



www.efbs.admin.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Eidgenössische Fachkommission für biologische Sicherheit EFBS
Commission fédérale d'experts pour la sécurité biologique CFSB
Commissione federale per la sicurezza biologica CFSB
Cumissiun federala per la segirezza biologica CFSB

Swiss Expert Committee for Biosafety SECB

Feu bactérien : la lutte continue

Comparaison des différentes méthodes de lutte contre le feu bactérien en Suisse en termes de biosécurité, d'efficacité et de durabilité

Version courte, mai 2015



Michele Gusberti¹, Monika Maurhofer Bringolf^{1,2}, Urs Klemm², Matthias S. Meier^{2,3}, Isabel Hunger-Glaser²

¹Institut de biologie intégrative, Groupe Phytopathologie, Institut fédéral de technologie, CH-8092 Zurich, Suisse ;

²Commission fédérale d'experts pour la sécurité biologique (CFSB), CH-3003 Berne, Suisse ; ³Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL), CH-5070 Frick, Suisse.

Commission fédérale d'experts pour la sécurité biologique
c/o Office fédéral de l'environnement OFEV, 3003 Berne
Tél. +41 58 463 03 55, info@efbs.admin.ch
www.efbs.ch

Le feu bactérien, causé par *Erwinia amylovora*, est probablement la maladie bactérienne la plus redoutable et la plus dévastatrice pour les vergers de pommiers et de poiriers. En Suisse, *E. amylovora* est observée pour la première fois en 1989 sur *Cotonéaster sp.* La première contamination de vergers de pommiers et de poiriers remonte à 1991. Vu l'effet hautement dévastateur de l'agent pathogène, des mesures de quarantaine et d'éradication sont adoptées. Ces mesures n'empêcheront toutefois pas la propagation de la maladie dans la quasi-totalité des régions du centre et du nord du pays au cours des années qui suivent. Après le pic d'infection de 2007, la totalité des arbres contaminés sont arrachés. Pour limiter la progression de la maladie, l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) autorise en 2008 l'utilisation de streptomycine dans les vergers de pommiers et de poiriers. D'autres mesures sont également utilisées pour lutter contre la bactérie (agents de lutte biologique, produits chimiques, cultivars tolérants).

Le présent rapport vise à comparer les différents produits et méthodes couramment appliqués dans les vergers de pommiers en Suisse (à l'exception des produits génétiquement modifiés) :

- BlossomProtect
- Produits à base de cuivre
- Myco-Sin
- LMA
- Produits contenant du sulfate de streptomycine
- Cultivars résistants / tolérants au feu bactérien, obtenus par des méthodes de sélection conventionnelles
- Cultivars résistants / tolérants au feu bactérien, obtenus par des méthodes de génie génétiques

L'étude s'est concentrée sur les objectifs de protection suivants, un accent ayant été mis sur les aspects liés à la biosécurité :

- Éradication du feu bactérien dans les vergers et l'environnement
- Protection de la santé humaine
- Protection de la santé animale
- Préservation de l'environnement
- Intérêt économique
- Préservation de la diversité agricole

Pour chaque mesure, des données liées aux objectifs de protection spécifiques ont été collectées dans la littérature spécialisée et dans le cadre d'entretiens avec des spécialistes. Les résultats de l'étude s'adressent à toutes les parties prenantes intéressées : exploitants agricoles, Union suisse des paysans (USP), Fruit-Union Suisse, producteurs de poires et de pommes, arboriculteurs, industrie de la protection des récoltes, médias, consommateurs, offices fédéraux et acteurs politiques.

Le **BlossomProtect**, un produit contenant l'agent de lutte biologique *Aureobasidium pullulans*, réduit de 76 à 82 % l'infection due au feu bactérien. Son efficacité à long terme devrait être garantie. L'impact de la substance sur les travailleurs agricoles et les consommateurs a été jugé négligeable, de même que sur les animaux, ainsi que sur les organismes terrestres et aquatiques exposés. L'acceptation par les consommateurs et le potentiel de commercialisation des pommes traitées au BlossomProtect devrait être élevé, même si des lésions (roussissement) peuvent être observées sur les fruits, selon le cultivar utilisé et le nombre d'applications réalisées. Du fait de sa haute efficacité, cet agent de lutte biologique devrait par ailleurs garantir une protection suffisante de la plupart des cultivars sensibles au feu bactérien, en particulier lorsqu'il est combiné avec d'autres produits tels que le Myco-Sin. Le BlossomProtect a un impact positif sur la diversité des cultivars de pommiers

et améliore la diversification des pratiques agricoles, son utilisation étant autorisée en agriculture biologique.

L'hydroxyde de cuivre, l'oxychlorure de cuivre, le sulfate de cuivre et l'oxyde de cuivre, les composés cuivrés les plus utilisés, ont prouvé leur efficacité contre le feu bactérien à respectivement 88 %, 50 %, 35 % et 25 %. Leur application ne devrait pas entraîner le développement de résistances ni de problèmes de santé chez l'homme. Ces substances pourraient cependant présenter un risque pour les animaux qui y seraient exposés ainsi que pour certaines cultures. En raison de leur accumulation dans les eaux et les sols, leur utilisation pourrait avoir un impact négatif sur la biodiversité et la fertilité des sols. Le potentiel de commercialisation des pommes traitées avec ces produits est élevé, l'utilisation du cuivre étant globalement acceptée par les consommateurs. Ces produits pourraient toutefois avoir un effet négatif sur le potentiel de commercialisation des fruits en général, un roussissement pouvant apparaître selon la période d'application. Les produits à base de cuivre sont autorisés en agriculture biologique.

Le **Myco-Sin**, un produit composé de sulfate d'aluminium et d'extraits d'*Equisetum*, présente une efficacité variable contre le feu bactérien (50 à 69 %). Le produit est décrit comme ayant une efficacité durable. Des effets indésirables sur les travailleurs agricoles et les autres personnes qui manipulent le produit ont certes été identifiés mais jugés négligeables. Le produit peut également avoir des effets secondaires minimes sur les animaux exposés (déficit en thiamine), et sur les organismes aquatiques et terrestres (acidification du milieu). Les fruits traités avec ce produit ne voient pas leur potentiel de commercialisation diminuer. Du fait de sa faible efficacité, le Myco-Sin n'assure toutefois pas une protection complète des cultivars de pommiers sensibles au feu bactérien avec toutes les pratiques de production agricole. Il est lui aussi autorisé en agriculture biologique.

Le **LMA**, un nouveau pesticide contenant du sulfate d'aluminium et de potassium, présente une efficacité moyenne de 73 % contre le feu bactérien. Le produit a été évalué à durabilité élevée. Il ne devrait pas avoir d'impact particulier sur les travailleurs agricoles, les consommateurs ni les animaux exposés. S'il n'est pas manipulé correctement, il peut toutefois avoir des effets indésirables sur les organismes aquatiques (du fait de l'acidification du milieu). Compte tenu de sa haute efficacité, le LMA devrait garantir une protection efficace des cultivars de pommiers sensibles au feu bactérien en production intégrée. Son utilisation n'est pas autorisée en agriculture biologique.

Ag-Streptomycin, Strepto et Firewall 17, trois produits contenant du sulfate de streptomycine, présentent, parmi toutes les méthodes analysées dans le cadre de l'étude, la meilleure efficacité contre le feu bactérien (80 à 89 %). Compte tenu des restrictions d'utilisation de la streptomycine dans l'agriculture suisse (une application au maximum par an), leur efficacité devrait perdurer. Aucune intolérance n'est à prévoir chez les travailleurs agricoles ni les consommateurs si le produit est utilisé conformément aux instructions du fabricant. Une multirésistance aux antibiotiques pourrait être observée chez les animaux exposés, mais elle est jugée faible. La streptomycine a par ailleurs un faible impact sur les communautés bactériennes des sols et de la phyllosphère. Les fruits traités avec la streptomycine ne voient pas leur potentiel de commercialisation décliner dans la mesure où la majorité des consommateurs semblent ignorer que des antibiotiques sont utilisés dans la production de pommes. Du fait de leur haute efficacité, les produits contenant de la streptomycine devraient permettre de préserver la diversité des cultivars dans la production intégrée. Les produits à base de streptomycine ne sont pas autorisés pour une utilisation en culture biologique ni dans les vergers de pommiers standard.

Ladina, un cultivar de pommier tolérant au feu bactérien obtenu par sélection conventionnelle, est d'ores et déjà disponible sur le marché. Ce cultivar présente environ 75 % de pousses infectées de moins que la variété de contrôle Gala Galaxy, ce qui réduit la maladie à un niveau acceptable. Il n'existe pour l'heure pas de cultivar obtenu par sélection classique qui présente soit un seul gène majeur de résistance soit plusieurs gènes de

résistance disposés en pyramide. Il n'est donc pas possible d'estimer l'efficacité ou la durabilité de ces résistances. Aucun effet indésirable n'est à prévoir pour les travailleurs agricoles qui manipulent correctement les cultivars. Le risque d'incorporation de caractéristiques « sauvages » durant le processus de sélection a été abordé. La recherche d'allergènes ou de composants toxiques n'est pas obligatoire pour les cultivars obtenus par sélection conventionnelle. L'utilisation de cultivars de pommiers résistants / tolérants au feu bactérien obtenus par sélection conventionnelle ne pose aucun problème pour la santé des animaux, des organismes terrestres ou aquatiques exposés, ni pour la biodiversité en général. Le potentiel de commercialisation de tels cultivars est élevé. Le principal inconvénient réside dans le fait que les arboriculteurs doivent sélectionner des cultivars qui n'arriveront pas sur le marché avant 12 ou 15 ans, alors qu'il est impossible de prévoir aussi longtemps à l'avance la variété qui aura la préférence des consommateurs. Par ailleurs, alors que la sélection conventionnelle vise à garantir la diversification des pratiques agricoles, une diminution de la diversité des cultivars pourrait être induite.

Il est possible de recourir au génie **généétique** pour insérer un ou plusieurs gènes de résistance dans des cultivars existants et bien acceptés. Une variété ***Gala résistante au feu bactérien issue d'un croisement avec le pommier sauvage MR5*** a été produite récemment. Ce cultivar présente une immunité quasi-totale au feu bactérien. Cela étant, une seule mutation d'*E. amylovora* suffirait pour annuler la résistance au feu bactérien des cultivars MR5. Une souche canadienne virulente a en effet déjà été observée. Comme pour les cultivars obtenus par sélection conventionnelle, aucun effet indésirable n'est à prévoir pour les travailleurs agricoles manipulant des cultivars obtenus par génie génétique. Il n'existe en revanche aucun risque d'incorporation de caractéristiques « sauvages » durant le processus de sélection. Une dissémination de matériel génétique dans l'environnement est possible, mais elle affecterait uniquement les plantes compatibles. Aucun effet n'est à craindre sur les animaux, les sols ni les eaux exposés. Compte tenu du moratoire sur les OGM décrété en Suisse, les fruits génétiquement modifiés ne sont pas autorisés sur le marché national, ce qui limite le potentiel de commercialisation de ce type de cultivars. Par ailleurs, si les arboriculteurs étaient habilités à cultiver la *Gala-MR5 résistante au feu bactérien*, le risque de voir la diversité des cultivars reculer serait grand. En contrepartie, comme c'est le cas pour les cultivars obtenus par sélection conventionnelle, le recours à des cultivars obtenus par génie génétique permettrait de promouvoir la culture d'arbres standard, et ainsi la combinaison avec des arbres nains dans la même région.

Conclusion. Il ressort de notre évaluation que les mesures de lutte contre le feu bactérien utilisées en Suisse présentent une efficacité raisonnable (même si les mesures les plus performantes ne peuvent pas être utilisées en agriculture biologique) et sont globalement inoffensives pour les consommateurs, les travailleurs agricoles et l'environnement. Nos évaluations sont toutefois entachées d'incertitudes dans la mesure où nos connaissances des impacts de ces mesures sur l'environnement et sur la santé humaine sont incomplètes. Ces lacunes devront être comblées à l'avenir. Différents points relatifs à la biosécurité restent selon nous à approfondir, notamment l'effet du cuivre et du BlossomProtect sur les animaux exposés (mammifères, oiseaux, arthropodes, vers de terre, abeilles) et l'accumulation du cuivre dans les sols. Par ailleurs, peu d'études ont été menées sur les résidus de cuivre, d'aluminium et d'extraits d'*Equisetum* dans la culture de pommes. De telles études restent donc encore à mener. Bien que l'application de streptomycine soit considérée comme sûre pour les travailleurs agricoles, le développement d'une (multi)résistance aux antibiotiques chez les personnes qui manipulent la streptomycine ne peut être totalement exclu, le nombre d'études pertinentes disponibles sur le sujet étant insuffisant. La méthode de lutte contre le feu bactérien la plus sûre pour les êtres humains, les animaux et l'environnement est sans conteste l'utilisation de cultivars résistants. Il n'existe cependant pas encore de cultivars présentant un gène majeur de résistance au feu bactérien. Par ailleurs, l'utilisation de cultivars résistants au feu bactérien obtenus par des méthodes de sélection classiques ou génétiques (un seul gène de résistance) pourrait

accroître le risque de développement de souches virulentes d'*Erwinia amylovora*. L'utilisation de deux gènes de résistance ou plus réduirait ce risque. La création de cultivars présentant plusieurs gènes de résistance doit donc être encouragée. Le choix de méthodes de sélection conventionnelles ou génie génétiques relève d'une décision plus politique que de biosécurité. Le recours à des cultivars multirésistants induirait une diminution notable du nombre de cultivars sensibles au feu bactérien dans les vergers de pommiers suisses, mais par là-même une diminution de la diversité des cultivars. La plupart des produits de lutte contre le feu bactérien utilisés actuellement ne sont pas suffisamment efficaces sur le long terme pour garantir la sécurité de la production de pommes, notamment dans l'agriculture biologique. Si des cultivars sensibles continuent d'être plantés, il est à craindre que la lutte contre le feu bactérien ne soit pas menée de façon appropriée, notamment les années où l'infection est d'une grande ampleur. Il apparaît donc urgent de développer des cultivars résistants et de nouveaux produits plus efficaces, plus durables et compatibles avec la production biologique.

Tableau 1 : Vue d'ensemble de l'évaluation des méthodes de lutte contre le feu bactérien - Classification des incertitudes et des problèmes identifiés

a) Données collectées dans la littérature spécialisée ou dans le cadre d'entretiens avec des spécialistes

		Mesures de lutte contre le feu bactérien								
		Biological control	Chemical control			Conventional breeding ^a		"GMO" ^b		
commercial name composition		Blossom Protect <i>A. pullulans</i>	Copper	Mycosin Aluminium sulfate	LMA potassium aluminium sulfate	Strepto, Firewall,... Streptomycin sulfate	1 gene Ladina FB_F7 QTL	2 genes FB_F7 QTL + ???	1 gene 'Gala' + FB_MR5 ^c	2 genes 'Gala' + FB_MR5 + ???
Objectifs de protection										
FB-free agricultural crop and environment										
Feasibility	E ^d	E	E	E	E	E	possible ?*	E	possible ?	
Efficacy of method	76-80%	25-88%	51-69%	73%	80-89%	about 75%	virulent strains?	nearly 100%	?	
durability	high	high	high	high	resistant strains?	virulent strains?	virulent strains?	virulent strains?	virulent strains?	
Protection of consumer and workers										
	AT ^f	AT	AT	AT	AT+ resistance ^g ?	Allergy? no tests required!		?	?	
Protection of environment										
Impact on exposed animals	low	low	low	low	low	low	low	low	low	
Impact on biodiversity	low	medium	medium	medium	low	low	low	low	low	
Impact on soil and water	low	medium	medium	medium	medium	low	low	low	low	
Economic interest (acceptance)										
quality accepted and desired by consumer	medium	medium	high	high	medium	high	high	low	low	
way of production acceptable for consumer	high	high	high	high	medium	high	high	low	low	
Maintain cultivar diversity and diversity of cultivation practices										
Impact of method on cv diversity	low	medium	medium	low	low	high	high	high	high	
Impact of method on cultivation practices	low	medium	medium	medium	medium	low	low	low	low	

Vert : aucun problème ou problème négligeable

Jaune : incertitudes et/ou problèmes mineurs

Orange : incertitudes et/ou problèmes devant être pris en compte urgemment

a Sélection conventionnelle : cultivars intégrant un ou deux gènes de résistance au feu bactérien, obtenus par sélection conventionnelle

b OGM : cultivars intégrant un ou deux gènes de résistance au feu bactérien, obtenus par génie génétique

c 'Gala'+FB_MR5 : estimations basées sur des lignées transgéniques testés dans des conditions de serre avec deux souches de *E. amylovora*.

d E : produit existant

e ? : inconnu

f DT : déjà testé, sans risque pour les travailleurs agricoles et les consommateurs si utilisé conformément aux instructions.

g (Multi)résistance aux antibiotiques non testée chez les travailleurs agricoles.

b) Questionnaire rempli par les spécialistes

Mesures de lutte contre le feu bactérien

commercial name composition	Biological control		Chemical control			Conventional breeding*		"GMO" ^b	
	Blossom Protect <i>A. pullulans</i>	Copper	Mycosin Aluminium sulfate	LMA potassium aluminium sulfate	Strepto, Firewall,... Streptomycin sulfate	1 gene Ladina FB_F7 QTL	2 genes FB_F7 QTL + ???	1 gene 'Gala' + FB_MR5 ^c	2 genes 'Gala' + FB_MR5 + ???
Objectifs de protection									
FB-free agricultural crop and environment									
Feasibility	E ^d	E	E	E	E	E	possible ? ^e	E	possible ?
Efficacy of method	medium	medium	medium	medium	high	high	medium	high	?
Durability	high	high	high	high	low	medium-low	medium	medium-low	medium
Protection of workers	low	low	low	low	?	low	low	low	low
Protection of consumer	low	low	low	low	low	low	low	low	low
Protection of environment									
Impact on exposed animals	low	low	low	low	low	low	low	low	low
Impact on biodiversity	low	medium	medium	medium	high	low	low	low	low
Impact on soil and water	low	low	low	low	medium	low	low	low	low
Economic interest (acceptance)									
Quality accepted and desired by consumer	high	high	high	high	medium	high	high	low	low
Way of production acceptable for consumer									
Maintain cultivar diversity and diversity of cultivation practices									
Impact of method on cv diversity	medium	medium	medium	low	low	high	high	high	high
Impact of method on cultivation practices	?	?	?	?	high	low	low	medium	medium

Vert : aucun problème ou problème négligeable (degré de sévérité 1 et probabilité de survenance des dommages 1 < degré de sévérité 2 et probabilité de survenance des dommages 2)

Jaune : incertitudes et/ou problèmes mineurs (degré de sévérité 2 et probabilité de survenance des dommages 2-4 < degré de sévérité 3 et probabilité de survenance des dommages 1)

Orange: incertitudes et/ou problèmes devant être pris en compte urgemment (degré de sévérité 3 et probabilité de survenance des dommages 2-4 < degré de sévérité 4 et probabilité de survenance des dommages 1-4)

a Sélection conventionnelle : cultivars intégrant un ou deux gènes de résistance au feu bactérien, obtenus par sélection conventionnelle

b OGM : cultivars intégrant un ou deux gènes de résistance au feu bactérien, obtenus par génie génétique

c 'Gala'+FB_MR5 : estimations basées sur des lignées transgéniques testés dans des conditions de serre avec deux souches de *E. amylovora*.

d E : produit existant

e ? : inconnu