs. Une cinquantaine de variétés ont montré des propriétés très prometteuses pour la transformation et les qualités chimiques et organoleptiques de leur jus ont été analysées. Parmi les cultivars examinés, dix-sept donnent un jus de grande qualité et sont en même temps peu sensibles au feu bactérien.

Matériel et méthodes**Inoculation des pousses**

Les génotypes à tester ont été greffés sur porte-greffe M9v/T337 et cultivés en pot (35,5 cm de haut et 7 cm de diamètre) pendant quatre à cinq semaines en conditions optimales (température 18 à 25 °C; humidité relative 70 %). Les fleurs et les drageons ont été régulièrement éliminés. Du soufre a été appliqué contre l'oïdium et, au besoin, un insecticide contre les pucerons du feuillage. Après quatre semaines, seule la pousse la

plus forte a été maintenue sur les plants. Les essais ont porté sur les pousses d'au moins 10 cm de long. L'inoculation a été réalisée en serre de quarantaine avec la souche suisse *Erwinia amylovora* ACW610rif à une concentration de 10^9 ufc/ml (Kahn *et al.* 2006; Momol *et al.* 1998). L'injection a été faite à la seringue médicale dans la pointe des jeunes pousses au niveau de la dernière feuille complètement développée (dix à douze plantes par génotype). La longueur des lésions extérieures visibles (fig. 2) a été mesurée chaque semaine pendant trois semaines. La sensibilité des pousses des différentes variétés a été exprimée par le rapport (en %) entre la longueur des lésions visibles et la longueur totale de la pousse (Le Lezec et Paulin 1984). Pour le classement, Gala et Rewena étaient les variétés sensible (tabl.1) et peu sensible de référence.

Inoculation des fleurs

Essais effectués en serre de quarantaine

La culture d'arbres expérimentaux demande une préparation particulière pour obtenir des bourgeons floraux optimaux. Des arbres âgés de deux ans ont été refroidis à 2°C durant la phase physiologique de dormance hivernale, pour retarder la floraison et contrôler son développement. Après le séjour au frais, les arbres ont été placés en pot de 5 litres et exposés à l'extérieur pour permettre le débourrement. L'inoculation (fig. 3) a eu lieu au stade pleine floraison (BBCH 65).



Figure 2 | Les bactéries se disséminent à partir du point d'injection; l'extrémité de la pousse devient brun-rouge et la tige, gris-vert à noir.

Comme pour les pousses, la souche suisse *Erwinia amylovora* ACW610rif a servi d'inoculum (EPPO Richtlinie PP1/166(3)) à la concentration de 10^8 ufc/ml et à raison de quatre fleurs par bouquet floral. Les fleurs et bouquets non inoculés ont été marqués et ôtés le jour suivant. Selon leur stade de développement, les variétés présentaient un nombre variable de bouquets floraux. Le climat de la serre était de 25°C la journée et 15°C la nuit, à 70 % d'humidité relative. L'importance des symptômes a été évaluée sur une échelle de 1 à 9, au 4^e, 7^e, 10^e, 14^e, 21^e et 28^e jour après l'inoculation. L'échelle d'évaluation a été établie dans un essai préalable en automne 2010 (tabl. 2).

Tableau 1 | Echelle de sensibilité des pousses comparée à celle de la variété sensible de référence Gala, trois semaines après l'inoculation

Sensibilité de la pousse	% en comparaison avec Gala
1 = résistante	= 0
2 = très faible	< 10
3 = faible	10 < 25
4	25 < 40
5 = moyenne	40 < 60
6	60 < 80
7 = élevée	80 < 100
8	100 < 125
9 = très élevée	≥125



Figure 3 | Les fleurs ont été inoculées individuellement au vaporisateur (volume par fleur: 200 µl) dans une serre de quarantaine.

Essais au champ

En Suisse, *Erwinia amylovora* est un organisme de quarantaine et les essais d'inoculation en plein champ sont interdits. Ils ont donc été pratiqués en Allemagne dans une parcelle isolée, en collaboration avec le Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB). L'inoculation a eu lieu sur des arbres en pot âgés de trois ans avec au moins 50 % de fleurs ouvertes (BBCH65 à BBCH67 selon les variétés). Des bouquets choisis ont été sprayés au vaporisateur à pression Mesto® avec une suspension de bactéries à haute virulence (souche *Erwinia amylovora* 385, 10⁸ UFC/ml), puis emballés dans des sachets en plastique pendant cinq jours. L'évaluation a eu lieu au 8^e, 15^e et 22^e jour après inoculation. Les symptômes ont été classés sur l'échelle de 1 à 9 présentée au tableau 2, qui a pu ainsi être validée avec des essais à l'extérieur. Durant les vingt-deux jours de test, la température moyenne a été de 14,9°C. Lors de l'inoculation le 26 mai, la température diurne moyenne de 17°C et le temps humide réunissaient les conditions nécessaires à l'infection des fleurs. Selon le modèle de prévision MARYBLTYT™, les quatre conditions suivantes doivent être remplies le même jour pour permettre l'infection des fleurs:

- fleurs ouvertes, intactes (pistil et anthères présents)
- une fois la fleur ouverte, 110 degrés-heures au-dessus de 18,3°C (soit plusieurs jours chauds)
- température diurne moyenne supérieure à 15,6°C
- pluie (au moins 0,25mm) ou rosée; ou plus de 2,5mm de pluie la veille.

Transformation et qualité du jus

Selon les quantités de fruits disponibles, les essais de pressage de variétés pures ont été réalisés de trois manières: à l'échelle industrielle (10 tonnes) à la cidrerie Möhl AG à Arbon, dans un petit presseur (250 kg) à Wädenswil, en collaboration avec l'Université des sciences appliquées de Zurich (ZHAW), ou en petites quantités de 20 kg. Il n'a pas été fait usage d'enzymes, d'agents clarifiants ou d'autres additifs. Les exigences minimales pour la qualité des fruits étaient celles des *Normes et prescriptions relatives aux fruits à cidre* (FUS 2008). Lors des années d'essai successives, l'opération a été si possible répétée avec des fruits de même provenance. La caractérisation chimique des jus s'est basée sur la teneur en sucre total (°Brix), en acide malique (g/l, acidité titrable) et en phénols totaux (mg/l). De plus, les différents types de sucres (glucose, fructose, saccharose) et le sorbitol (sucre-alcool) ont été mesurés. Les sucres, les acides et les phénols sont des composants majeurs du goût des jus de pomme (Schobinger et Müller 1975). Pour juger les jus, des partenaires du projet et des représentants des cidreries artisanales ont utilisé l'échelle à 18 points du panel de contrôle du marché de la FUS. Les critères jugés étaient «limpidité et couleur», «arôme», «goût» et «impression générale». Les jus à taux d'acidité élevé étant peu appréciés, il est indispensable, pour une évaluation exhaustive de leurs propriétés, de tenir compte de commentaires oraux tels que «fruité, aromatique, utilisable en mélange, beaux tanins». Le jus de la variété Boskoop a servi de référence.

Tableau 2 | Echelle du projet SOFEM pour l'évaluation des symptômes après inoculation artificielle des fleurs

Classe 1 = pas de symptômes
Bouquet sans aucun symptôme visible Le flétrissement des fleurs est typique de la variété
Classe 2 = symptômes diffus
Réceptacle, pédoncule et sépales verts Étamines et/ou carpelles décolorés
Classe 3 = infection des fleurs
Sépales et/ou réceptacle orange à noir Tige nécrosée sur maximum un tiers de sa longueur Maximum une fleur avec les symptômes de classe 4
Classe 4 = infection des fleurs
Tige toute noire ou au moins un tiers nécrosée Pédoncule vert, nette séparation Plus d'une fleur avec les symptômes de classe 4
Classe 5 = bouquet floral et pédoncule
Coloration foncée du pédoncule, sépales sains Nécrose limitée au pédoncule Jeunes pousses saines
Classe 6 = bouquet floral, pédoncule et jeune pousse
Jeunes pousses malades Pas de jeunes pousses, bouquet floral entier malade Pas de nécrose visible dans le bois
Classe 7 = nécrose du bois < 5 cm
Nécrose du bois visible (< 5 cm)
Classe 8 = nécrose du bois < 10 cm
Classe 9 = nécrose du bois > 10 cm
Les symptômes visibles de l'infection continuent à s'étendre

Résultats

Sensibilité au feu bactérien

Les essais d'inoculation de pousses montrent que la dissémination des bactéries dans les tissus hôtes perceptible visuellement varie en fonction des variétés. Dans le projet ont été qualifiées de peu sensibles les variétés présentant une lésion visible de 40 % inférieure à celle de Gala (tabl.1). La figure 4 présente les résultats d'inoculation des pousses des dix-sept variétés de pommes à cidre recommandées en arboriculture (ACW-Flugschrift 129: Beschreibung wertvoller Mostapfelsorten, 2011), ainsi que de la variété sensible témoin Gala. Parmi ces

variétés, il existe une certaine incertitude concernant la variété précoce Reglindis qui, en 2009, a présenté une lésion dépassant 60 % de la longueur de celle de Gala, mais enregistre de meilleurs résultats dans d'autres essais. Reglindis ne peut donc pas être recommandée dans les situations très exposées au feu bactérien. Les variétés les moins sensibles comme Rewena et Entreprise ont, dans certains tests, présenté des lésions dont la longueur n'atteignait pas 10 % de celles de Gala. Comme

on le constate pour Gala à la figure 4, la longueur des lésions des variétés les plus sensibles présente souvent une grande dispersion relative entre les années d'essai.

Dans les essais d'inoculation des fleurs, l'extension et l'intensité des symptômes ont aussi différencié les variétés (fig. 5). Dans la classe 4, les fleurs se détachent à la base de la tige; dans la classe 5, une cicatrice se forme sur le pédoncule, qui entraîne aussi souvent la chute des fleurs (fig. 6).

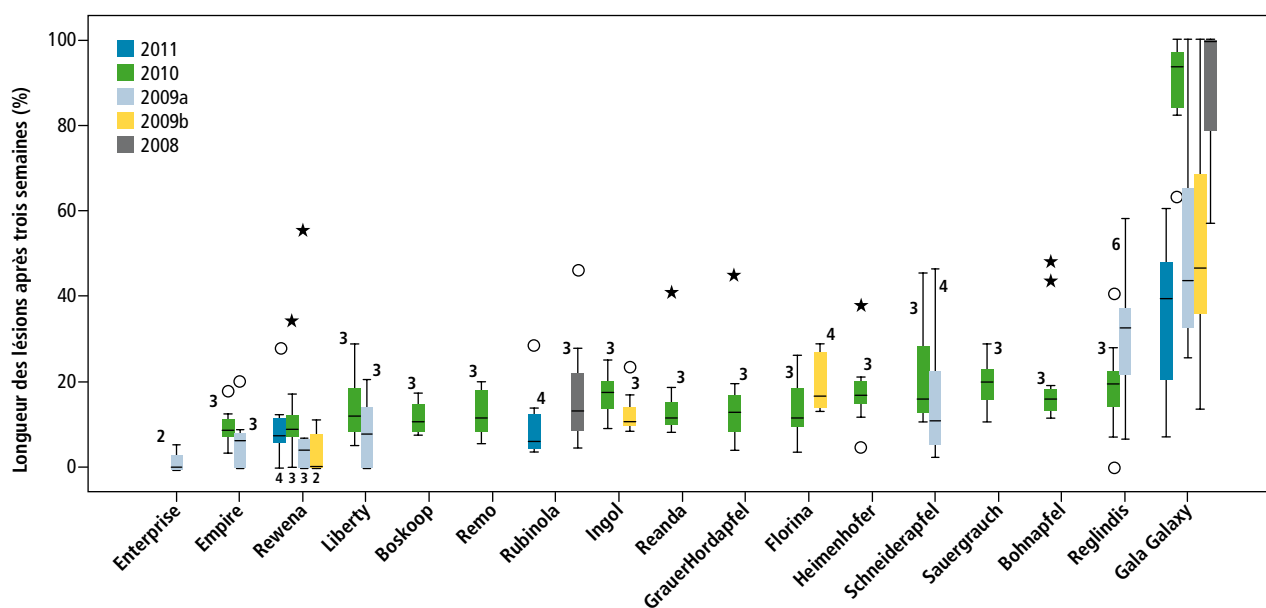


Figure 4 | Sensibilité des pousses des dix-sept variétés recommandées pour les cultures de pommes à cidre après inoculation artificielle. Longueurs des lésions en pourcentage de la longueur totale des pousses trois semaines après inoculation. Le chiffre correspond au classement par rapport à la variété sensible de référence Gala du tableau 1 (1 = résistante, 9 = très grande sensibilité).

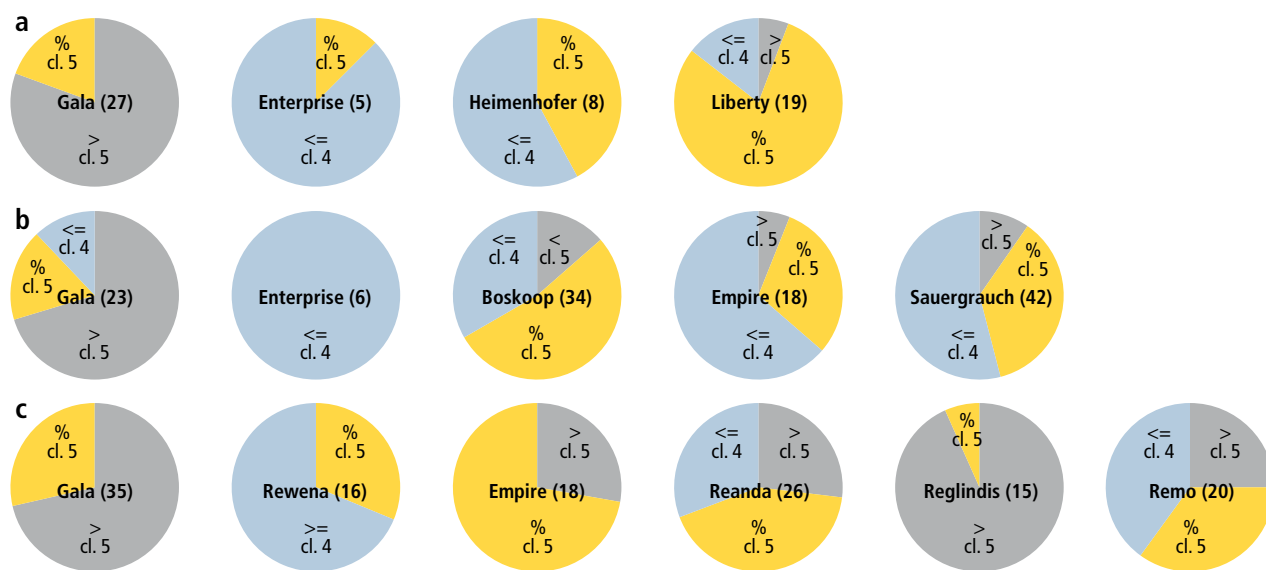


Figure 5 | Pourcentage de bouquets floraux dans les classes inférieures à 5 (bleu), 5 (jaune) et supérieures à 5 (gris). Le nombre de bouquets inoculés est indiqué entre parenthèses (100%). a = en serre, série 1; b = en serre, série 2 (évaluation 28 jours après inoculation); c = extérieur (évaluation 22 jours après inoculation).

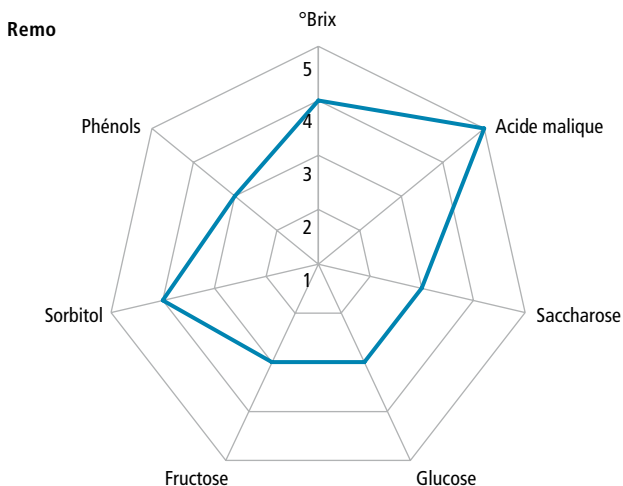
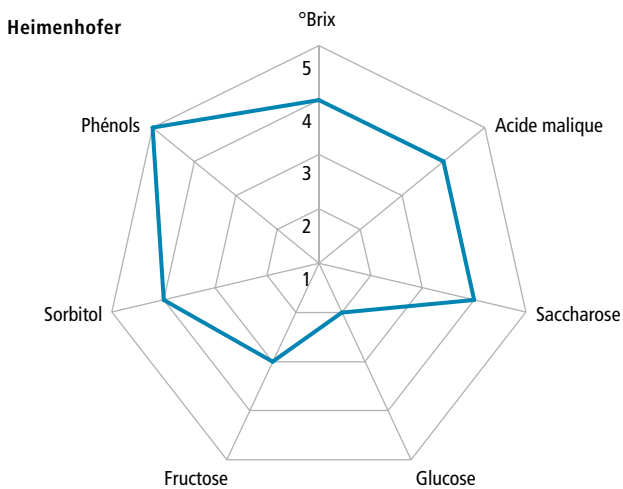



Figure 6 | Symptômes du feu bactérien après inoculation artificielle des fleurs. Classe 5: les cicatrices de séparation en formation sur le pédoncule (1) ainsi que l'absence de décoloration du bois (2) sont bien visibles.

Chez les variétés ayant une grande part de bouquets floraux dans les classes 3 à 5, les symptômes visibles se limitent aux organes des fleurs. Par contre, chez la variété sensible Gala, l'infection visible s'étend à l'arbre. Le bois est très nettement nécrosé. Lors des inoculations de fleurs en serre (fig. 5a et 5b), toutes les variétés testées réagissent nettement mieux que Gala. Reanda, Remo et Rewena ont présenté de bons résultats à l'extérieur (fig. 5c), tandis que Reglindis présentait là aussi une plus grande sensibilité. L'extension assez importante des symptômes à l'extérieur pourrait être due aux conditions météorologiques très humides et au feuillage très mouillé, des facteurs clés d'infection de feu bactérien (Moltmann et Herr 2011; Pusey 2000).

Variétés peu sensibles: un jus de très bonne qualité

Les trois années d'essai de transformation ont abouti à un résultat réjouissant: une série de variétés sont peu sensibles au feu bactérien et offrent un jus de bonne qualité, parmi les variétés suisses traditionnelles à



Récolte	A-M10	
Rendement %	90-80	
°Oechsle	59,2-50,3	
°Brix	14,3-12,0	
Acides gAm/l	10,4-7,2	
Phénols mg/l	490-365	
Rapport doux/acidité	17,4-13,8	
Acidité équilibrée, fruité, aromatique, propre, beau, convient à la fabrication de jus à partir d'une seule variété		
Aspect visuel	3,0	15,5-15,0 points (sur un total de 18)
Arôme	4,1-3,7	
Goût	4,2	
Ensemble	4,3-4,2	


Récolte	M9	
Rendement %	90-86	
°Oechsle	56,7-46,8	
°Brix	13,7-11,1	
Acides gAm/l	11,2-8,2	
Phénols mg/l	318-132	
Rapport doux/acidité	13,5-11,3	
Couleur un peu claire, turbidité parfois instable, très acide, astringent. Excellent en mélange		
Aspect visuel	3,0-2,0	13,5-11,0 points (sur un total de 18)
Arôme	4,1-3,3	
Goût	3,6-3,2	
Ensemble	3,6-3,0	

Figure 7 | Propriétés du jus des variétés de pommes Heimenhofer et Remo.

haute-tige comme parmi les nouveaux cultivars. Les jus de Boskoop, Grauer Hordapfel, Ingol, Remo et Rewena se situent dans le domaine acide et se profilent comme de bons fournisseurs d'acidité dans la valorisation de fruits de table déclassés, souvent peu acides et à teneurs trop faibles en tanins et en substances sapides. Les jus d'Enterprise et Florina ont été perçus comme très sucrés. Celui de Rubinola présente au contraire un arôme particulier, velouté, rappelant un peu la poire. Les anciennes variétés suisses Schneiderapfel et Heimenhofer, entre autres, ont été très bien notées à la dégustation. La seconde convient aussi en jus de variété pure, d'après l'évaluation du panel, avec un rendement en jus pouvant atteindre 90 %.

Discussion

L'inoculation des pousses réalisée sur plusieurs années a montré que la sensibilité des différentes variétés peut varier considérablement, même en conditions standardisées (fig. 8). Les essais doivent être répétés à plusieurs reprises. L'évaluation des variétés en comparaison avec la variété sensible Gala a été concluante (tabl.1) et a permis des comparaisons transversales entre différentes séries de tests. Les variétés peu sensibles ont présenté de manière constante des longueurs de lésions inférieures à 40 % de celle de Gala.

Les essais d'inoculation des pousses ont montré que la bactérie n'envahit pas les tissus à la même vitesse pour chaque variété. Cet élément est très précieux pour la pratique, l'assainissement à travers des mesures culturales appropriées ayant plus de chances d'aboutir lorsque la bactérie se propage lentement dans la plante hôte. Divers travaux indiquent cependant que des bactéries peuvent être détectées chez les arbres malades

dans des parties qui ne présentent aucun symptôme visible et encore vertes (SOFEM, Interreg IV «Stratégies contre le feu bactérien», non publié). Pour la pratique, cette découverte est cruciale, car ces arbres pourraient constituer des foyers infectieux «non détectés» et donc un danger pour les plantes hôtes environnantes. L'étude Interreg IV a néanmoins montré que le choix de variétés peu sensibles combiné à des mesures culturales appropriées était un moyen de lutte efficace.

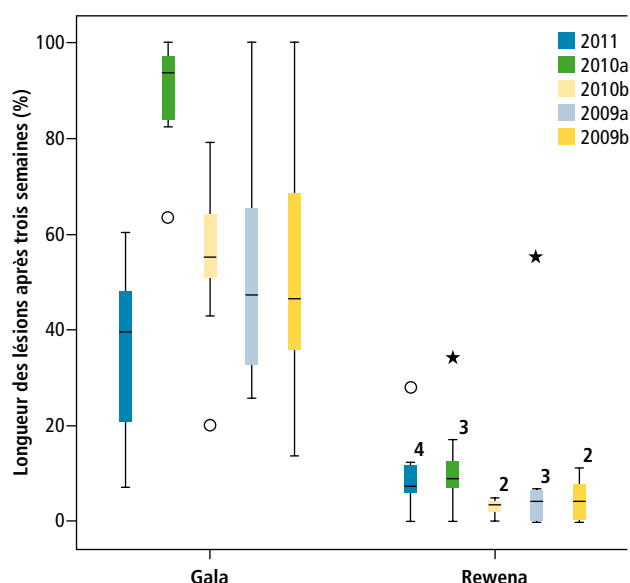


Figure 8 | Comparaison des variétés de référence Gala (sensible) et Rewena (peu sensible) après inoculation artificielle des pousses. Longueur des lésions par rapport à la longueur totale de la pousse trois semaines après inoculation. Le chiffre correspond au classement par rapport à la variété de référence Gala (1 = résistante, 9 = très sensible).

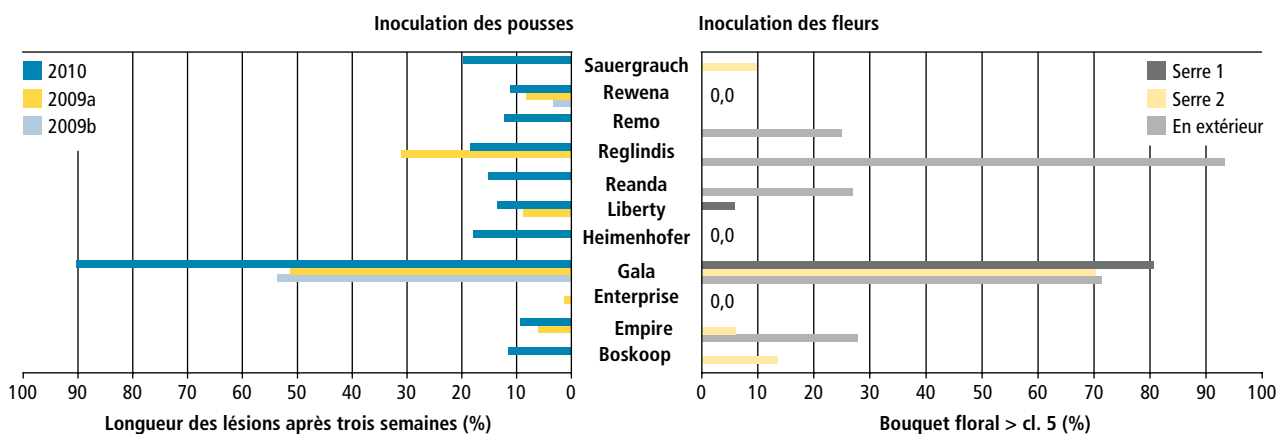


Figure 9 | Comparaison de la sensibilité des pousses et des fleurs. Longueur moyenne de la lésion par rapport à la longueur totale de la pousse trois semaines après inoculation, ou proportion de bouquets entièrement malades et/ou de nécroses visibles du bois (classes > 5).

Pourquoi les différentes variétés forment-elles des lésions de longueur inégale? Qu'est-ce qui modifie la concentration des bactéries dans les tissus? La virulence des bactéries est-elle variable? Des études ultérieures sur ces questions devraient fournir des bases au développement et à l'optimisation de stratégies appropriées pour maîtriser la maladie.

En conditions de culture, la fleur est la principale voie de contamination bactérienne (Thomson 2000). Si le risque d'infection est élevé au moment de la floraison, toutes les variétés de fruits à pépins sont en principe menacées. Il n'est pas encore certain qu'il existe un lien entre la sensibilité des pousses et celle des fleurs. Les travaux réalisés jusqu'à présent n'ont pas montré de corrélation claire (Berger et Zeller 1994; Le Lezec *et al.* 1986). Les essais d'inoculation de fleurs affinent ainsi le profil de la sensibilité des différentes variétés et améliorent la valeur de prédiction pour la situation en plein champ. La figure 9 compare les résultats des tests d'inoculation de pousses et de fleurs des dix variétés examinées en 2011 sur la sensibilité de leurs fleurs, par rapport à la variété témoin Gala. Pour plus de fiabilité, des essais supplémentaires devraient être menés sur d'autres variétés.

Les observations réalisées à l'extérieur en 2007 et 2011 ont montré que les variétés qui affichaient de mauvais résultats en serre étaient généralement sensibles en culture, par exemple Blauacher Wädenswil et Topaz, dont les fruits et le jus présentent par ailleurs des propriétés intéressantes. Le choix de variétés peu sensibles (Fiche ACW n°732) permet à la fois d'assurer la production de fruits à cidre suisses de qualité et de réduire la pression générale de l'infection. Les résultats du projet SOFEM devraient servir de base de décision aux privés, aux organisations de protection de la

nature – par exemple lors du remplacement ou de la création de vergers ainsi qu'aux producteurs de fruits à cidre. Il est important que les pépinières s'associent maintenant à cet effort en favorisant les variétés peu sensibles au feu bactérien dans leurs assortiments. Toutefois, trois années d'essai représentent peu de temps par rapport à la durée d'un verger. Divers programmes récents ont fait avancer à grands pas la sélection de variétés peu sensibles au feu bactérien et de nouveaux progrès sont attendus. Pour les variétés les plus récentes, l'analyse de leur comportement en termes de rendement et de croissance demandera encore un peu de recul. Des cultures pilotes menées en collaboration avec les services cantonaux d'arboriculture permettront d'observer à moyen terme les variétés très prometteuses. ■

Remerciements

Les responsables du projet adressent leurs vifs remerciements au CAVO, aux autres partenaires du projet et à la CTI pour leur soutien financier et leur excellente collaboration.

Bibliographie

- Berger F. & Zeller W., 1994. Resistenz von Apfel- und Birnensorten gegen Feuerbrand nach Blüteninfektion. *Obstbau* **8**, 403–404.
- EPPO-Richtlinie PP 1/166(3), 2002. Efficacy evaluation of bactericides – *Erwinia amylovora*. *EPPO Bulletin* **32**, 341–345.
- Interreg-IV-A-Projekt «Gemeinsam gegen Feuerbrand». www.feuerbrand-bodensee.org.
- Khan M. A., Duffy B., Gessler C. & Patocchi A., 2006. QTL mapping of fire blight resistance in apple. *Molecular Breeding* **17**, 299–306.
- Le Lezec M., Babin J. & Lecomte P., 1986. Sensibilité des variétés américaines et européennes de pommier au feu bactérien. *Arboriculture fruitière* **388**, 23–29.
- Le Lezec M. & Paulin J. P., 1984. Shoot susceptibility to fire blight of some apple cultivars. *Acta Horticulturae* **151**, 277–281.
- Moltmann E. & Herr R., 2011. Effect of Wetness on Blossom Infections by *Erwinia amylovora* – Impact of Forecasting Models. Proc. 12th Int. Workshop on Fire Blight. *Acta Horticulturae* **896**, 277–281.
- Momol M. T., Norelli J. L., Piccioni D. E., Momol E. A., Gustafson H. L., Cummins J. N. & Aldwinckle H. S., 1998. Internal movement of *Erwinia amylovora* through symptomless apple scion tissues into the rootstock. *Plant Disease* **82**, 646–650.
- Pusey P. L., 2000. The role of water in epiphytic colonization and infection of pomaceous flowers by *Erwinia amylovora*. *Phytopathology* **90**, 1352–1357.
- Schobinger U. & Müller W., 1975. Produktions- und Verarbeitungstechnische Aspekte bei der Beurteilung von Apfel- und Birnensorten für die Getränkeherstellung. *Flüssiges Obst* **44**, 414–419.
- Thomson S.V., 2000. Epidemiology of fire blight. In: Vanneste J. L. (eds) Fire Blight: The Disease and its Causative Agent, *Erwinia amylovora*. CAVI Publishing, Wallingford UK, 9–37.

Summary

Robust varieties are crucial for fireblight control

The loss of traditional apple orchards, also due to fire blight outbreaks, is threatening the supply of the Swiss cider industry in high quality cider apples. Fireblight tolerant varieties are a key-factor in a sustainable disease-management. They not only ensure the availability of high quality cider apples, but also help to maintain traditional orchards, playing an important role with respect to landscape and ecology. In the market liberalization context, high juice quality and short transport distances are trump cards for the Swiss cider industry in facing competitors. The Research Station Agroscope Changins-Wädenswil ACW in collaboration with the Centralgenossenschaft für Alkoholfreie Verwertung von Schweizer Obstprodukten CAVO and other partners tested traditional and new apple varieties for their susceptibility to fireblight, juice quality, processing ability, as well as growing habit and productivity. From 2008 to 2011 about hundred apple varieties were tested for fireblight susceptibility by shoot inoculation, whereof ten additionally by bloom inoculation. In total fifty promising varieties have been tested for their processing ability and chemical as well as sensory juice quality. Out of all the varieties tested, seventeen fulfilled the high requirements for juice quality, while showing low susceptibility to fire blight.

Key words: *Erwinia amylovora*, fire blight, cider apples, apple juice, traditional orchards.

Zusammenfassung

Mit robusten Sorten dem Feuerbrand entgegen wirken

Die Abnahme der Mostapfel bestände, mit verursacht durch den Feuerbrand, gefährdet zunehmend die Versorgung der Mostereien mit qualitativ hochwertigen Schweizer Mostäpfeln. Feuerbrandrobuste Sorten sind zentraler Bestandteil eines nachhaltigen Feuerbrand-Managements, stellen die Versorgung mit hochwertigem Schweizer Mostobst sicher und helfen mit, den landschaftsprägenden und ökologisch wichtigen Feldobstbau langfristig zu erhalten. In einem zunehmend liberalisierten Marktumfeld sind hohe Saftqualität und kurze Transportwege dank einheimischer Produktion wichtige Trümpfe der Schweizer Obstverarbeiter. Zusammen mit der Centralgenossenschaft für Alkoholfreie Verwertung von Schweizer Obstprodukten CAVO und weiteren Partnern hat die Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW bekannte und neue Apfelsorten auf ihre Feuerbrandanfälligkeit, hinsichtlich der Saftqualität und technologischen Eignung für die Verarbeitung sowie bezüglich ihrem Wuchs- und Produktionsverhalten geprüft. Von 2008 bis 2011 wurden rund hundert Apfelsorten mittels Inokulation unter kontrollierten Bedingungen auf ihre Triebanfälligkeit gegenüber Feuerbrand getestet, zehn davon auch auf ihre Blütenanfälligkeit. Insgesamt fünfzehn vielversprechende Sorten wurden auf ihre Verarbeitungseigenschaften geprüft und deren Saftqualität chemisch und sensorisch beurteilt. Von den geprüften Sorten liefern siebzehn Sorten hochwertige Säfte und sind gleichzeitig robust gegenüber Feuerbrand.

Riassunto

Combattere il fuoco batterico grazie a delle varietà poco sensibili

Il calo dei frutteti di mele da sidro causato, in particolare, dal fuoco batterico, minaccia l'approvvigionamento delle sidrerie con mele svizzere di qualità. Le varietà poco sensibili al fuoco batterico sono fondamentali per gestire a lungo termine la propagazione del patogeno, per approvvigionare le sidrerie con frutti svizzeri di qualità e per preservare la frutticoltura da alto fusto che modella i nostri paesaggi e ricopre un ruolo ecologico importante. Nel contesto della crescente liberalizzazione dei mercati, l'alta qualità del succo e le brevi distanze di trasporto costituiscono dei vantaggi reali per i trasformatori di frutta svizzera. La stazione di ricerca Agroscope Changins-Wädenswil ACW, in collaborazione con la Centralgenossenschaft für Alkoholfreie Verwertung von Schweizer Obstprodukten CAVO e altri partner, ha testato diverse varietà di mele, vecchie e nuove, sulla loro sensibilità al fuoco batterico, la qualità dei loro succhi, la loro attitudine alla trasformazione, così come la loro produttività e crescita. Tra il 2008 e il 2011 un centinaio di varietà sono state inoculate in condizioni controllate per testare la sensibilità dei germogli al fuoco batterico e, per una decina di loro, quella dei fiori. Una cinquantina di varietà ha mostrato delle proprietà molto promettenti per la trasformazione e si sono analizzate le qualità chimiche e organolettiche del loro succo. Tra i cultivar esaminati, diciassette forniscono un succo di alta qualità e risultano allo stesso tempo poco sensibili al fuoco batterico.