

R E V U E S U I S S E D E

VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



S E P T E M B R E - O C T O B R E 2 0 1 3 | V O L . 4 5 | N ° 5



Agroscope | Agora | Agridea | AMTRA | EIC

Plantes médicinales et aromatiques

Couverture de la mélisse officinale [Page 276](#)

Viticulture

Divico, premier cépage multi-résistant d'Agroscope [Page 292](#)

Viticulture

Sarments de vigne: sources de composés antifongiques [Page 306](#)



Haute Couture.

Pour que la robe de votre bouteille
soit à la hauteur de celle de votre vin.

L'ÉTIQUETTE



www.eticolle.ch



www.rothsauter.ch



Photographie de couverture:

La mélisse officinale est l'une des espèces aromatiques les plus cultivées en Suisse, avec la sauge officinale, la menthe poivrée et le thym vulgaire. L'influence d'une couverture agrotextile sur son rendement et sa qualité a été étudiée sur deux sites de moyenne altitude (voir l'article de Carron *et al.* en p. 276) (Photo Carole Parodi, Agroscope)

Cette revue est référencée dans les banques de données internationales SCIE, Agricola, AGRIS, CAB, ELFIS et FSTA.

Editeur

AMTRA (Association pour la mise en valeur des travaux de la recherche agronomique), CP 1006, 1260 Nyon 1, Suisse. www.revuevitierbohorte.ch
ISSN 0375-1430

Rédaction

Judith Auer (directrice et rédactrice en chef), Eliane Rohrer (rédactrice)
Tél. +41 22 363 41 54, fax +41 22 362 13 25
E-mail: eliane.rohrer@agroscope.admin.ch

Comité de lecture

J.-Ph. Mayor (directeur général ACW), O. Viret (ACW), Ch. Carlen (ACW), R. Baur (ACW), U. Zürcher (ACW), L. Bertschinger (ACW), Ch. Rey (ACW), C. Briguet (directeur EIC), Ph. Droz (Agridea)

Publicité

Inédit Publications SA, Serge Bornand
Avenue Dapples 7, CP 900, 1001 Lausanne, tél. +41 21 695 95 67

Préresse

Inédit Publications SA, 1001 Lausanne

Impression

Courvoisier-Attinger Arts graphiques SA

© Tous droits de reproduction et de traduction réservés.

Toute reproduction ou traduction, partielle ou intégrale, doit faire l'objet d'un accord avec la rédaction.

Tarifs des abonnements

Abonnement	simple	combiné
annuel:	(imprimé ou électronique)	(imprimé et électronique)
Suisse	CHF 48.–	CHF 58.–
Autres pays	CHF 55.–	CHF 65.–

Abonnements et commandes

Antoinette Dumartheray, Agroscope,
CP 1012, 1260 Nyon 1, Suisse
Tél. +41 79 659 48 31, fax +41 22 362 13 25
E-mail: antoinette.dumartheray@agroscope.admin.ch
ou info@revuevitierbohorte.ch

Versement

CCP 10-13759-2 ou UBS Nyon, compte CD-100951.0

Commande de tirés-à-part

Tous nos tirés-à-part peuvent être commandés en ligne sur www.revuevitierbohorte.ch, publications.

Sommaire

Septembre–Octobre 2013 | Vol. 45 | N° 5

273	Editorial
276	Plantes médicinales et aromatiques Mélisse officinale: couverture agrotextile et rendement en matière sèche, en huile essentielle et en acide rosmarinique Claude-Alain Carron, José Vouillamoz et Catherine Baroffio
284	<i>Mentha × piperita</i> '541': certification ADN de la menthe poivrée en Suisse par RAPD José Vouillamoz, Eleonora D'Anna, Claude-Alain Carron et Catherine Baroffio
<hr/>	
292	Viticulture Divico, premier cépage résistant aux principales maladies sélectionné par Agroscope Jean-Laurent Spring, Katia Gindro, Francine Voinesco, Mauro Jermini, Mirto Ferretti et Olivier Viret
306	Sarments de vigne: nouvelles sources de composés antifongiques Sylvain Schnee, Francine Voinesco, Pierre-Henri Dubuis, Olivier Viret, Jean-Luc Wolfender, Emerson F. Queiroz et Katia Gindro
314	Un kit simple et rapide pour détecter la pourriture des raisins Âgnes Dienes-Nagy, Sandrine Belcher, Fabrice Lorenzini et Katia Gindro
<hr/>	
322	Actualités Résultats économiques d'un réseau de production de fruits Esther Bravin et Dominique Dietiker
326	Pas de résidu de diméthoate dans le kirsch Martin Heiri, Heinrich Höhn, Marianne Balmer, Thomas Poiger et Sonia Petignat-Keller
<hr/>	
329	Portrait
330	Page de l'EIC



PÉPINIÈRES VITICOLES J.-J. DUTRUY & FILS

Le professionnel à votre service • Un savoir-faire de qualité

PLANTATION À LA MACHINE • PRODUCTION DE PORTE-GREFFES CERTIFIÉS • NOUVEAUX CLONES

Jean-Jacques DUTRUY & Fils à FOUNEX-Village VD • Tél. 022 776 54 02 • E-mail: dutruy@lesfreresdutruiy.ch

Le spécialiste de vos installations vinicoles

Distributeur officiel des marques:



Matériel de réception



Matériel de chai



Refroidisseurs / réchauffeurs



Cuves en inox



Pressoirs



Filtres tangentiels



Mise en bouteilles



Etiqueteuses

Champ de la Vigne 4 - 1470 Estavayer-le-Lac - Tél. 026 664 00 70 - Fax 026 664 00 71
E-mail: dreier@dreieroenotech.ch - www.dreieroenotech.ch

L'AMTRA apporte sa pierre à la littérature scientifique



Judith Auer, rédactrice en chef
(à droite)

judith.auer@agroscope.admin.ch

Eliane Rohrer, rédactrice

(à gauche)

eliane.rohrer@agroscope.admin.ch

(Photo Carole Parodi, Agroscope)

L'AMTRA (Association pour la mise en valeur des travaux de la recherche agronomique suisse) joue un véritable rôle d'éditeur. En dehors de la *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, elle publie des fiches techniques dans le domaine des cultures spéciales, destinées en priorité aux praticiens. Depuis 2010, l'AMTRA s'est fixé comme mission de publier des ouvrages scientifiques basés sur les recherches d'Agroscope. Le livre *Cépages, principales variétés cultivées en Suisse* et son glossaire ont paru en 2010 en trois langues. Ce premier ouvrage a rencontré l'estime des milieux professionnels, puisqu'il a reçu une «Mention spéciale» de l'OIV (Organisation internationale de la vigne et du vin) en 2011, puis remporté le prix de la 2^e Biennale internationale du Livre du Vin, en 2012 à Bordeaux. Dès 2012, l'AMTRA s'est fixé un nouvel objectif ambitieux: mettre à la disposition du public la somme des connaissances actuelles sur la protection de la vigne. Le premier tome d'une série de quatre volumes, sobrement intitulée *La Vigne*, verra le jour à la fin de l'année 2013.

Comblant une longue attente

Depuis la *Défense des Plantes cultivées*, publiée en 1967 et épuisée de longue date, aucun ouvrage fondamental n'a plus été consacré aux avancées de la recherche agronomique suisse dans le domaine de la protection des plantes. Ce défi de taille est aujourd'hui relevé, au moins pour ce qui est de la vigne. De très nombreux progrès ont été accomplis ces dernières années et la matière ne manque pas: allant toujours plus au cœur du vivant, le diagnostic d'investigation dispose aujourd'hui d'outils d'une précision extraordinaire qui permettent de visualiser les mécanismes de défense de la vigne contre ses pathogènes.

Naviguant avec aisance du moléculaire aux symptômes visibles à l'œil nu, les auteurs du premier volume *Maladies fongiques*, Olivier Viret et Katia Gindro, deux scientifiques de pointe d'Agroscope, offrent le même confort au lecteur, en déclinant l'information en différents paliers de spécialisation: le premier niveau de lecture est à la portée de tous, moyennant un recours occasionnel au glossaire pour rafraîchir les notions nécessaires. Le second niveau de lecture, sous forme d'encadrés plus spécialisés, fait apparaître la part considérable qui revient aux chercheurs d'Agroscope dans le progrès des connaissances sur les principales maladies de la vigne et leur traitement. Dans les deux cas, une attention constante a été portée aux images pour venir à l'appui du texte, donner vie aux descriptions et éclairer les détails.

Ce premier volume, de près de 200 pages, devrait combler les attentes des scientifiques, formateurs, étudiants, vulgarisateurs et du public averti par sa ligne claire, son format bien pensé et son iconographie exclusive.

Un deuxième tome, consacré aux ravageurs et auxiliaires de la vigne, est en préparation pour l'année 2014, le troisième (maladies virales et phytoplasmes) et le quatrième (physiologie de la vigne) pour 2015 et 2016.



GIGANDET SA 1853 YVORNE

Atelier mécanique

Tél. 024 466 13 83

Machines viticoles, vinicoles et agricoles

Fax 024 466 43 41

Votre spécialiste **BUCHER-VASLIN** depuis plus de **35 ans**

**VENTE
SERVICE
RÉPARATION
RÉVISION**

**PRESSOIR
PNEUMATIQUE
5 hl / 8 hl
X Pro 5
X Pro 8**



Pressoirs

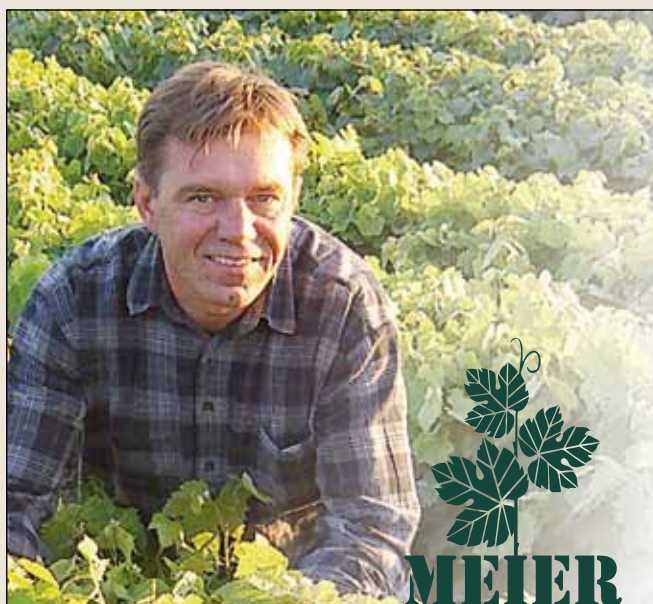
Pompes

Egrappoirs

Fouloirs

BUCHER
vaslin

**Réception
pour
vendange**



PLANTS DE VIGNE

Pour une viticulture moderne
couronnée de succès

PÉPINIÈRES VITICOLES ANDREAS MEIER & Co.
5303 Würenlingen | T 056 297 10 00
office@rebschule-meier.ch | www.vignes.ch



**VITICULTEURS!
HORTICULTEURS!
ARBORICULTEURS!**

Pour vos cires et paraffines, ainsi que votre matériel viticole (**nombreuses nouveautés**: filets latéraux, élastiques, piquets, ficelles de palissage, tuteurs, etc.).

Ne passez pas commande avant de demander une offre à:

Jean-François Kilchherr

Grand-Rue 8
1297 Founex

Tél. 022 776 21 86
Fax 022 776 86 21
Natel 079 353 70 52

WWW.AGROVINA.CH



AGROVINA

10^e

AUSGABE / ÉDITION

21.01 BIS / AU

24.01.14

CERM, MARTIGNY
SUISSE / SCHWEIZ



OENOLOGIE • WEINBAU • OBSTBAU
OENOLOGIE • VITICULTURE • ARBORICULTURE
WWW.AGROVINA.CH



Univèrre
excellence in glass

syngenta

NEUWERTH
LOGISTICS

Mélisse officinale: couverture agrotextile et rendement en matière sèche, en huile essentielle et en acide rosmarinique

Claude-Alain CARRON, José VOUILLAMOZ et Catherine BAROFFIO, Agroscope, 1964 Conthey

Renseignements: Claude-Alain Carron, e-mail: claude-alain.carron@agroscope.admin.ch, tél. +41 27 345 35 11, www.agroscope.ch



Figure 1 | Parcelle de *Melissa officinalis* à Bruson (VS), à 1050 m d'altitude. La variété 'Lorelei' (mediSeeds) est bien adaptée aux conditions pédoclimatiques de l'étage de végétation collinéen-montagnard suisse. Elle se caractérise par une bonne homogénéité, un port érigé en première année de culture, une bonne tolérance aux maladies et un potentiel de rendement élevé en feuilles et en acide rosmarinique.

Introduction

La mélisse officinale (*Melissa officinalis* L.) est de première importance pour les producteurs de plantes médicinales et aromatiques en Suisse. En termes de surface ou de tonnage, c'est l'une des quatre espèces les plus cultivées avec la sauge officinale, la menthe poivrée et le thym vulgaire. Sa production en herbe sèche est destinée à l'industrie agro-alimentaire pour la confection de tisanes ou de bonbons. Elle est utilisée en usage interne et externe depuis l'Antiquité pour ses propriétés sédatives, digestives, apéritives, analgés-

iques, antibactériennes, antivirales et antioxydantes. Les principaux constituants des feuilles de mélisse sont l'huile essentielle (HE) (jusqu'à 0,8 %), contenant des aldéhydes monoterpéniques à odeur citronnée (géraniol, néral et citronellal), des dérivés de l'acide hydroxycinnamique (4 à 7 %) aussi appelés «tanins des Lamiacées», dont le principal est l'acide rosmarinique (AR), des dérivés hydroxycoumariniques comme l'esculetine, des flavonoïdes (hétérosides de lutéoline, d'apigénine, de quercétine, de kaempférol) et des acides triterpéniques (acides ursolique et oléanolique) (Teuscher *et al.* 2005). La Pharmacopée européenne (tome 2; 2008)

définit que la feuille séchée de mélisse doit contenir au minimum 4 % de dérivés hydroxycinnamiques totaux exprimés en AR. Ce composé phénolique, connu pour ses propriétés antivirales et antioxydantes (Tóth *et al.* 2003; Canelas et Teixeira da Costa 2007), est indiqué pour le traitement des affections cutanées comme l'herpès labial (*Herpes simplex*). Parmi les Lamiacées, la mélisse officinale constitue une source naturelle majeure d'AR (Jungmin 2010; Zgórka et Glowniak 2001; Shekarchi *et al.* 2012) par sa teneur élevée (4–7 % des feuilles sèches) (Wichtl et Anton 2003). Dans les conditions de culture suisses, son potentiel de production annuel en feuilles sèches dépasse 3000 kg/ha (Rey 1995; Carron *et al.* 2008). Ainsi, le rendement de la variété de mélisse 'Lorelei' est estimé à 500 kg/ha d'AR en trois années de culture (Carlen *et al.* 2008).

Il est admis qu'une couverture des cultures de mélisse avec un voile de forçage non tissé entraîne une augmentation sensible de la production d'HE, notamment grâce à un meilleur climat et à un gain de chaleur substantiel (Carron *et al.* 2008). En revanche, l'impact de cette technique sur l'AR reste méconnu. Deux essais en 2010 et 2012 ont étudié l'influence d'une couverture des cultures de mélisse avec un agrotextile sur la teneur et la production en AR.

Matériel et méthodes

Les essais ont été réalisés *on farm* chez des producteurs des coopératives de Valplantes et de Waldhof, sur deux parcelles de mélisse officinale de la variété 'Lorelei' (fig.1) en 3^e année de culture (tabl.1). Le premier a été réalisé en 2010 à Bruson (alt.1040 m), dans le val de Bagnes en Valais, sur une culture irriguée par aspersion en plate-bande de trois lignes plantées à une densité de 10 plantes/m² (fig.2). Le second a été mené en 2012 à Escholzmatt (alt. 790 m) dans l'Entlebuch (LU) sur une plantation non irriguée, d'une densité de 6 plantes/m² sur un paillage tissé noir de 100 g/m² et couverte toute la saison d'un agrotextile de forçage (fig.3). Dans les deux sites, la fumure était de 110 kg N/ha, 50 kg P₂O₅/ha et 160 kg K₂O/ha, selon les normes établies pour les plantes aromatiques (Carlen *et al.* 2006). Dans chaque champ, huit parcelles de 20 m² ont été délimitées. Quatre étaient couvertes d'agrotextile durant toute la période de végétation et quatre témoins étaient sans

Résumé En Suisse, en zone de montagne, certains producteurs couvrent leur culture de mélisse officinale d'un voile agrotextile non tissé durant la période de végétation pour la protéger du froid et rallonger la durée de croissance. L'influence de cette pratique sur le rendement et la qualité a été étudiée, en particulier sur la teneur en huile essentielle (HE) et en acide rosmarinique (AR). Le meilleur climat généré par l'agrotextile permet de doubler la production en HE. Une bonne corrélation a été observée entre la température moyenne des 28 jours précédant la récolte et la teneur en HE. Les meilleures teneurs en HE ont été obtenues dans les coupes estivales. Dans une moindre mesure, le rendement en AR a été préterité par le voile, avec une teneur inférieure de 11 à 15 % à celle des variantes sans couverture. Par effet d'ombrage, l'agrotextile favorise l'allongement des entre-nœuds, au détriment de la production en feuilles et du rendement en AR. Des températures plus basses exercent un effet positif sur la teneur en AR, notamment les derniers jours avant la récolte. Les récoltes de septembre ont été les plus favorables à la formation de l'AR. Ces résultats et le fait que la température sous couverture est moins influencée avec une végétation abondante permettent de recommander aux producteurs de découvrir leurs cultures une semaine avant la récolte, afin d'optimiser la production en AR et en HE et d'améliorer le taux de feuilles.

couverture. Le voile de forçage était un agrotextile non tissé blanc en polypropylène de 17 g/m² (fig. 2). Les récoltes et mesures de poids ont été prises sur une surface de 2 m². Le fauchage a été effectué au Supercut 2000 NT™. La récolte a été séchée en caisses de plastique G1 à 35 °C dans le séchoir expérimental d'Agroscope à Conthey (pompe à chaleur, structure du caisson en inox). Les paramètres analysés étaient le rendement en matière sèche et en feuilles, le rapport feuilles/tiges, la teneur en HE et la teneur en AR. Le rapport feuilles/

Tableau 1 | Description des parcelles pour les essais «on farm» à Bruson (VS) et à Escholzmatt (LU)

Essai	Coordonnées (m)	Altitude (m)	Date pose agrotextile	Nombre et dates de récoltes
Bruson 2010	582630/101830	1040	10.05.10	3 (10 juin, 21 juillet, 9 septembre)
Escholzmatt 2012	640200/197500	790	26.04.12	2 (27 juin, 7 septembre)

tiges a été évalué par mondage manuel sur 100 g de matière sèche. L'HE a été titrée par hydrodistillation à la vapeur selon la méthode de la Pharmacopée européenne (tome 1; 2008). L'AR a été extrait des feuilles broyées et tamisées (1 mm). De la poudre séchée au dessiccateur durant 12 h, 100 mg ($\pm 0,0005$) ont été prélevés et pesés dans des tubes 'Falcon' de 50 ml, puis complétés avec 10 ml d'EtOH/H₂O (50%/50%), et le pH 2,5 ajusté avec de l'acide formique. Après un passage



Figure 2 | Dispositif expérimental de Bruson lors de la pose de l'agrotextile, le 12 mai 2010. Quatre répétitions de 20 m² ont été couvertes.



Figure 3 | Parcelle d'expérimentation d'Escholzmatt (LU) lors de la première récolte, le 27 juin 2012.

de dix minutes dans un bain à ultrasons à 60°C, les tubes ont été centrifugés quinze minutes à 5000rpm. L'extraction a été faite à trois reprises, puis complétée à 50 ml avec le tampon d'extraction à 20°C (fig. 4). Après filtrage, les extraits de 1,5 ml ont été placés au réfrigérateur à 4°C. La quantification de l'AR a été réalisée par HPLC par le groupe «Lebensmittelmikrobiologie,-analytik und Sensorik» d'Agroscope à Wädenswil sur une colonne Symmetry C18 de Waters avec un débit de 0,5 ml/min dans un éluant acide phosphorique 0,85%/méthanol 1:1 v/v. La quantité d'injection était de 20 µl, la température de la colonne de 25°C et la longueur d'onde de 330 nm. Les résultats ont été traités avec le logiciel XLSTAT (Anova, test de Tukey).

Les données météorologiques provenaient des stations de mesure de Bruson et Zäziwil du réseau Agrométéo (www.agrometeo.ch). Les données de Bruson 2010 sont précises car la parcelle expérimentale se situait à moins d'un kilomètre et à la même altitude que la station de mesure. Par contre, le champ d'Escholzmatt en 2012 était à quelque 25 km à vol d'oiseau à l'est de la station de Zäziwil et 90 m plus haut en altitude; les données sont ainsi un peu moins extrapolables. Les températures réelles au champ ont été certainement d'au moins 0,6°C plus basses dans l'Entlebuch que les mesures enregistrées dans le Mittelland bernois. En conséquence, une correction de -0,6°C a été appliquée aux températures mesurées pour les calculs de corrélation, en se basant sur une perte moyenne de 0,65°C par 100 m d'altitude dans les Alpes (Luyet *et al.* 2010).



Figure 4 | Extraction de l'acide rosmarinique. Les ballons jaugés sont complétés à 50 ml avec le tampon d'extraction à 20°C.

Résultats et discussion

Influence du climat

Durant la période de végétation de mai à octobre, les températures moyennes mensuelles ont été plus élevées à Escholzmatt en 2012 qu'à Bruson en 2010, sauf en juillet. Avec un cumul de 579 mm en 2012, les précipitations en Suisse centrale ont largement dépassé celles du Valais en 2010 (208 mm) (tabl. 2), ce qui laisse supposer moins d'ensoleillement et de radiations. L'amplitude des températures (différence max-min) a également été plus importante à Zäziwil avec une moyenne mensuelle de 25,2°C contre 21,4°C à Bruson. En outre, en 2012, deux nuits de gels printaniers (16 et 17 mai) ont eu lieu à Escholzmatt. Lors de ces essais, le climat plus humide, moins ensoleillé, à température plus contrastée de Suisse centrale a été globalement moins favorable au développement de la végétation que celui du Valais.

Rendement en matière sèche

A Bruson, en 2010, la productivité en matière sèche a été deux fois plus importante qu'à Escholzmatt en 2012 (tabl. 3). Ce résultat s'explique par la perte d'une récolte en raison du gel de mai, la densité de plantation plus faible, et les nuits plus fraîches en fin d'été qui ont été défavorables à la croissance. Étonnamment, l'agrotex- tile n'a occasionné de rendement supplémentaire en

biomasse dans aucun des deux essais, malgré le meilleur microclimat pour la végétation et la chaleur supplémentaire (en moyenne de mai à octobre +2,6°C) (Carron et al. 2008). Ce comportement, qui diverge des témoignages des producteurs accoutumés aux agrotex- tiles non tissés, s'explique peut-être par le frein mécanique de la croissance des plantes résultant de petites surfaces couvertes (fig. 2). Dans les deux sites, la proportion de feuilles a été pénalisée par la couverture dont l'effet d'ombrage a favorisé l'allongement des entre-nœuds. En conséquence, le rendement annuel en feuilles sèches a diminué de 21 % à Bruson et de 9 % à Escholzmatt par rapport aux variantes non couvertes (tabl. 3).

Huile essentielle

La teneur, la composition et la qualité de l'HE de la mélisse varient considérablement selon le site de production, les conditions climatiques, la période de récolte et le stade ontogénétique (Wichtl et Anton 2003). Manukyan et Schnitzler (2006) ont mis en évidence en chambre climatique l'influence considérable de la température de l'air sur la productivité et la qualité de l'HE de la mélisse. Dans leur expérience, la teneur en HE a été jusqu'à 2,5 fois plus élevée à 25°C qu'à 15°C, tandis que la composition de l'HE variait également significativement en fonction de la température et de l'époque de récolte. Le stress hydrique est aussi souvent cité

Tableau 2 | Données météorologiques des stations «Agrometeo» de Bruson en 2010 et de Zäziwil en 2012. Moyennes mensuelles de la température et cumul des précipitations durant la période des essais de mai à septembre

Mois	Bruson 2010				Zäziwil 2012			
	Température (°C)			Précipitations (mm)	Température (°C)			Précipitations (mm)
	Moyenne	Minimum	Maximum		Moyenne	Minimum	Maximum	
Mai	9,5	2,5	24,2	72,1	12,7	-1,8	27,1	92,2
Juin	14,7	4,7	25,5	27,8	16,4	4,4	29,3	156,1
Juillet	18,0	8,5	30,6	46,9	16,7	7,0	31,1	48,3
Août	14,8	5,5	29,6	46,1	18,1	7,6	32,3	142,0
Septembre	11,7	2,8	21,1	14,9	12,9	1,9	25,5	140,4

Tableau 3 | Rendement total en matière sèche, en feuilles sèches, en huile essentielle et en acide rosmarinique de la mélisse, avec et sans agrotex- tile à Bruson en 2010 et à Escholzmatt en 2012. Moyennes de quatre répétitions et cumul ou moyenne des récoltes

Essais	Procédés	Matière sèche	Feuilles sèches		Huile essentielle		Acide rosmarinique	
		(g/m ²) cumul	(%) moyenne	(g/m ²) cumul	(% ml/g) moyenne	(ml/m ²) cumul	(%) moyenne	(g/m ²) cumul
Bruson 2010	Non couvert	730 ^a	65,2	476 ^a	0,21 ^b	0,97 ^b	5,3 ^a	25,6 ^a
	Agrotex- tile	605 ^b	62,1	375 ^b	0,56 ^a	2,09 ^a	4,7 ^b	17,8 ^b
Escholzmatt 2012	Non couvert	304	62,8 ^a	191	0,22 ^b	0,42 ^b	6,4 ^a	12,2 ^a
	Agrotex- tile	314	55,7 ^b	175	0,57 ^a	0,99 ^a	5,8 ^b	10,1 ^b

Les petites lettres différentes indiquent les différences significatives (P < 0,05 test de Tukey).

comme facteur important pour la formation de l'HE chez la mélisse (Manukyan 2011; Farahani *et al.* 2009). Lors de nos deux essais, la teneur en HE a fortement augmenté dans les variantes couvertes (tabl. 3), probablement en raison du gain de chaleur. Une dynamique saisonnière a également été observée avec des taux plus élevés en été: en juillet à Brusson et, dans une moindre mesure, en juin à Escholzmatt (tabl. 4 et 5). La teneur en HE a été comparable en moyenne sur les deux sites (tabl. 3), mais la production en HE (ml/m²) a été doublée en 2010 à Brusson grâce au meilleur rendement en feuilles sèches. Un essai conduit dans les Montes Claros (BR) indique que la mélisse nécessite

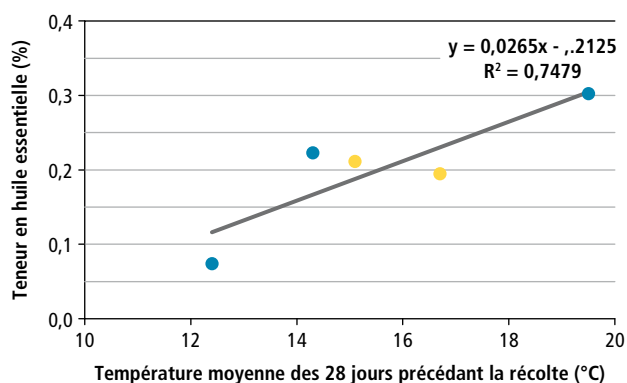


Figure 5 | Relation entre la température moyenne des quatre semaines précédant la récolte et la teneur en HE des cinq récoltes de mélisse; moyenne de quatre répétitions. Les points bleus représentent les récoltes de Brusson en 2010 et les points jaunes celles d'Escholzmatt en 2012.

30 jours de croissance après la première récolte pour atteindre une production optimale en HE (Meira *et al.* 2011). En accord avec cette observation, la somme de température des 28 jours précédant la récolte a montré une bonne corrélation avec la teneur en HE dans nos essais ($r^2 = 0,75$) (fig. 5). En revanche, les conditions climatiques des derniers jours avant le fauchage ne paraissent pas déterminantes pour la synthétisation ou les pertes en HE.

Acide rosmarinique

Dans la littérature, les composés phénoliques comme l'AR sont souvent présentés comme une réponse des végétaux aux stress biotiques et abiotiques susceptibles d'augmenter dans certaines conditions (Tóth *et al.* 2003). En Espagne, il a été démontré que le froid pouvait induire une augmentation de l'acide carnosique et de l'AR sur le romarin (*Rosmarinus officinalis*) (Luis *et al.* 2003). Au Canada, Fletcher *et al.* (2005) ont établi qu'un stress thermique réduisait l'accumulation de l'AR et la capacité antioxydante de la menthe verte (*Mentha spicata*). Pour la mélisse, il a été établi que le stress hydrique influençait positivement la production en polyphénols (Manukyan 2011) et qu'une température de l'air élevée (25 °C) nuisait à la teneur en flavonoïdes (Manukyan et Schnitzler 2006).

Dans nos essais, la teneur en AR a été influencée par l'agrotextile, moins fortement toutefois que pour l'HE (tabl. 3). La diminution a été en moyenne de 15 % à

Tableau 4 | Rendement en matière sèche, taux de feuilles, teneur en huile essentielle et en acide rosmarinique des trois récoltes de mélisse à Brusson en 2010. Moyennes de quatre répétitions

Essai	Procédé	Récolte	Matière sèche (g/m ²)	Feuilles (%)	Huile essentielle % (v/p)	Acide rosmarinique (%)
Brusson 2010	Non couvert	1 ^{re}	293 ^a	60,9 ^b	0,07 ^e	4,7 ^{bc}
		2 ^e	307 ^a	64,5 ^b	0,30 ^c	4,4 ^c
		3 ^e	130 ^c	76,1 ^a	0,22 ^d	6,8 ^a
	Agrotextile	1 ^{re}	244 ^b	60,3 ^b	0,28 ^{cd}	3,7 ^d
		2 ^e	230 ^b	59,6 ^b	0,78 ^a	4,3 ^c
		3 ^e	132 ^c	71,9 ^a	0,39 ^b	5,0 ^b

Tableau 5 | Rendement en matière sèche, taux de feuilles, teneur en huile essentielle et en acide rosmarinique des deux récoltes de mélisse à Escholzmatt en 2012. Moyenne des répétitions

Essai	Procédé	Récolte	Matière sèche (g/m ²)	Feuilles (%)	Huile essentielle % (v/p)	Acide rosmarinique (%)
Escholzmatt 2012	Non couvert	1 ^{re}	115 ^b	71,3 ^a	0,26 ^c	6,2 ^a
		2 ^e	189 ^a	58,2 ^c	0,19 ^c	6,5 ^a
	Agrotextile	1 ^{re}	92 ^b	64,7 ^b	0,65 ^a	5,0 ^b
		2 ^e	222 ^a	52,1 ^d	0,54 ^b	6,2 ^a

Les petites lettres différentes indiquent les différences significatives ($P < 0,05$ test de Tukey).

Bruson (tabl. 4) et de 11 % à Escholzmatt (tabl. 5). Dans nos essais où il n'y a pas eu d'augmentation de la biomasse, la différence de production en AR (g/m²) se marque encore plus entre les deux procédés, avec respectivement 30 % et 18 % de perte de rendement liée au taux de feuilles plus élevé dans les variantes non couvertes (tabl. 3). Les teneurs en AR ont été meilleures à Escholzmatt, sans doute grâce aux températures minimales plus basses. La récolte de septembre a été plus riche en AR dans les deux sites (tabl. 4). La température de l'air semble donc être un stress influençant la formation de l'AR, notamment si elle est basse ou si l'amplitude journalière est grande. L'étude de la cinétique de la teneur en AR durant les derniers jours avant la récolte en relation avec la température ambiante pourrait s'avérer utile. Une meilleure compréhension des processus physiologiques responsables de la formation de l'AR dans la mélisse permettrait de proposer des recommandations pratiques de récolte visant à améliorer la qualité.

En l'état des connaissances actuelles, la teneur en AR de la mélisse devrait être améliorée en découvrant

les cultures au moins une semaine avant la récolte afin d'abaisser la température ambiante et de supprimer l'effet d'ombrage pénalisant le taux de feuilles.

Conclusions

- Dans les conditions de ces essais, le meilleur climat généré par l'agrotexile a permis de doubler la teneur et la production en HE. Une bonne corrélation entre la température moyenne des 28 jours précédant la récolte et la teneur en HE a été observée.
- La couverture agrotexile de la mélisse a pénalisé la teneur (11 à 15 %) et la production en acide rosmarinique, ainsi que le rapport feuilles/tiges, sans apporter de gain de rendement en biomasse.
- En l'état des connaissances actuelles, il est recommandé d'ôter la couverture agrotexile au moins une semaine avant la récolte afin d'abaisser la température ambiante, d'éviter l'allongement des entre-nœuds et d'améliorer ainsi la teneur en AR et le taux de feuilles. ■

Remerciements

Un grand merci à Jean-Luc Delarzes et à Peter Stadelmann pour la mise à disposition de leur culture, à Katarina Schneider pour la quantification de l'acide rosmarinique, ainsi qu'à Charly Rey pour ses conseils avisés.

Bibliographie

- Bruneton J., 2009. Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. 4^e édition. Editions Tec & Doc – EM Inter, 1269 p.
- Canelas V. & Teixeira da Costa C., 2007. Quantitative HPLC analysis of rosmarinic acid in extracts of *Melissa officinalis* and spectrophotometric measurement of their antioxidant activities. *J. Chem. Educ.* **84** (9), 1502–1504.
- Carlen C., Carron C.-A. & Amsler P., 2006. Données de base pour la fumure des plantes aromatiques et médicinales. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (6), I–VIII.
- Carlen C., Carron C.-A., Lappe S., Fröhlich D. & Baroffio C., 2008. *Melissa officinalis*: Die neue Züchtung 'Lorelei' im Vergleich mit zehn anderen Sorten. Rapport d'activité 2008: Plantes aromatiques et médicinales. Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 100 p.
- Carron C.-A., Baroffio C. & Carlen C., 2008. Influence d'une couverture agrotexile sur le rendement et la qualité de trois plantes aromatiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **40** (2), 125–130.
- Farahani H. A., Valadabadi S. A., Daneshian J. & Khalvati M., 2009. Evaluation changing of essential oil of balm (*Melissa officinalis* L.) under water deficit stress conditions. *Journal of Medicinal Plants Research* **3** (5), 329–333.
- Fletcher R. S., Slimmon T. S., McAuley C. & Kott L. S., 2005. Heat stress reduces the accumulation of rosmarinic acid and the total antioxidant capacity in spearmint *Mentha spicata* L. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **85** (14), 2429–2436.
- Jungmin L., 2010. Caffeic acid derivatives in dried *Lamiaceae* and *Echinacea purpurea* products. *J. Funct. Foods* **2**, 158–162.
- Luis J. C., Martín R., Frias I. & Valdés F., 2007. Enhanced carnosic acid levels in two rosemary accessions exposed to cold stress conditions. *J. Agric. Food Chem.* **55**, 8062–8066.
- Luyet V., Bossert H., LeBocey B., Roux J. F., Berenguer J. L., Solarino S., Schwarz-Zanetti G., Rebetz M., Ponzone M. & Cremonini R., 2010. Stations météo. Accès: http://www.agrometeo.ch/sites/default/files/u10/stations_meteo-fr.pdf [17.07.2013].
- Manukyan A. E. & Schnitzler W. H., 2006. Influence of air temperature on productivity and quality of some medicinal plants under controlled environment conditions. *European Journal of Horticultural Science* **71** (1), 26–35.
- Manukyan A., 2011. Effect of growing factors on productivity and quality of lemon catmint, lemon balm and sage under soilless greenhouse production. I. Drought stress. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology* **5** (2), 119–125.
- Meira M. R., Manganotti S. A. & Martins E. R., 2011. Crescimento e produção de óleo essencial de *Melissa officinalis* L. nas condições climáticas de Montes Claros. *Biotemas* **24** (1), 1–8.
- Pharmacopée européenne, 2008. 6^e édition. EDQM, 3538 p. Tome 1: «Détermination des huiles essentielles dans les drogues végétales» [01/2008: 20812]. Tome 2: «Mélisse (Feuille de) *Melissae folium*» [01/2008:1447 corrigé 6.0].
- Rey C., 1995. Amélioration de la mélisse officinale (*Melissa officinalis* L.). *Revue suisse Agric.* **27** (4), 239–246.
- Shekarchi M., Hajimehdipoor H., Saeidnia S., Gohari A. R. & Hamedani M. P., 2012. Comparative study of rosmarinic acid content in some plants of *Labiatae* family. *Pharmacogn. Mag.* **8** (29), 37–41.
- Teuscher E., Anton R. & Lobstein A., 2005. Plantes aromatiques. Editions Tec & Doc – EM Inter, 522 p.
- Tóth J., Mrlianová M., Tekelová D. & Koreňová M., 2003. Rosmarinic acid – an important phenolic active compound of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Acta Fac. Pharm. Univ. Comeniana* **50**, 139–146.
- Wichtl M. & Anton R., 2003. Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Editions Tec & Doc – EM Inter, 2^e édition, 788 p.
- Zgórká G. & Glowniak K., 2001. Variation of free phenolic acids in medicinal plants belonging to the *Lamiaceae* family. *J. Pharmaceut. Biomed.* **26** (1), 79–87.

Summary**Lemon balm: influence of agrotexile covering on the yield in dry matter, essential oil and rosmarinic acid**

In mountainous areas of Switzerland, some producers cover their lemon balm fields with a non-woven agrotexile veil to protect them from the cold and extend the growing season. The effects of this practice on the yield and quality were closely studied, in particular on essential oil (EO) and rosmarinic acid (RA) contents. The warmer climate created under the agrotexile veil doubled the production of EO. A good correlation was observed between the average temperature during 28 days preceding the harvest and the EO production, with the highest level of EO recorded in summer harvest, whereas the content of RA was reduced by the veil. RA content was by 11–15 % lower than that of uncovered variants. By shading effect, the veil contributes to elongate the internodes, which penalizes leaf production and amplifies RA yield reduction. Lower temperatures were found to have a positive effect on the content of RA, including the last few days before harvesting. The September harvest was richer in RA. These results, and also the fact that temperature under cover has less effect on vigorous crops, allow to recommend the uncovering of the crops one week before harvesting in order to optimize RA and EO production as well as to improve the leave rate.

Key words: lemon balm, rosmarinic acid, essential oil, agrotexile, *Lamiaceae*, *Melissa officinalis*.

Zusammenfassung**Einfluss der Agrotexilabdeckung der Zitronenmelisse auf den Ertrag an Trockenmasse, ätherischem Öl und Rosmarinsäure**

Im Schweizer Berggebiet decken einige Produzenten ihre Zitronenmelisse-Kulturen während der Vegetationsperiode mit Agrotexilien ab, um deren Wachstumsphase zu verlängern. Um die Auswirkungen dieser Anbautechnik auf den Ertrag und auf die Qualität, insbesondere den Gehalt an ätherischem Öl und an Rosmarinsäure aufzuzeigen, ist eine Studie durchgeführt worden. Die Agrotexilien haben den Gehalt an ätherischem Öl verdoppelt. Zwischen der Durchschnittstemperatur der letzten 28 Tage vor der Ernte und dem Gehalt an ätherischem Öl konnte eine grosse Wechselbeziehung festgestellt werden. Bei den Sommerschnitten ist der höchste Gehalt an ätherischem Öl erreicht worden. Der Ertrag an Rosmarinsäure ist durch die Abdeckung in einem geringeren Mass beeinträchtigt worden; im Vergleich zu den Varianten ohne Abdeckung war der Gehalt um 11–15 % geringer. Die Abdeckung begünstigt durch den Beschattungseffekt die Stängelproduktion, was die Blattproduktion beeinträchtigt, und den Ertrag an Rosmarinsäure weiter reduziert. Durch eine tiefere Temperatur, insbesondere während der letzten Tage vor der Ernte, konnte eine positive Auswirkung auf den Gehalt von Rosmarinsäure festgestellt werden. Die Ernten im September waren für die Bildung von Rosmarinsäure am besten. Diesen Resultaten entsprechend und da die Temperatur unter der Abdeckung weniger beeinflusst wird wenn die Vegetation üppig ist, wird den Produzenten empfohlen, die Agrotexilabdeckung eine Woche vor der Ernte zu entfernen um eine optimale Produktion an Rosmarinsäure und ätherischem Öl zu erhalten und um den Blattanteil zu verbessern.

Riassunto**Influenza della copertura della melissa con agrotessile sulla resa in sostanza secca, olio essenziale e acido rosmarinico**

In Svizzera, in zone di montagna, alcuni produttori coprono la loro coltura di melissa con un velo non tessuto d'agrotessile per proteggerli dal freddo e per estendere la stagione di crescita. È stata studiata l'influenza di questa pratica sulla resa e la qualità, in particolare sul contenuto di olio essenziale (OE) e di acido rosmarinico (AR). Il clima più favorevole sotto l'agrotessile permette di raddoppiare la produzione di OE. Una buona correlazione è stata osservata tra la temperatura media dei 28 giorni prima il raccolto e il contenuto di OE, il quale è stato più alto con i raccolti estivali. Tuttavia, il contenuto di AR è stato ridotto dal velo, questo essendo inferiore di 11–15 % rispetto alle varianti senza copertura. Con l'effetto di ombreggiatura, il velo favorisce l'allungamento degli internodi, ciò che penalizza la produzione di foglie e amplifica la riduzione della resa in AR. Un effetto positivo di temperature più basse è stato osservato sul contenuto di AR, in particolare durante gli ultimi giorni prima del raccolto. I raccolti in settembre sono stati più favorevoli alla formazione di AR. Sulla base di questi risultati, e perché la temperatura sotto copertura è meno influenzata quando la vegetazione è abbondante, si raccomanda che i produttori scoprano le loro coltivazioni una settimana prima del raccolto, con l'obiettivo di ottenere una produzione di AR e di OE ottimizzata e di migliorare il tasso di foglia.

DEPUIS 120 ANS À VOTRE SERVICE**Dupenloup SA**

9, chemin des Carpières
1219 Le Lignon - GE
Tél. 022 796 77 66
contact@dupenloup.ch



MAISON FONDÉE EN 1888

DUPENLOUP SA

FABRIQUE DE POMPES
MATÉRIEL POUR L'INDUSTRIE



**POMPES, GESTION DES TEMPÉRATURES,
RACCORDS ET ACCESSOIRES INOX**



Afin de mieux vous servir :
Partenariat commercial et technique
entre Dupenloup SA et Oeno-Pôle Sarl



**RÉCEPTION, PRESSURAGE,
FLOTTATION, VINIFICATION,
CONDITIONNEMENT**



Oeno-Pôle Sarl
CP 57, 1183 Bursins
Tél. 078 716 40 00
Mail: info@oeno-pole.ch

**OENO
PÔLE**
Au service de la qualité

Et bien plus sur: **WWW.OENO-POLE.CH**



L'alternative vert

FloraClair Liquid **NOUVEAU**

Protéine de pois liquide pour la flottation et sédimentation de moût.
Gain de temps aux vendanges par dosage directe.

FloraClair

Protéine de pois pour la clarification et harmonisation des vins.

Wenger

GETRANKTECHNOLOGIE AG
TECHNOLOGIE DE BOISSONS SA

Route de l'Industrie 36
1615 Bossonnens
Tel.: 021 9474410
www.wengertechnologie.ch

ERBSLOH

www.erbsloeh.com

Mentha × piperita '541': certification ADN de la menthe poivrée en Suisse par RAPD

José F. VOUILLAMOZ, Eleonora D'ANNA, Claude-Alain CARRON et Catherine BAROFFIO, Agroscope, 1964 Conthey
Renseignements: José Vouillamoz, e-mail: jose.vouillamoz@agroscope.admin.ch, tél. +41 27 345 35 11, www.agroscope.ch



Figure 1 | Culture de menthe poivrée (*Mentha × piperita* '541') à Reppaz sur Orsières (Valais, Suisse).

Introduction

Le genre *Mentha* inclut 25 espèces de menthe natives des régions tempérées des cinq continents, qui se distinguent par leur morphologie, leur mode de reproduction, leur nombre de chromosomes ou encore leur composition phytochimique (Tyagi *et al.* 1992). L'hybridation interspécifique est courante dans la section *Mentha* du

genre éponyme, aussi bien en culture que dans les populations naturelles, produisant ainsi des populations intermédiaires semi-fertiles ou stériles qui sont multipliées par propagation végétative (Harley et Brighton, 1977). L'hybride le plus largement cultivé pour la production de menthe poivrée est *Mentha × piperita*, issu d'un croisement *M. aquatica* × *M. spicata* (Harley et Brighton, 1977). En Suisse, la production de menthe poi-

vrée repose essentiellement sur le clone '541' originaire de Crimée (fig.1). La baisse de productivité observée depuis quelque temps par les producteurs fait penser à une possible dégénérescence clonale. Pourtant, lors d'un récent essai au champ, le comportement agronomique et le profil phytochimique des différentes origines du génotype '541' se sont montrés très homogènes (Carron *et al.* 2013). L'homogénéité génétique reste donc à vérifier avec des marqueurs moléculaires.

La méthode d'analyse génétique par marqueurs RAPD (*Randomly Amplified Polymorphic DNA*) a été mise au point par Williams *et al.* (1990). Elle fournit un nombre illimité de marqueurs qui peuvent être utilisés pour de nombreuses applications, de l'identification de variétés à la génétique des populations. En particulier, cette technique a été utilisée avec succès pour déterminer les liens génétiques (Khanuja *et al.* 2000) et l'identité des cultivars (Fenwick et Ward 2001) de plusieurs espèces de menthe.

Dans cette étude, le clone '541' cultivé en Suisse a été comparé par l'analyse de 20 marqueurs RAPD au clone '541' obtenu d'Allemagne, correspondant probablement au clone original de Crimée, ainsi qu'à 33 autres variétés ou espèces de *Mentha* afin de disposer de suffisamment de diversité pour pouvoir estimer les distances génétiques basées sur le nombre de bandes communes. La distance génétique entre les deux clones permettrait ainsi de déceler une éventuelle dégénérescence clonale.

Tableau 1 | Accessions de menthes analysées et leurs sources

Espèce/cultivar	Source ¹	Espèce/cultivar	Source ¹
<i>M. arvensis</i> 'Banana'	JDS	<i>M. × gracilis</i> 'Variegata'	JDS
<i>M. arvensis</i> var. <i>haplocalyx</i>	JDS	<i>M. × piperita</i> '541' (Allemagne)	BLL
<i>M. arvensis</i> var. <i>piperascens</i>	JDS	<i>M. × piperita</i> '541' (Suisse, <i>in vitro</i>)	ACW
<i>M. budleyana</i> 'Argente'	JDS	<i>M. × piperita</i> 'Black Peppermint'	JDS
<i>M. canadiensis</i>	JDS	<i>M. × piperita</i> 'Eichenau'	JDS
<i>M. longifolia</i> var. <i>asiatica</i>	JDS	<i>M. × piperita</i> 'Multimenta'	JDS
<i>M. longifolia</i> 'Zypern'	JDS	<i>M. × piperita</i> 'Mary Micham'	JDS
<i>M. odoratissima</i>	JDS	<i>M. × piperita</i> 'Nigra'	JDS
<i>M. pulegium</i>	JDS	<i>M. × piperita</i> 'Penny Royal'	JDS
<i>M. pulegium</i> (Maroc)	JDS	<i>M. × piperita</i> 'Schokominze'	JDS
<i>M. pulegium</i> var. <i>cervinia</i>	JDS	<i>M. × piperita</i> var. <i>citrata</i>	JDS
<i>M. spicata</i> (Maroc)	JDS	<i>M. × piperita</i> var. <i>citrata</i> 'Chartreuse'	JDS
<i>M. spicata</i> 'Regarica'	JDS	<i>M. × piperita</i> var. <i>citrata</i> 'Limona'	JDS
<i>M. spicata</i> 'Spearmint'	JDS	<i>M. × piperita</i> var. <i>citrata</i> (<i>in vitro</i> , Suisse)	ACW
<i>M. spicata</i> var. <i>ispanica</i>	JDS	<i>M. × piperita</i> var. <i>citrata</i> (Valplantes, Suisse)	ACW
<i>M. suaveolens</i> 'Variegata'	JDS	<i>M. × rotundifolia</i> 'Apfelminze'	JDS
<i>M. suaveolens</i> var. <i>mauritiana</i>	JDS	<i>M. × rotundifolia</i> 'Hillary Sweet'	JDS
<i>M. tomentosa</i>	JDS		

¹ACW = collection Agroscope ACW, Conthey, Suisse; JDS = Jardin des Senteurs, Neuchâtel, Suisse; BLL = Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Freising, Allemagne.

Résumé En Suisse, la variété de menthe poivrée la plus cultivée est *Mentha × piperita* '541', un clone originaire de Crimée. Depuis quelque temps, les producteurs ont observé une baisse sensible de la production, ce qui pourrait être dû à une dégénérescence clonale. Le clone '541' cultivé en Suisse a donc été comparé par l'analyse de 20 marqueurs RAPD (*Randomly Amplified Polymorphic DNA*) au clone original '541' ainsi qu'à 33 autres variétés de menthe. La distance génétique entre les deux clones était de 0 %, ce qui montre leur parfaite identité génétique. L'explication des différences observées réside donc probablement dans des causes culturelles ou épigénétiques. Par ailleurs, une distance génétique de 7 % a été observée entre la menthe orangée (*Mentha × piperita* var. *citrata*) cultivée en Suisse et maintenue *in vitro*, ce qui pourrait signifier qu'il s'agit de deux clones différents.

Matériel et méthodes

Matériel végétal

Au total, 35 accessions représentant une dizaine d'espèces ou d'hybrides ont été obtenues de diverses provenances (tabl.1). Les plantes ont été maintenues sous serre et de jeunes feuilles ont été prélevées pour l'extraction d'ADN.

Extraction de l'ADN et amplification des RAPD par PCR

Environ 20 mg (poids sec) de chaque échantillon ont été utilisés pour l'extraction d'ADN en suivant le protocole de QIAGEN DNEasy Plant Mini Kit. L'ADN génomique a été visualisé sur gel d'agarose 1,5 % (tampon 1X TAE) avec bromure d'éthidium (0,001 %). L'analyse RAPD a été effectuée avec 20 amorces décimères OPW1-20 (Operon Technologies, Alameda, CA, USA). L'amplification PCR (*Polymerase Chain Reaction*) a été réalisée dans un volume de 20 µl contenant 30 ng d'ADN génomique, 3 mM de MgCl₂, 1X tampon PCR (10 mM Tris-HCl, pH 8,3, 50 mM KCl), 0,2 µl de chaque dNTP, 0,2 U de HotStarTaq Polymerase (Qiagen) et 0,5 µM de chaque primer. L'amplification a été réalisée avec un thermocycleur dans les conditions suivantes: dénatura-tion à 94 °C pendant 3 min, suivie de 45 cycles de dénatura-tion à 94 °C pendant 15 sec, appariement des amorces à 35 °C pendant 30 sec et extension à 72 °C pendant 1,30 min, suivis d'une extension finale à 72 °C pendant 3 min. Les produits PCR ont été visualisés sur gel d'aga-rose 1 % (tampon 1X TAE) avec bromure d'éthidium (0,001 %). Afin d'assurer la reproductibilité des don-nées, chaque amplification a été effectuée deux fois.

Analyse des données

Une lettre alphabétique (A, B, C...) a été assignée à chaque bande pour chaque amorce RAPD (OPW1-20) et traitée en code binaire (1 = présent, 0 = absent). La matrice binaire a été utilisée pour calculer la distance génétique (D) en utilisant le coefficient de similarité de Nei et Li (1979): $D = 1 - SC = 1 - [2Nab / (Na + Nb)]$, où SC est le coefficient de similarité, Na est le nombre de bandes chez l'individu A, Nb est le nombre de bandes chez l'in-dividuu B et Nab le nombre de bandes présentes conjointement chez les deux individus A et B. La distance a été calculée avec le logiciel R. La matrice de distance a été utilisée pour générer un dendrogramme par analyse

de nuages avec la méthode UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Average*) en utilisant le programme MEGA 5.0 (Tamura *et al.* 2011).

Résultats et discussion

Des 20 amorces décimères analysées, seules cinq ont permis une amplification reproductible avec toutes les 35 accessions (tabl. 2). Le nombre total de bandes clai-rement identifiables était de 37, variant de 7 (OPW18) à 12 (OPW19) par amorce. Le pourcentage de polymor-phisme observé entre toutes les accessions était très haut (98 %), soit un peu plus élevé que chez Khanuja *et al.* (2000) (93,5 %) et surtout que Fenwick et Ward (2001) (78 %). La distance génétique des 35 accessions variait de 0 à 91,7 %, des valeurs tout à fait comparables à celles obtenues par Gobert *et al.* (2002) avec l'analyse des marqueurs moléculaires AFLP sur 63 accessions de menthe (11 à 98 %). La distance génétique la plus élevée (92 %) a été observée entre *M. × rotundifolia* 'Hillary Sweet' et *M. pulegium* 'Marocaine'. Cet éloi-gnement vient probablement de la forte hétérozygo-sité de *M. × rotundifolia* 'Hillary Sweet', un hybride *Mentha suaveolens* × *Mentha × piperita* dont les pa-rents sont génétiquement les plus distants parmi les espèces de menthe (Gobert *et al.* 2002).

A l'inverse, la distance génétique entre le clone '541' de *Mentha × piperita* cultivé en Suisse et le clone '541' original de Crimée (obtenu du Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflan-zenzüchtung à Freising, Allemagne) est de 0 % (fig. 2), ce qui signifie que la baisse de rendement observée dans les cultures suisses n'est vraisemblablement pas le résul-tat d'une dégénérescence clonale, mais certainement d'origine agronomique (manque de rotation de cultures, pathogènes, facteurs environnementaux, etc.) ou épi-génétique (expression différente des gènes selon l'envi-ronnement et les stress abiotiques). Chez la menthe

Tableau 2 | Séquences des amorces montrant un polymorphisme et nombre de bandes obtenues

Amorce	Séquence	Nombre de bandes clairement visibles	Nombre de bandes polymorphes
OPW15	5'-ACA-CCG-GAAC-3'	9	8
OPW16	5'-CAG-ACC-GAGT-3'	9	9
OPW18	5'-TTC-AGG-GCAC-3'	7	7
OPW19	5'-CAA-AGC-GCTC-3'	12	12

Tableau 3 | Amplitude des distances génétiques (D) intraspécifiques

Espèce	D (%)
<i>M. arvensis</i>	45–61
<i>M. spicata</i>	33–58
<i>M. pulegium</i>	42–75
<i>M. suaveolens</i>	29
<i>M. × rotundifolia</i>	41
<i>M. longifolia</i>	45
<i>M. × piperita</i>	0–40

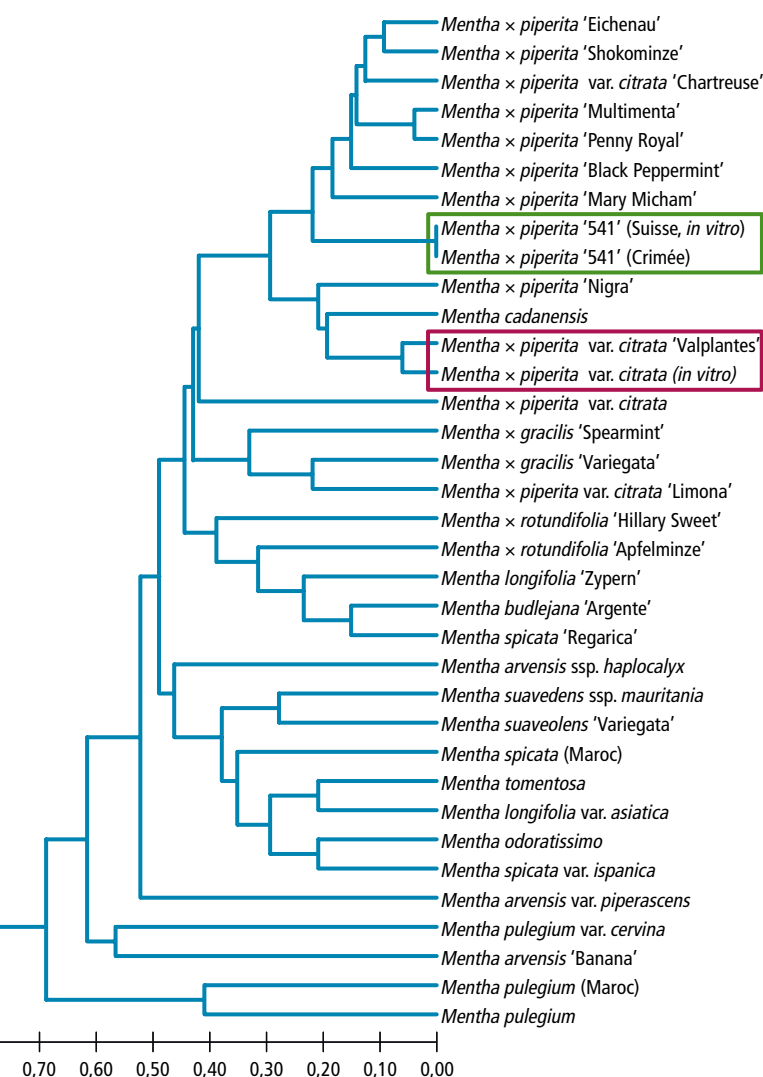


Figure 2 | Dendrogramme (UPGMA) des distances génétiques de 35 accessions de menthe basées sur la variabilité de cinq marqueurs RAPD. La distance génétique entre le clone '541' de *Mentha × piperita* (menthe poivrée) cultivé en Suisse et le clone '541' original de Crimée est de 0 % (cadre vert). La distance génétique entre l'accession cultivée et l'accession *in vitro* de *Mentha × piperita* var. *citrata* (menthe orangée) est de 7 % (cadre rouge).

Remerciements

Les auteurs remercient le Dr Heidi Heuberger, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung à Freising (Allemagne), pour la mise à disposition du clone '541' original de Crimée conservé dans leur collection.

orangée (*Mentha × piperita* var. *citrata*), une distance de 7 % a été observée entre l'accession cultivée par la coopérative Valplantes et celle maintenue *in vitro* à partir de culture. Comme il existe une grande diversité à l'intérieur de la variété *citrata*, il est probable que ces accessions recouvrent en réalité deux clones distincts. En effet, une différence significative de rendement a été observée dans des essais agronomiques (Carron *et al.* 2011). En outre, une distance génétique de 28 % a été observée entre *Mentha × piperita* var. *citrata* cultivée par la coopérative Valplantes et celle du Jardin des Senteurs, et de 40 % avec *Mentha × piperita* var. *citrata* 'Limona'. Cette forte variabilité intraspécifique est la conséquence du fort taux d'hybridation chez la menthe (Gobert *et al.* 2002), comme le confirment nos analyses (tabl. 3): la variabilité intraspécifique observée est de 0 à 40 % dans nos accessions de *Mentha × piperita*, de 48 à 61 % entre les trois accessions de *Mentha arvensis*, et de 33 à 58 % entre les quatre accessions de *Mentha spicata*.

Conclusions

- La technique RAPD a permis de montrer l'identité du clone '541' de *Mentha × piperita* cultivé en Suisse et du clone '541' témoin obtenu d'Allemagne, censé correspondre à l'original de Crimée, car leur distance génétique est de 0 %.
- Afin d'assurer le maintien de la vigueur et la qualité sanitaire de ce génotype, une régénération régulière des lignées de pieds-mères est fortement recommandée.
- Les pieds-mères régénérés *in vitro* en 2009 conservés par Agroscope sont à la disposition de la pratique pour des boutures de 1^{re} génération.
- La distance génétique de 7 % observée entre l'accession cultivée et l'accession *in vitro* de menthe orangée (*Mentha × piperita* var. *citrata*) suggère qu'il s'agit de deux clones différents. ■

Bibliographie

- Carron C. A., Vouillamoz J. F. & Baroffio C. A., 2011. Plantes médicinales et aromatiques – Rapport d'activité 2010. Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 57 p.
- Carron C. A., Vouillamoz J. F. & Baroffio C. A., 2013. Plantes médicinales et aromatiques – Rapport d'activité 2012. Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 28 p.
- Fenwick A. L. & Ward S. M., 2001. Use of random amplified polymorphic DNA markers for cultivar identification in mint. *HortSci.* **36**, 761–764.
- Gobert V., Moja S., Colson M. & Taberlet P., 2002. Hybridization in the section *Mentha* (Lamiaceae) inferred from AFLP markers. *Amer. J. Bot.* **89**, 2017–2023. ➤

Summary

Mentha × piperita '541': DNA certification of peppermint in Switzerland by RAPD

In Switzerland, the most cultivated variety of peppermint is *Mentha × piperita* '541', a clone native from Crimea. For some time, producers have observed a significant drop in production, which could be the result of clonal degeneration. The clone '541' grown in Switzerland has been compared to the original Crimean '541' as well as to 33 other mint varieties by the analysis of 20 RAPD (Randomly Amplified Polymorphic DNA) markers. The genetic distance between both clones '541' was 0 %, showing their perfect genetic identity. The explanation of the differences therefore most likely lies in cultural or epigenetic causes. In addition, in the case of orange mint (*Mentha × piperita* var. *citrata*), a genetic distance of 7 % was observed between the accession cultivated in Switzerland and the one maintained *in vitro*, which could mean the existence of two distinct clones.

Key words: mint, genetic distance, clones, DNA markers, *Lamiaceae*.

Zusammenfassung

Mentha × piperita '541': DNA-Zertifizierung der Pfefferminze in der Schweiz durch RAPD

Die in der Schweiz am meisten angebaute Pfefferminze ist *Mentha × piperita* '541', ein Klon der aus der Krim stammt. Seit einiger Zeit haben die Produzenten einen deutlichen Ertragsrückgang festgestellt, welcher könnte auf eine klonale Degeneration zurückzuführen sein. Deshalb ist der in der Schweiz angebaute Klon '541' mittels Analyse RAPD-Marker (*Randomly Amplified Polymorphic DNA*) mit dem Original-Klon und mit 33 anderen Minze Sorten verglichen worden. Die genetische Distanz der beiden Klone betrug 0 %, was zeigt, dass ihre genetische Identität völlig übereinstimmt. Demnach können die Ursachen für die festgestellten Unterschiede wahrscheinlich nur im Anbau oder in der Epigenetik gefunden werden. Ausserdem ist eine genetische Distanz von 7 % bei der in der Schweiz angebauten Orangenminze (*Mentha × piperita* var. *citrata*) und der *in vitro* erhaltenen Variante beobachtet werden, was auf die Präsenz zweier verschiedener Klone in der Schweiz hinweisen könnte.

Riassunto

Mentha × piperita '541': certificazione tramite DNA della menta piperita in Svizzera con RAPD

In Svizzera, la varietà di menta piperita più coltivata è *Mentha × piperita* '541', un clone nativo di Crimea. Da qualche tempo, i produttori hanno osservato un significativo calo della produzione, che potrebbe essere dovuto ad una degenerazione clonale. Il clone '541' coltivato in Svizzera è stato confrontato tramite l'analisi di 20 marcatori RAPD (*Randomly Amplified Polymorphic DNA*) con il clone originale '541' di Crimea e con 33 altre varietà di menta. La distanza genetica tra i due cloni era di 0 %, mostrando la loro perfetta identità genetica. La spiegazione per le differenze osservate si trova quindi probabilmente nei fattori culturali o epigenetici. Inoltre, una distanza genetica del 7 % è stata osservata nella menta bergamotto (*Mentha × piperita* var. *citrata*) tra quella coltivata in Svizzera e quella mantenuta *in vitro*, che potrebbe significare la presenza di due cloni differenti.

- Harley R. M. & Brighton C. A., 1977. Chromosome numbers in the genus *Mentha* L. *Bot. J. Linn. Soc.* **74**, 71–96.
- Khanuja S. P. S., Shasany A. K., Srivastava A. & Kumar S., 2000. Assessment of genetic relationships in *Mentha* species. *Euphytica* **111**, 121–125.
- Nei M. & Li W.-H., 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. *PNAS* **76**, 5269–5273.
- Tamura K., Peterson D., Peterson N., Stecher G., Nei M. & Kumar S., 2011. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Mol. Biol. Evol.* **28**, 2731–2739.
- Tyagi B. R., Ahmad T. & Bahl J. R., 1992. Cytology, genetics and breeding of commercially important *Mentha* species. *Curr. Res. med. arom. Plants* **14**, 51–56.
- Williams J. G. K., Kubelik A. R., Levak K. J., Rafalski J. A. & Tingey S. V., 1990. DNA polymorphism amplification by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucl. Acids Res.* **18**, 6531–6535.

Alphatec



Optimiser la protection de vos cultures avec nous

1350 Orbe Tél: 024 442 85 40

alphatec@alphatec-sa.ch

Moyens de manutention Technique de stockage



rollen, transportieren
stapeln, lagern
sicher aufbewahren
manutention, sécurité
www.mapo.ch

Visitez notre expo



Des solutions pour vous faciliter la vie

MAPO SA - Z.I. des Larges Pièces C - 1024 Ecublens-Lausanne VD - tél.: 021 695 02 22
fax: 021 695 02 29 - ecublens@mapo.ch - www.mapo.ch

FISCHER ET BERTHOUD

Deux marques – un objectif

FISCHER

plus de 60 Ans

BERTHOUD®

Vos points d'assistance régionales:

1040 Echallens:	Schiffmann SA	tél. 021 881 11 30
1113 St-Saphorin-sur-Morges:	Atelier CoPra Sàrl	tél. 021 803 79 00
1168 Villars-sous-Yens:	Lagrico Sàrl	tél. 021 800 41 49
1233 Bernex:	Atelier mécanique Jacques Graf	tél. 022 757 42 83
1242 Satigny:	Grunderco SA	tél. 022 989 13 30
1252 Meinier:	Saillet & Cie	tél. 022 750 24 24
1258 Perly:	Blondin Michel	tél. 022 771 19 16
1401 Yverdon-les-Bains:	Agritechnique, Bernard Hollenstein	tél. 024 425 85 22
1438 Method:	Grunderco SA	tél. 024 459 17 71
1510 Moudon:	Deillon Bernard SA / Cedima SA	tél. 021 905 12 96
1530 Payerne:	Agri Dubey SA	tél. 026 662 47 60
1740 Neyruz:	Tschiemer H & R	tél. 026 401 02 77
1853 Yvorne:	Gigandet SA	tél. 024 466 13 83
1906 Charrat:	Chappot SA	tél. 027 744 12 51
3225 Müntschemier:	Jampen Landmaschinen AG	tél. 032 313 24 06
3960 Sierre:	Agrol-Sierre	tél. 027 455 12 69
6513 Monte Carasso:	S. Morisoli & Figli SA	tél. 091 825 16 79



FISCHER nouvelle Sàrl
Votre spécialiste de pulvérisation

1868 Collombey-le-Grand

En Boverly A, tél. 024 473 50 80

www.fischer-sarl.ch

Sélection
et production
de clones,
greffons
et plants
pour la
viticulture



PÉPINIÈRES VITICOLES CLAUDE & JACQUES LAPALUD

PLANTATION À LA MACHINE

1163 ÉTOY

Atelier: tél. 021 808 76 91 - fax 021 808 78 40
Privé: tél. 021 807 42 11

Pépinières viticoles

Pierre Richard
Route de l'Etraz 4
1185 Mont-sur-Rolle
Tél. 021 825 40 33
Fax 021 826 05 06
Natel 079 632 51 69
E-mail pepiniere.richard@hispeed

- Grand choix de cépages.
- Divers clones et portes-greffe.
- Production de plants en pots et traditionnels.
- Machine pilotée par GPS, pose la barbuie et le tuteur.

HAUSWIRTH
Maîtrise fédérale
BURSINS S.A.
Machines viticoles
021 824 11 29 - info@hauswirthsa.ch

STHIK
LE RESPECT DE VOTRE VENDANGE

FISCHER

SPEIDEL **LACOUR**

NADALIE
TONNELLERIE

FELCO
SWISS MADE

RÖLL
WEINBAUGERÄTE

CUVES & MACHINES DE CAVES

- Joints de rechange de portes tous modèles
- Cuves rectangulaires, rondes, tronconiques, à pression
- Cuves de pigeage
- Fouloirs, égrappoirs, presseoirs à membrane ATI
- Installations de pilotage des températures
- Tous accessoires et robinetteries
- Pompes, tuyauteries
- Filtres compacts multicarters, à membranes

bgnellen@gmail.com
Gérard Nellen – 1897 Les Evouettes
Tél. 024 481 32 74 – Fax 024 481 39 24

PÉPINIÈRES VITICOLES

PAUL-MAURICE BURRIN
ROUTE DE BESSONI 2
1955 SAINT-PIERRE-DE-CLAGES
TÉL. 027 306 15 81
NATEL 079 220 77 13
www.burrin-pepinieres.ch
burrin@burrin-pepinieres.ch

Sélection Valais

THE LINDE GROUP
PanGas

La glace carbonique de PanGas pour les vigneron.
Refroidissement des moûts – macération à froid.

ICEBITZZZ™ de la glace carbonique et plus encore.

Pellets 3 mm
Pellets 16 mm

PanGas AG
Industriepark 10, CH-6252 Dagmersellen
Téléphone 0844 800 300, Fax 0844 800 301

www.pangas.ch



www.felco801.com

NOUVEAU - NEU - NUOVO
Outil rapide, léger et ergonomique
Diamètre de coupe 30 mm

FELCO 801

FELCO SA - Marché Suisse
2206 Les Geneveys-sur-Coffrane
www.felco.ch - felcosuisse@felco.ch

FELCO[®]
SWISS  MADE

Divico, premier cépage résistant aux principales maladies de la vigne sélectionné par Agroscope

Jean-Laurent SPRING¹, Katia GINDRO, Francine VOINESCO, Mauro JERMINI², Mirto FERRETTI² et Olivier VIRET, Agroscope, 1260 Nyon

¹Agroscope, 1009 Pully – ²Agroscope, 6594 Contone

Renseignements: Jean-Laurent Spring, e-mail: jean-laurent.spring@agroscope.admin.ch, tél. +41 21 721 15 63, www.agroscope.ch



La sélection de Divico a nécessité dix-sept ans de travail.

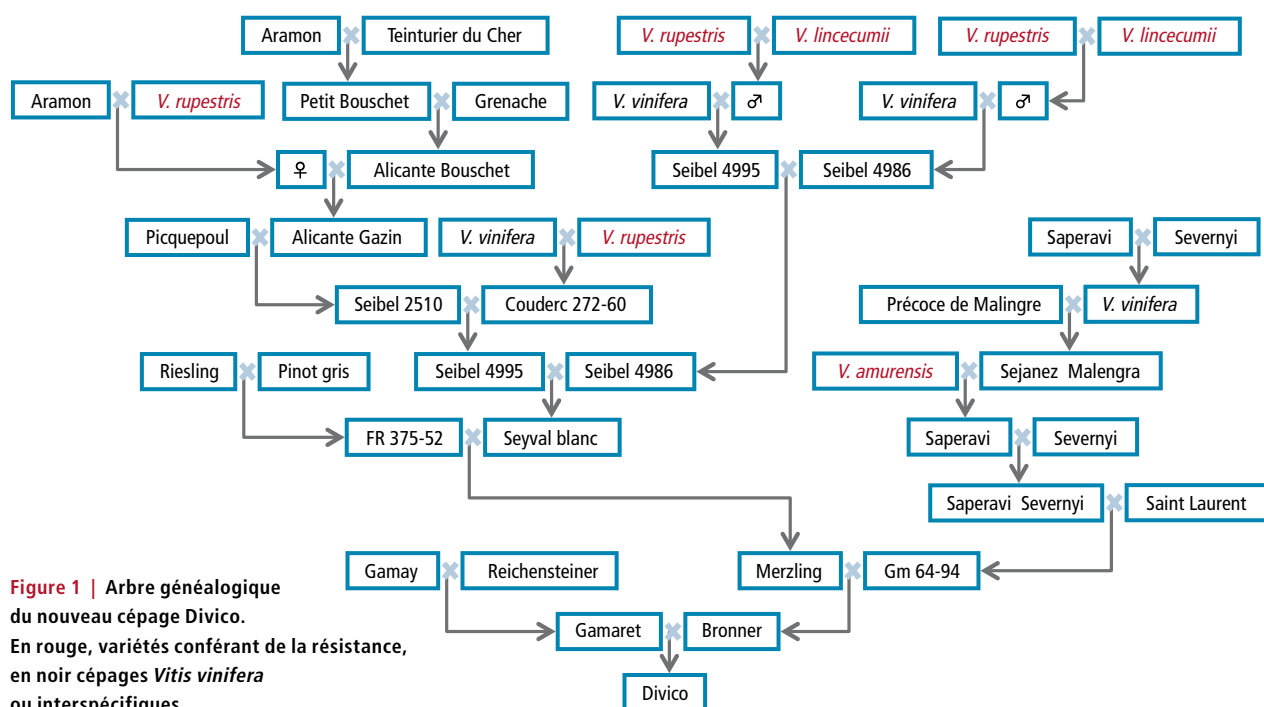
Introduction

Agroscope a commencé à créer de nouveaux cépages par hybridation classique entre variétés européennes (*V. vinifera*) en 1965. La première phase de ce programme s'est surtout concentrée sur l'obtention de cépages rouges de qualité peu sensibles à la pourriture du raisin (*Botrytis cinerea*), permettant la diffusion, dès 1990, de huit nouveaux cépages (Gamaret, Garanoir, Diolinoir, Carminoir, Galotta, Mara, Charmont, Doral). Certains ont connu une forte extension dans le vignoble suisse, couvrant un peu plus de 800 ha en 2012 (OFAG, 2013). Le Gamaret est le cépage le plus plébiscité: en vingt ans, il s'est hissé au quatrième rang des rouges cultivés en Suisse après le Pinot noir, le Gamay et le Merlot, devant le Garanoir. Depuis 1996, le programme s'est voué à créer des cépages résistant également au mildiou (*Plasmopara viticola*) et à l'oïdium (*Uncinula necator*), par hybridation interspécifique

classique (Bouquet *et al.* 2000; Rousseau et Chanfreau 2013). Dans une première phase, le Gamaret, choisi comme géniteur européen (*V. vinifera*) pour son potentiel qualitatif et son exceptionnelle résistance à *Botrytis cinerea* (Pezet 1993), a été croisé avec une large gamme de cépages porteurs de gènes de résistance au mildiou et à l'oïdium provenant de vignes sauvages américaines et asiatiques. Afin d'accélérer et de fiabiliser le processus de sélection, le groupe de recherche de mycologie d'Agroscope a développé des tests précoces pour trier les candidats munis d'une résistance élevée au mildiou (*Plasmopara viticola*). Des critères biochimiques ont été établis sur la base des mécanismes naturels de défense induite de la vigne (phytoalexines stilbéniques) et intégrés dans le programme de création variétale (Gindro *et al.* 2007). La synthèse des stilbènes, notamment le resvératrol et ses dérivés oxydés, comme l' ϵ - et la δ -viniférine, et le ptérostilbène (dérivé méthylé), est un des meilleurs

mécanismes de défense de la vigne contre les pathogènes fongiques (Gindro *et al.* 2010). Les cépages sensibles produisent des quantités variables de stilbènes non toxiques, tels que le resvératrol et la picéide (dérivé glycosylé du resvératrol), tandis que les cépages résistants produisent les dérivés oxydés et méthylés les plus toxiques, parvenant à tuer rapidement le pathogène, sur feuille comme sur grappe (Gindro *et al.* 2012). Cette réaction se traduit par la formation de petites nécroses brunes sur les tissus verts, correspondant à des zones de mort cellulaire. Depuis 1996, 58 croisements ont généré plus de 30000 génotypes. Les performances agronomiques et œnologiques de 131 d'entre eux sont actuellement testées sur le site d'Agroscope à Pully, et seize également sur les domaines d'Agroscope en Valais, au Tessin et en Suisse alémanique. En 2013, un premier cépage issu de ce programme, IRAC 2091, a été homologué sous le nom de Divico. Fruit d'un croisement en 1997 entre Gamaret (Gamay x Reichensteiner) et Bronner, cépage blanc résistant obtenu par l'Institut de Fribourg-en-Brigau (D), sa généalogie complexe (fig.1) fait intervenir des vignes sauvages d'origine américaine (*Vitis rupestris*, *Vitis lincecumii*) et asiatique (*Vitis amurensis*) d'où il tire ses caractéristiques de résistance au mildiou et à l'oïdium. Cet article présente les observations agronomiques et œnologiques sur ce nouveau cépage dans les conditions du bassin lémanique (Pully), du Valais (Leytron) et du Tessin (Cugnasco).

Résumé Le premier cépage résistant au mildiou (*Plasmopara viticola*), à l'oïdium (*Uncinula necator*) et à la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) sélectionné par Agroscope vient d'être homologué. Cette variété rouge, issue d'un croisement en 1997 entre Gamaret et Bronner, a reçu le nom de Divico en hommage au mythique chef helvète. Elevée, sa résistance aux maladies n'est toutefois pas absolue. Selon la pression des maladies, un à trois traitements phytosanitaires autour de la période de floraison/nouaison suffisent à le protéger efficacement. De fertilité modérée, il doit être conduit en taille longue. Son cycle végétatif est relativement précoce, mais il doit être vendangé tardivement pour assurer une bonne maturité phénolique des raisins. Apprécies en dégustation, ses vins structurés, très riches en couleur et en tanins de bonne qualité, se caractérisent par un bouquet à la fois fruité et épicé.



Matériel et méthodes

Sites, sol, climat et dispositif expérimentaux Pully (VD)

L'essai a été installé en 2003 en deux blocs de dix ceps conduits en Guyot simple (1,5 x 0,9m) et greffés sur 3309C. Situé à 460m d'altitude, ce site est exposé à une pression assez forte du mildiou et extrêmement forte de l'oïdium (1140mm de précipitations annuelles moyennes, 15,0°C de moyenne durant la période de végétation de mi-avril à mi-octobre). Le sol est formé de colluvions fertiles. La pression extrême de l'oïdium a nécessité trois applications de soufre mouillable (4–5 kg/ha en fonction de la phénologie) sur l'ensemble des ceps durant la période de floraison/nouaison/grossissement des baies (stades BBCH 57–59, 71–73, 73–75) (Lancashire *et al.* 1991). Contre le mildiou, deux variantes ont été mises en place:

- Variante traitée: trois pulvérisations à base d'hydroxyde de cuivre (0,5 kg de Cu métal par application/ha) en même temps que les applications de soufre.
- Variante non traitée.

Un cépage témoin européen sensible aux maladies, le Pinot noir clone RAC 12, a été conduit selon le même protocole.

Leytron (VS)

Pour le Valais, dix-neuf ceps greffés sur 3309C et conduits en Guyot simple (1,8 x 1,0m) ont été implantés sur le domaine expérimental d'Agroscope en 2006. La pression des maladies, surtout de l'oïdium, y est relativement faible (636mm de précipitations annuelles moyennes, 15,5°C de moyenne durant la période de végétation de mi-avril à mi-octobre). Le sol est constitué d'alluvions torrentielles profondes et très caillouteuses. Aucun traitement phytosanitaire n'a été effectué sur cette parcelle. Le cépage témoin européen est le Gamaret.

Cugnasco (TI)

Au Tessin, deux blocs de dix-huit ceps greffés sur 3309C et conduits en Guyot simple (2,0 x 0,9m) ont été plantés en 2006 sur le domaine expérimental d'Agroscope sur des terrains alluviaux de la plaine de Magadino. Les conditions climatiques (précipitations annuelles moyennes de 1915mm, 16,8°C de moyenne durant la période de végétation de mi-avril à mi-octobre) favorisent une extrême pression du mildiou et une relativement faible incidence de l'oïdium. Deux variantes ont été mises en place:

- Variante traitée: trois applications à base d'hydroxyde de cuivre (1,2kg de Cu métal par application/ha) et de soufre mouillable (2kg/ha) effectuées autour de la période de floraison/nouaison/grossissement des baies (stades BBCH 57–59, 71–73, 73–75).
- Variante non traitée.

Le Merlot a servi de cépage européen témoin soumis au même protocole.

Contrôles

Les observations ont été effectuées de 2006 à 2012 à Pully et de 2008 à 2012 en Valais et au Tessin.

Phénologie

La date du débourrement (BBCH 09) a été notée à Pully et Cugnasco et la date de la vendange dans les trois sites expérimentaux.

Composantes du rendement

La fertilité des bourgeons a été contrôlée sur dix ceps par répétition, le poids des grappes (calculé à partir du poids de récolte et du nombre de grappes par cep) et le rendement total enregistré. Enfin, la limitation de la récolte en juillet a été estimée en nombre moyen de grappes supprimées par cep.

Analyse des goûts

Teneur en sucre, pH, acidité totale (exprimée en acide tartrique), acide tartrique et acide malique ont été déterminés, ainsi que l'indice de formol (Aerny, 1996).

Contrôles phytosanitaires

Le taux de surface foliaire lésée par le mildiou et l'oïdium entre début et mi-septembre a été déterminé.

Le taux d'attaques sur grappes causées par le mildiou, l'oïdium ou le botrytis a été évalué de début à mi-septembre.

Le pourcentage de raisins atteints par les maladies fongiques (déchet non vinifiable) a été trié et déterminé à la vendange.

Sélection par marqueurs biochimiques

Les critères biochimiques ont été appliqués sur les semis de pépins de raisin selon la méthodologie en deux étapes décrite par Gindro *et al.* (2007). Les composés stilbéniques ont été quantifiés sur les 4^e et 5^e feuilles depuis l'apex, infectées artificiellement avec du mildiou. Après 48h d'incubation en chambre humide, les feuilles infectées ont été prélevées et les stilbènes extraits au méthanol, puis quantifiés par chromatographie en phase liquide (HPLC).

Microscopie

Les observations microscopiques des cires épicuticulaires ont été réalisées au microscope électronique à balayage environnemental (MEBE). L'histologie des pellicules de baies a été observée sur coupes semi-fines ($0,8\mu\text{m}$) au microscope optique équipé d'une caméra digitale.

Vinifications et analyses sensorielles

Les récoltes de Divico ont été vinifiées selon un protocole standard. Les moûts n'ont pas été corrigés en azote assimilable ni désacidifiés. Les analyses courantes des vins et des moûts ont été effectuées selon le *Manuel suisse des Denrées alimentaires*. L'indice des phénols totaux (DO280), l'intensité colorante et le dosage des anthocyanes ont été mesurés d'après Ribéreau-Gayon *et al.* (1972). Les composés stilbéniques des vins de Divico, Gamaret, Merlot, Pinot noir, Regent et Gamay ont également été analysés par injection directe des vins et par chromatographie en phase liquide, selon une méthode développée par Agroscope. A Pully, de 2006 à 2009, des micro vinifications de parcelles conventionnellement traitées de Pinot noir et de Ga-

Maret ont également été effectuées pour établir le profil organoleptique de Divico par rapport à ces deux cépages de référence. Les vins ont été dégustés, quelques semaines après la mise en bouteille, par le panel interne d'Agroscope. Les vins ont été évalués sur vingt-deux critères, sur une échelle de 1 (faible, mauvais) à 7 (élevé, excellent).

Résultats et discussion

Contrôles phytosanitaires

La résistance au mildiou de Divico s'est tout d'abord manifestée par sa capacité à synthétiser rapidement des stilbènes toxiques contre le mildiou. Les résultats montrent (fig. 2) que, 48h après une infection, Divico peut produire de fortes concentrations de stilbènes toxiques qui inhibent complètement le développement du mildiou. Comparé à d'autres cépages, Divico se classe dans les cépages très résistants (classe 1), produisant de grandes quantités de viniférine et de ptérostilbène, selon les critères développés par Agroscope (Gindro *et al.* 2007). Selon ces mêmes critères, Bronner, parent de Divico, est aussi en classe 1, tandis que Seyval

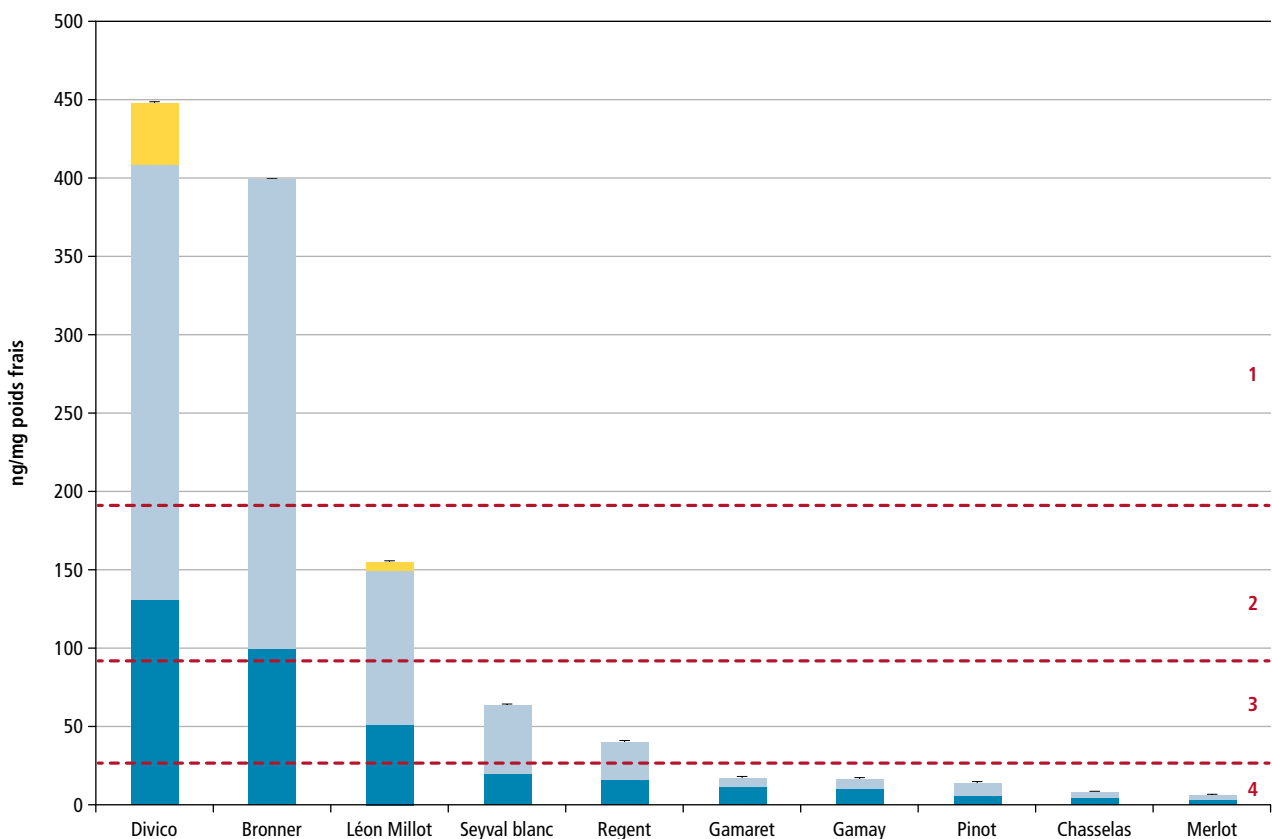


Figure 2 | Somme des stilbènes toxiques produits contre le mildiou 48 h après infection par divers cépages. Les traits rouges délimitent les seuils de résistance tels que définis précédemment: 1. Très résistant, 2. Résistant, 3. Peu sensible, 4. Sensible à très sensible. En bleu foncé: ϵ -viniférine, en bleu clair: δ -viniférine, en jaune: ptérostilbène.

blanc et Regent présentent une sensibilité plus élevée (classe 3). Les autres cépages analysés se répartissent dans la classe des cépages sensibles à très sensibles (classe 4).

Comportement de Divico à Pully

Sur le site de Pully (fig. 3), Divico est resté pratiquement indemne de mildiou, sur feuilles comme sur grappes, même dans la variante non protégée contre ce pathogène. Le témoin Pinot noir a par contre subi des attaques sévères sur feuillage, notamment de 2006 à 2008 avec une défoliation pratiquement totale en 2007. Pour le Pinot noir, les trois traitements cupriques effectués de la floraison à la nouaison ont permis de réduire l'attaque sans toutefois la juguler totalement.

Concernant l'oïdium, le Pinot noir non traité contre le mildiou a vu, année après année, son feuillage totalement envahi par le champignon malgré les trois traitements au soufre mouillable. Pour ce cépage, l'état sanitaire du feuillage, tout en restant insatisfaisant, a été un peu meilleur dans la variante traitée contre le mildiou, confirmant l'arrière-effet positif des pulvérisations cupriques sur le développement de l'oïdium. L'at-

taque d'oïdium sur grappes a souvent été importante pour le Pinot noir, conduisant même à la destruction quasi totale de la récolte en 2011, malgré les trois traitements au soufre mouillable. La résistance à l'oïdium de Divico à Pully n'a pas été aussi marquée que pour le mildiou, mais l'attaque sur feuille a été notablement réduite. Dans la variante protégée contre le mildiou, l'attaque d'oïdium du feuillage s'est cantonnée à un niveau tout à fait acceptable. Divico n'a présenté de l'oïdium sur grappe qu'en 2011 et à un niveau très faible.

La structure et la composition des cires couvrant la surface des organes verts de la vigne semble importantes pour la résistance à l'oïdium. En effet, la première barrière rencontrée par le champignon est la couche de cires dites épicuticulaires, dont les motifs de cristallisation varient fortement entre les cépages. Des observations microscopiques montrent que, chez les variétés les plus sensibles à l'oïdium, ces surfaces sont peu réticulées et plus ou moins lisses, alors que les plus résistantes présentent des surfaces très réticulées et des motifs de cristallisation supplémentaires (Schnee *et al.* 2008), tels que des structures en écailles (cépages très résistants), en granules ou en couches fissurées (cé-

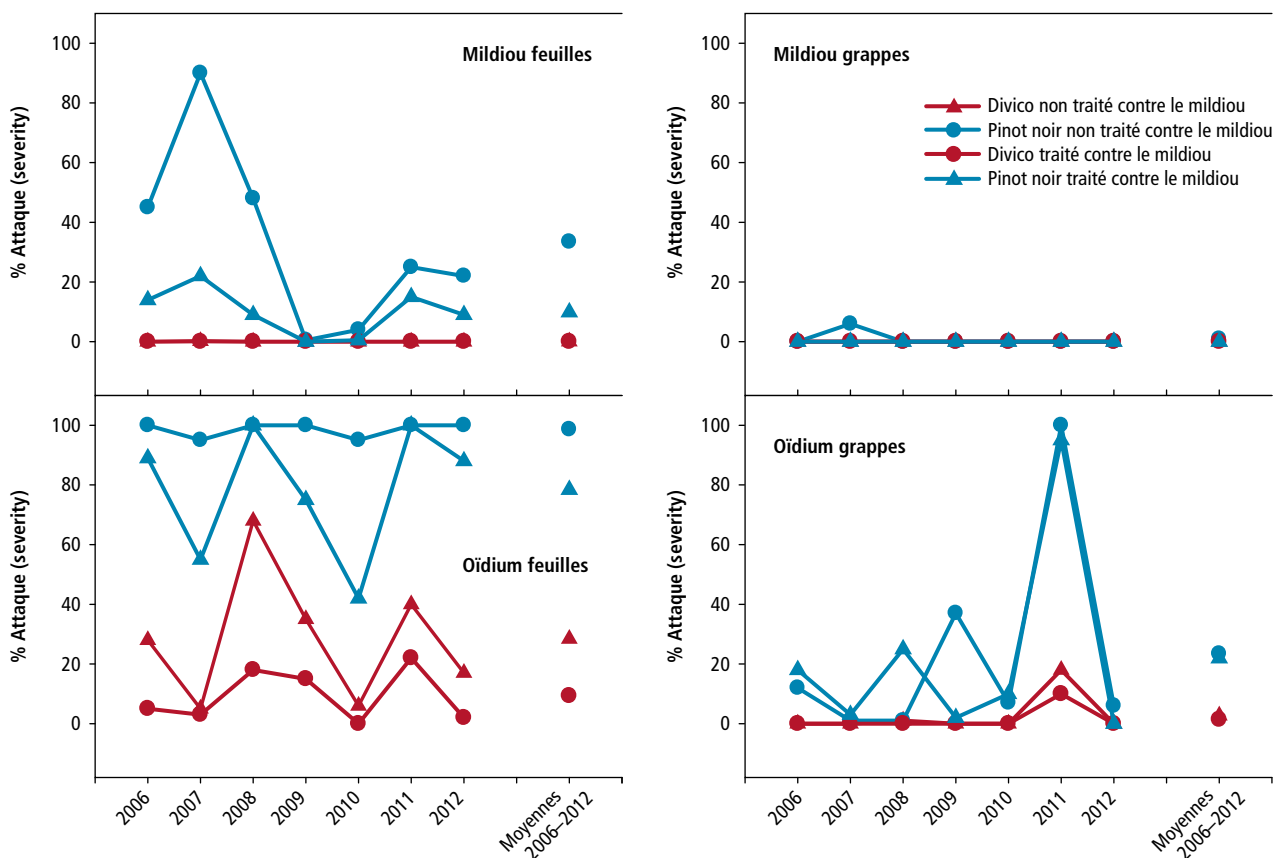


Figure 3 | Attaque de mildiou et d'oïdium sur Pinot noir et Divico à Pully début septembre. Variantes traitées et non traitées contre le mildiou, 2006–2012.

pages résistants). Chez Divico (fig. 4), la surface est très réticulée avec un motif de cristallisation en granules, ce qui peut expliquer sa bonne tenue face à l'oïdium. Le Chasselas quant à lui présente une surface très peu réticulée et des motifs de cristallisation plus ou moins lisses. Sachant que la forme des cristaux dépend de la composition chimique des cires, des expérimentations sont en cours afin d'examiner leur rôle comme composé antifongique.

Aucun développement de botrytis n'a été noté sur Divico tandis que le Pinot noir a subi quatre années sur sept une attaque de près de 4 % en moyenne sur l'ensemble de la période.

Des analyses microscopiques ont été réalisées sur la structure des pellicules des baies, du stade petit pois à la vendange, sur Divico, Gamaret, Gamay et Chasselas. La pellicule est constituée d'un épiderme (cellules de petites tailles) sous lequel plusieurs couches de cellules s'étirent tangentiellement (assises tangentielles de la pellicule) sur les cellules de la pulpe, isodiamétriques, de très grande taille et à paroi très fine (Fournioux et Adrian 2011). La structure de la pellicule peut varier sur deux points selon le cépage: le nombre d'assises cellu-

lares et l'épaisseur des parois des cellules, distinguant les variétés à pellicule dure et épaisse des raisins à peau fine et tendre. C'est aussi dans les assises tangentielles que résident les composés phénoliques et les tanins, dont la quantité et la composition sont essentielles pour la résistance à la pourriture grise, comme l'a démontré Perret (2001). Plus l'assise tangentielle est importante, plus il y a de métabolites actifs. Les observations microscopiques montrent que l'assise tangentielle de Divico est aussi importante que celle du Gamaret, expliquant ainsi en partie la très bonne résistance de Divico contre botrytis (fig. 5). La pellicule du Chasselas un peu moins fine que celle du Gamay, très sensible, peut expliquer sa meilleure tenue face à la pourriture que le Gamay.

A Pully, en 2012, une forte attaque de phylloxéra gallicole est survenue à la mi-juillet sur plusieurs cépages interspécifiques. Les cépages Léon Millot et Souvignier gris ont été particulièrement affectés, alors qu'aucune galle n'était observée sur Divico.

Figure 4 | Aspect des surfaces et des cires épicuticulaires de feuilles par microscopie électronique à balayage environnemental.
A: Divico, surface très réticulée et motif de cristallisation en granules.
B: Chasselas, surface peu réticulée et motifs de cristallisation épars.

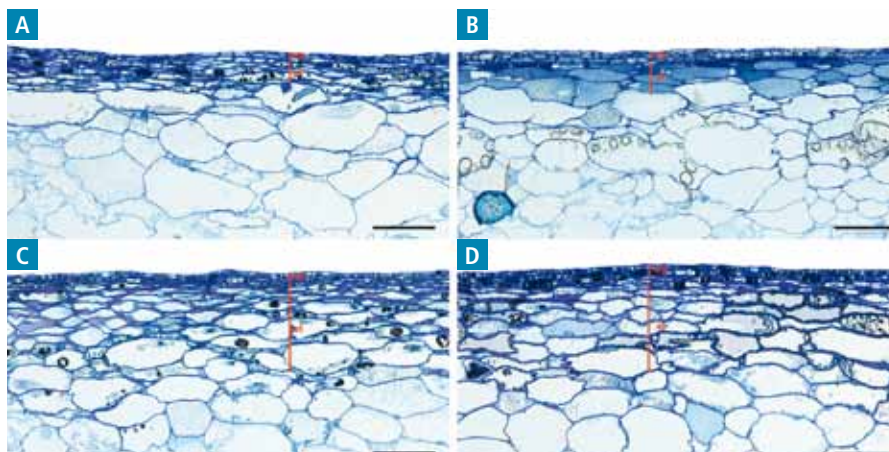
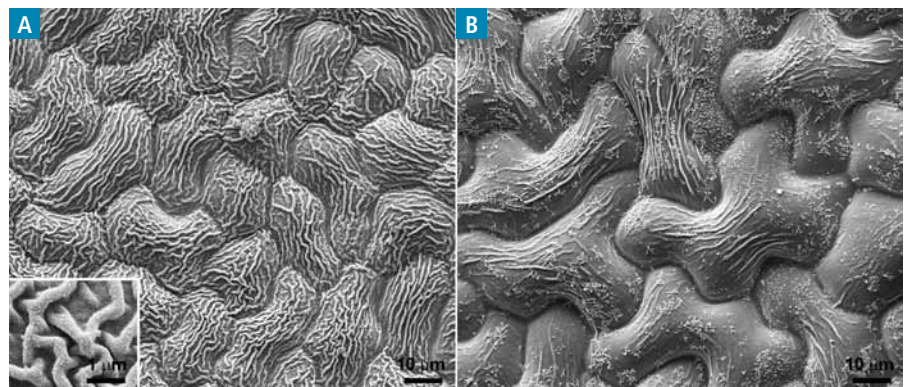


Figure 5 | Structure histologique des pellicules de baies entre différents cépages présentant différents niveaux de résistance à la pourriture grise.

A: Gamay très sensible.
B: Chasselas sensible.
C: Gamaret résistant.
D: Divico résistant. ep: épiderme, at: assise tangentielle.
L'échelle représente 100 µm.

Comportement de Divico en Valais

A Leytron (fig. 6), en l'absence de toute protection phytosanitaire, le témoin Gamaret a subi de fortes attaques de mildiou sur feuilles, sauf en 2009. Sur Divico, le développement du mildiou est resté très discret. L'oïdium n'a été observé qu'en 2012 et essentiellement sur Gamaret, dont la totalité du feuillage était envahi début septembre, tandis que Divico n'en portait que quelques traces. Les deux cépages n'ont présenté aucun dégât sur grappe de mildiou, d'oïdium ou de botrytis.

Comportement de Divico au Tessin

Les conditions tessinoises ont essentiellement favorisé le mildiou. La figure 7 résume les observations effectuées sur le domaine expérimental de Cugnasco. Le témoin Merlot non traité a montré une très forte attaque foliaire chaque année, avec plus de la moitié du feuillage détruit en moyenne début septembre. Les grappes ont été chaque année totalement infectées, supprimant la récolte sur ce cépage. L'application de trois traitements au cuivre et au soufre a permis de réduire l'attaque foliaire à 20% en moyenne pour le Merlot. Dans ces conditions de pression extrêmes à Cugnasco, le mildiou s'est également développé sur Divico en fin de saison, à des taux d'attaque toutefois nettement réduits par rap-

port au Merlot: la variante non traitée a atteint approximativement le niveau moyen du Merlot traité. Les trois traitements au cuivre et au soufre ont réduit drastiquement l'attaque, pour Divico, à un niveau tout à fait acceptable. Alors que, année après année, la production de Merlot a été détruite par le mildiou, celle de Divico n'en a pas été affectée.

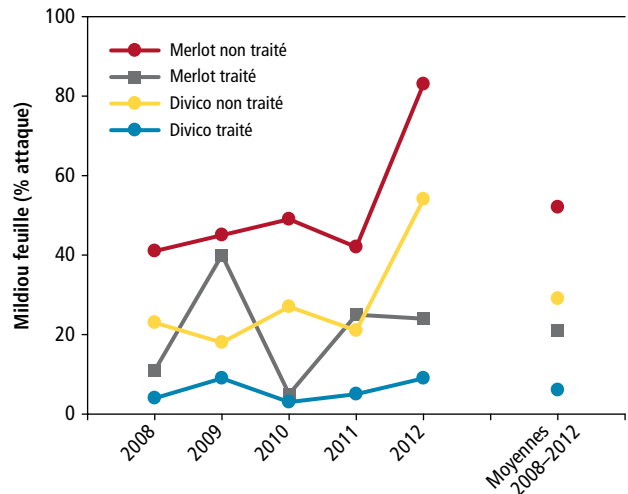


Figure 7 | Attaque de mildiou sur Merlot à Cugnasco début septembre. Variantes traitées et non traitées, 2008-2012.

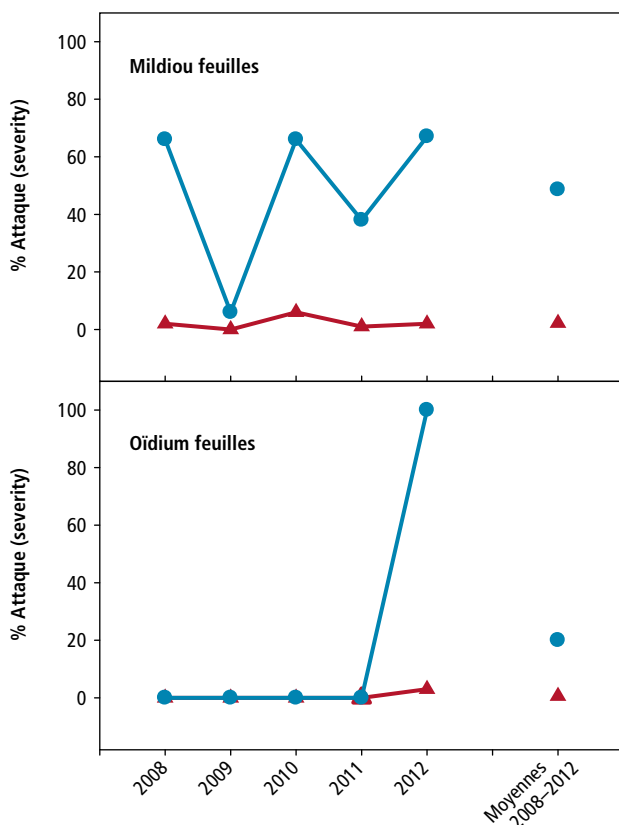
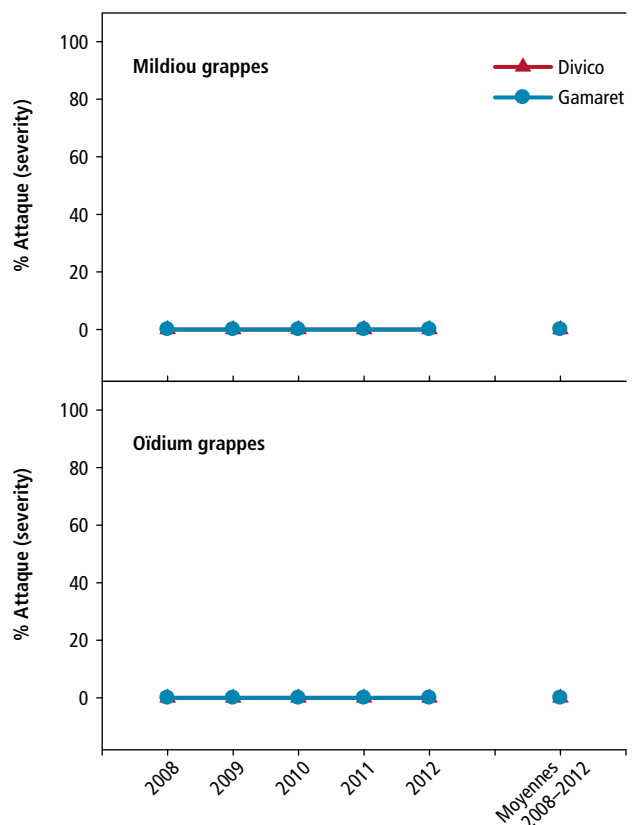


Figure 6 | Attaques fongiques sur Gamaret et Divico à Leytron début septembre, 2008-2012.



Recommandations pour la protection phytosanitaire

La protection phytosanitaire du cépage Divico doit être raisonnée en fonction de la pression des maladies calculée par Agrometeo, liée au site et aux conditions météorologiques de l'année. Même en cas de pression relativement faible, un traitement contre le mildiou et l'oïdium est recommandé entre le stade nouaison et petit pois (BBCH 71–75) afin de réduire au minimum les risques d'adaptation des pathogènes aux mécanismes de résistance de la variété (Cadle-Davidson *et al.* 2011; Delmotte *et al.* 2013). En cas de pression plus élevée du mildiou et surtout de l'oïdium, l'expérimentation menée à Agroscope montre qu'il est généralement possible de gérer la protection de ce cépage avec trois traitements placés autour de la période floraison/nouaison (BBCH 57–59 à 73–75). Les premières observations tendent à indiquer que Divico ne serait pas particulièrement sensible au black-rot (*Guignardia bidwelli*). Cependant, il ne possède pas de mécanisme de résistance spécifique contre ce pathogène et une protection adaptée doit être prévue dans les sites où cette maladie est présente. Cette remarque vaut également pour le rougeot parasitaire (*Pseudopeziza tracheiphila*).

Phénologie, composantes du rendement, production Bassin lémanique

A Pully (tabl.1), Divico débourre légèrement plus tôt que le Pinot noir. Sa véraison est également précoce et peut être fixée entre celle du Garanoir et du Gamaret. En raison de son excellente résistance au botrytis et de sa bonne tenue sur souche, il peut être vendangé tardivement à pleine maturité, comme le Gamaret, alors

que la vendange du Pinot noir dépend souvent de l'évolution de la pourriture grise. La fertilité des bourgeons est élevée, dépassant deux grappes par bois et la taille des grappes est voisine ou légèrement supérieure à celle du Pinot noir RAC 12. A la densité de plantation relativement élevée de l'essai de Pully (7400 ceps/ha), il a fallu en moyenne supprimer six grappes par cep pour obtenir un rendement de l'ordre de 1 kg/m². Pour le Pinot noir, le dégrappage a été deux fois moins important pour un rendement total un peu plus faible dont il faut encore retrancher 20 à 30 % de raisins impropres à la vinification (oïdium et pourriture grise).

Valais

A Leytron (tabl. 2), la fertilité des bourgeons de Divico dépassait également deux grappes par bois. Les grappes étaient par contre plus petites qu'à Pully, à cause d'une nouaison parfois un peu moins bonne. Avec une densité de plantation plus faible (5560 ceps/ha), le rendement a atteint 0,9 kg/m² contre 1,0 kg/m² pour le témoin Gamaret.

Tessin

A Cugnasco (tabl. 3), la fertilité des bourgeons a également été élevée mais les poids des grappes étaient nettement inférieurs à ceux enregistrés au nord des Alpes en raison d'une moins bonne nouaison. Ce phénomène a déjà été constaté au sud des Alpes avec le Gamaret (Spring et Ferretti 2013). Ainsi, les rendements ont atteint, avec un dégrappage très limité, seulement 0,6 à 0,7 kg/m² pour une densité de plantation de 5560 ceps/ha.

Tableau 1 | Phénologie et composantes du rendement de Divico et Pinot noir à Pully. Moyennes 2006–2012

Cépage	Variante*	Débourrement (BBCH09)	Date de la vendange	Fertilité des bourgeons (nb grappes/bois)	Poids des grappes (g)	Limitation de la récolte (-x gr/cep)	Rendement (kg/m ²)	Déchet non vinifiable (%)
Divico	Traité contre le mildiou	13 avril	7 octobre	2,30	174	-6,0	0,980	0
	Non traité contre le mildiou	13 avril	7 octobre	2,30	172	-6,0	1,040	0
Pinot noir	Traité contre le mildiou	16 avril	20 septembre	1,72	162	-2,9	0,985	20,5
	Non traité contre le mildiou	16 avril	20 septembre	1,77	134	-2,9	0,743	29,2

*Traité: 3x Cu50 + soufre mouillable/non traité: soufre mouillable.

Tableau 2 | Phénologie et composantes du rendement de Divico et Gamaret à Leytron, non traités. Moyennes 2008–2012

Cépage	Date de la vendange	Fertilité des bourgeons (grappes/bois)	Poids des grappes (g)	Limitation de la récolte (-x gr/cep)	Rendement (kg/m ²)	Déchet non vinifiable (%)
Divico	27 septembre	2,14	121	-2,3	0,89	0
Gamaret	24 septembre	2,01	159	-2,5	1,03	0

La productivité de Divico peut être qualifiée de satisfaisante, au moins au nord des Alpes. Ses caractéristiques le rapprochent du Gamaret. Ses grappes sont peu compactes et peuvent être relativement légères certaines années. Afin d'assurer un niveau de production suffisant, notamment à faible densité de plantation, il paraît nécessaire de le conduire en taille longue (Guyot). Selon le système de culture et les conditions de nouaison de l'année, une limitation estivale de la récolte n'est pas toujours nécessaire.

Qualité des moûts

Les tableaux 4 à 6 réunissent les résultats d'analyse des moûts au foulage à la vendange pour Divico et les cépages témoins pour les trois sites expérimentaux. La composition des moûts de Divico se rapproche de celle du Gamaret, avec un potentiel d'accumulation des sucres peut-être un peu plus faible, notamment en fin de maturation. L'expérience acquise avec ce cépage montre qu'il convient, malgré sa relative précocité, de le récolter tardivement, comme le Gamaret, afin d'assurer une maturité phénolique idéale (Spring 2004).

Tableau 3 | Phénologie et composantes du rendement de Divico à Cugnasco. Moyennes 2008–2012

Cépage	Variante*	Débourrement (BBCH09)	Date de la vendange	Fertilité des bourgeons (nb grappes/bois)	Poids des grappes (g)	Limitation de la récolte (-x gr/cep)	Rendement (kg/m ²)	Déchet non vinifiable (%)
Divico	Traité	8 avril	20 septembre	2,40	73	-1,0	0,69	0
	Non traité	8 avril	20 septembre	2,30	69	-0,7	0,59	0
Merlot	Traité	Pas de récolte – Dégât total						
	Non traité							

*Traité: 3x Cu50 + soufre mouillable/non traité: rien.

Tableau 4 | Composition des moûts de Divico et Pinot noir à Pully. Moyennes 2006–2012

Cépage	Variante*	Sucre (°Oe)	Acidité totale ¹ (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acide malique (g/l)	pH	Indice de formol
Divico	Traité contre le mildiou	89	7,2	6,6	1,6	3,08	11,3
	Non traité contre le mildiou	89	7,1	6,5	1,6	3,09	12,4
Pinot noir	Traité contre le mildiou	91,2	10,1	7,0	4,8	3,15	16,9
	Non traité contre le mildiou	90,7	9,8	6,3	4,8	3,19	20,3

¹Exprimée en acide tartrique.

*Traité: 3x Cu50 + soufre mouillable/non traité: soufre mouillable.

Tableau 5 | Composition des moûts de Divico et Gamaret à Leytron. Moyennes 2008–2012

Cépage	Sucre (°Oe)	Acidité totale ¹ (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acide malique (g/l)	pH	Indice de formol
Divico	97,4	6,8	6,5	1,7	3,31	17,9
Gamaret	99,4	7,0	5,7	2,7	3,25	12,8

¹Exprimée en acide tartrique.

Tableau 6 | Composition des moûts de Divico à Cugnasco. Moyennes 2008–2012

Cépage	Variante*	Sucre (°Oe)	Acidité totale ¹ (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acide malique (g/l)	pH	Indice de formol
Divico	Traité	84,3	6,5	5,9	2,1	3,30	16,5
	Non traité	86,4	6,3	5,6	2,1	3,31	16,6
Merlot	Traité	Pas de récolte – Dégât total					
	Non traité						

¹Exprimée en acide tartrique.

*Traité: 3x Cu50 + soufre mouillable/non traité: rien.

Vigueur, caractères végétatifs

Divico présente une vigueur relativement élevée, supérieure à celle du Gamaret. Son port est semi-érigé et se prête relativement bien au palissage. Les porte-greffe expérimentés se limitent pour l'instant au 3309C et au 5BB avec lesquels il présente une bonne affinité.

Analyse chimique et sensorielle des vins

Le tableau 7 réunit les données analytiques moyennes des vins issus des trois domaines expérimentaux. Les résultats dénotent une composition équilibrée, avec des acidités peut-être un peu faibles pour la référence tessinoise. Pour les trois sites, les vins de Divico se signalent par une très grande richesse en composés phénoliques et une couleur très profonde aux nuances violacées. En outre, ces vins sont riches en picéides, resvératrol et viniférines (plus de 30 mg/litre), qui ont un effet important d'antioxydant (Renaud et de Lorgeril 1992) (fig. 8).

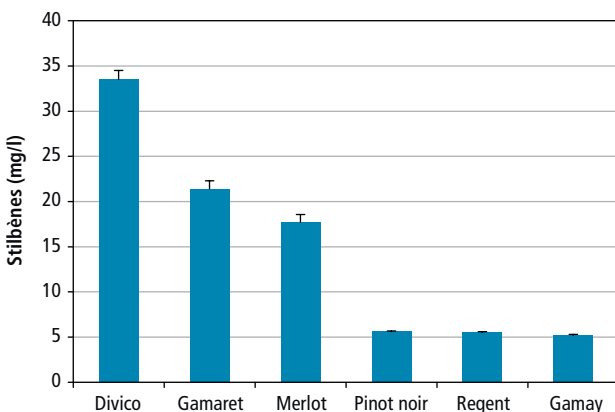


Figure 8 | Somme des stilbènes (picéide, resvératrol et viniférines) dans les vins de différents cépages.

Tableau 7 | Analyse des vins de Divico de Pully, Leytron et Cugnasco

Site	Années de référence	Alcool (vol. %)	pH	Acidité totale ¹ (g/l)	Indice des polyphénols totaux DO 280	Anthocyanes (mg/l)	Intensité colorante (indice)	Nuance
Pully	2006–2012	12,5	3,61	5,3	88	2151	23	82
Leytron	2008–2012	13,1	3,72	5,2	107	2542	29	83
Cugnasco	2008–2012	11,9	3,96	4,6	108	2544	25	76

¹Exprimée en acide tartrique.

Tableau 8 | Appréciation des vins de Divico (notation de 1 = faible, mauvais à 7 = élevé, excellent) de Pully, Leytron et Cugnasco

Site expérimental	Années de référence	Intensité colorante	Qualité du bouquet	Caractère fruité	Caractère épicé	Structure	Intensité tannique	Qualité des tanins	Impression générale
Pully	2006–2012	6,2	4,2	3,9	3,3	4,2	4,6	4,1	4,1
Leytron	2008–2012	6,4	4,1	3,9	3,2	4,4	4,7	4,3	4,2
Cugnasco	2008–2012	6,4	3,8	3,7	3,0	4,4	4,7	4,1	3,9

Le tableau 8 résume l'appréciation organoleptique des vins de Divico issus des trois sites. Le profil de ces vins est relativement proche et dénote des produits de qualité, structurés, riches en bons tanins. Les arômes, mieux appréciés pour les références de Pully et de Leytron, évoquent à la fois des notes fruitées et épicées, comme pour le Gamaret.

De 2006 à 2009, à Pully, la vinification en volumes comparables (15l) de Pinot noir et de Gamaret a permis de comparer les caractéristiques des composés phé-

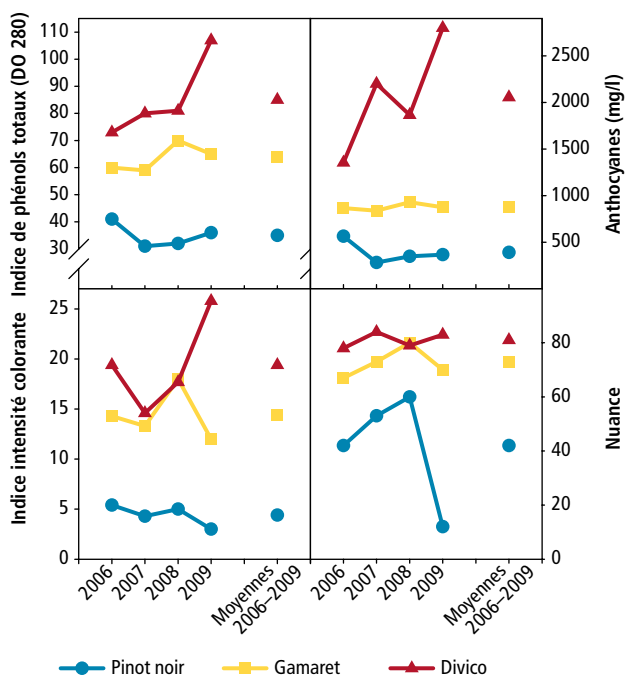


Figure 9 | Indice de phénols totaux (DO 280), teneur en anthocyanes, intensité colorante et nuance des vins. Pinot noir, Gamaret et Divico, Pully, 2006–2009.

noliques (fig. 9) et du profil organoleptique (fig.10) des vins de Divico. La richesse en polyphénols de ses vins et leur intensité colorante dépassent encore celles du Gamaret, tandis que le profil organoleptique se rapproche fortement de celui du Gamaret.

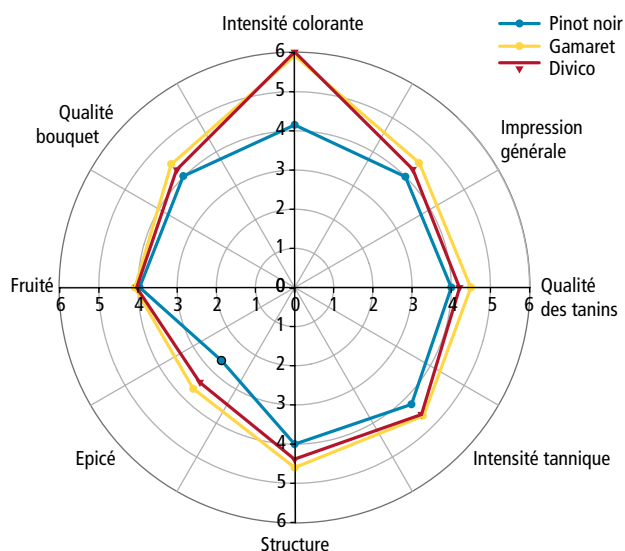


Figure 10 | Profils organoleptiques des vins de Pinot noir, Gamaret et Divico à Pully, moyennes 2006–2009. Echelle de notation de 1 (faible, mauvais) à 7 (élevé, excellent).

Conclusions

- Agroscope vient d’homologuer un premier cépage rouge présentant une résistance élevée au mildiou, à l’oïdium et à la pourriture grise du raisin. Divico a été obtenu en 1997 d’un croisement entre Gamaret (♀) et Bronner (♂).
- Selon la pression des maladies, un à trois traitements phytosanitaires appliqués autour de la période floraison/nouaison/grossissement des baies suffisent généralement à le protéger de manière efficace.
- De vigueur relativement élevée, son potentiel de production est modéré et ne nécessite pas systématiquement de régulation de la charge. Il doit être conduit en taille longue (Guyot).
- Sa précocité est proche de celle du Gamaret, le rendant apte à être cultivé dans la plupart des vignobles de Suisse. Pour assurer une maturité phénolique optimale des raisins, il doit être vendangé tardivement, comme le Gamaret, ce que permet sa résistance à la pourriture du raisin et sa bonne tenue sur souche.
- La véraison relativement précoce de Divico nécessite une protection contre les dégâts des oiseaux dans les zones exposées.
- Avec des vendanges de maturité optimale, Divico permet d’élaborer des vins très colorés, structurés et riches en tanins de bonne qualité. Son bouquet possède des notes à la fois fruitées et épicées et ses vins sont généralement très bien appréciés en dégustation.
- Cette variété sera disponible auprès des pépiniéristes viticoles suisses à partir de 2015 sous forme de plants standard. Du matériel certifié suisse pourra être diffusé à partir de 2017–2018. ■

Remerciements

L’ensemble des collaborateurs des groupes de recherche viticulture, œnologie, analyse des vins et mycologie qui ont participé à cette expérimentation sont vivement remerciés pour leur collaboration.

Bibliographie

- Aerny J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 161–165.
- Bouquet A., Pauquet J., Adam-Blondon A. F., Torregosa L., Merdinoglu D. & Wiedemann-Merdinoglu S., 2000. Vers l’obtention de variétés de vigne résistantes à l’oïdium et au mildiou par les méthodes conventionnelles et biotechnologiques. *Bulletin de l’OIV* **833-834**, 445–452.
- Cadle-Davidson L., Mahanil S., Gadoury D. M., Kozma P. & Reisch B. I., 2011. Natural infection of *Run 1*-positive vines by naïve genotypes of *Erysiphe necator*. *Vitis* **50** (4), 173–175.

- Delmotte F., Delière L. & Calonnet A., 2013. L’oïdium et le mildiou peuvent-ils s’adapter aux variétés résistantes de vigne? Les cépages résistants aux maladies cryptogamiques. *Panorama européen*. Groupe ICV, 228 p.
- Fourmioux J. C. & Adrian M., 2011. Morphologie et Anatomie de la vigne. Féret (Ed.), Bordeaux, 143 p.
- Gindro K., Spring J. L. & Viret O., 2007. Développement d’outils pour la sélection précoce de cépages résistants au mildiou. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38**, 21–25.
- Gindro K., Alonso-Villaverde V., Voinesco F., Spring J. L. & Viret O., 2010. Rôle déterminant des stilbènes dans la résistance au mildiou de la vigne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **42** (6), 352–357.
- Gindro K., Alonso-Villaverde V., Voinesco F., Spring J. L., Viret O. & Dubuis P.H., 2012. Susceptibility to downy mildew in grape clusters: new microscopical and biochemical insights. *Plant Physiology and Biochemistry* **52**, 140–146.
- Lancashire P. D., Bleiholder H., van den Boom T., Langelüddeke P., Stauss R., Weber E. & Witzzenberger A., 1991. A uniform decimal code for growth stage of crops and weeds. *Ann. Appl. Biol.* **119**, 561–601.

Summary

Divico, a first new grape breeding of Agroscope resistant to the main fungal diseases

A first variety of grape resistant to downy mildew (*Plasmopara viticola*), powdery mildew (*Uncinula necator*) and grey mould (*Botrytis cinerea*) selected by Agroscope has just been approved and released on the market. This red variety resulting from a 1997 crossbreeding between Gamaret and Bronner, was baptized Divico in homage to a mythic Helvetian leader. Its resistance to fungal diseases is high but not absolute. Only one to three chemical treatments during the flowering-to-berry set period are needed for an efficient protection. Divico should be cane-pruned in order to favour fertility. Despite a precoce vegetative cycle, it should be harvested late to insure proper grape maturity. Divico wines are appreciated in tastings: they are coloured, structured with round and soft tannins and are characterized by fruity and spicy bouquets.

Key words: grapevine, Divico, disease resistance, *Plasmopara viticola*, *Uncinula necator*, wine quality.

Zusammenfassung

Divico, die erste, gegen die Hauptkrankheiten der Rebe resistente Agroscope Neuzucht

Die erste, gegen falschen Mehltau (*Plasmopara viticola*), echten Mehltau (*Uncinula necator*) und Graufäule (*Botrytis cinerea*) resistente, in der Forschungsanstalt Agroscope gezüchtete Rebsorte, ist homologiert worden. Diese rote Neuzüchtung stammt aus einer Kreuzung des Jahres 1997 zwischen Gamaret und Bronner. Sie wurde Divico genannt, in Erinnerung an dem mythischen helvetischen Führer. Sie weist eine hohe, wenn nicht absolute, Krankheitsresistenz auf. Je nach Krankheitsdruck genügen eine bis drei Spritzungen in der Periode Blüte/Fruchtansatz. Sein Ertragspotential ist mittelmässig, er muss deshalb lang geschnitten werden. Trotz eines relativ frühen Vegetationszyklus, soll er spät gelesen werden um eine optimale phenolische Reife der Trauben zu gewährleisten. Die Weine sind qualitativ, gut strukturiert, tief gefärbt und reich an guten Tanninen. Aromatisch zeichnen sie sich durch fruchtige sowohl würzige Noten aus.

Riassunto

Divico, il primo vitigno resistente alle principali malattie della vite selezionato da Agroscope

È stato omologato il primo vitigno resistente alla peronospora (*Plasmopara viticola*), all'oidio (*Uncinula necator*) e al marciume grigio (*Botrytis cinerea*) selezionato dalla Stazione di ricerche Agroscope. Questo vitigno vitigno rosso, ottenuto nel 1997 da un incrocio tra Gamaret e Bronner, è stato chiamato Divico in onore del mitico condottiero elvetico. La sua resistenza alle malattie è elevata senza essere tuttavia assoluta e, a seconda della pressione, da uno a tre trattamenti fitosanitari, applicati nel periodo tra la fioritura e l'allegagione, sono sufficienti a proteggerlo efficacemente. Di fertilità moderata, dev'essere condotto con una potatura lunga. Malgrado il suo ciclo vegetativo relativamente precoce, esso dev'essere vendemmiato tardi per assicurare una buona maturazione fenolica delle uve. I vini ottenuti, apprezzati in degustazione, sono strutturati, molto ricchi in colore e in tannini di buona qualità e caratterizzati da un bouquet a volte fruttato e speziato.

- OFAG, 2013. L'année viticole 2012. Office fédéral de l'agriculture. Accès: <http://www.blw.admin.ch/themen/00013/00084/00344/index.html?lang=it&download=NHZLpZig7t,Inp6i0NTU042I2Z6In1ah2oZn4Z2qZpnO2YuqZ26gpjCEeIR8fmy162dpYbUzd,Gpd6emK2Oz9aGodetmqaN19XI2IdvoaCUZ,s->
- Perret C., 2001. Analyse de tanins inhibiteurs de la stilbène oxydase produite par *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. Thèse de l'Université de Neuchâtel, Faculté des Sciences, 173 p.
- Pezet R., 1993. La pourriture grise des raisins. Le complexe plante-parasite. *Le Vigneron Champenois* 114 (5), 65–83.
- Renaud S. & Delorgeril M., 1992. Wine, alcohol, platelets, and the french paradox for coronary heart-disease. *Lancet* 339 (8808), 1523–1526.
- Ribéreau-Gayon J., Peynaud E., Sudraud P. & Ribéreau-Gayon P., 1972. Sciences et techniques du vin. Tome I. Analyses et contrôles des vins. Dunod, Paris, 488, 497–503.
- Rousseau J. & Chanfreau S., 2013. Création de cépages résistants: une histoire américano-européenne. Les cépages résistants aux maladies cryptogamiques. Panorama européen. Groupe ICV, 228 p.
- Schnee S., 2008. Facteurs de résistance à l'oidium (*Erysiphe necator* Schwein.) chez la vigne (*Vitis vinifera* L.). Thèse de l'Université de Neuchâtel, Faculté des Sciences, 136 p.
- Spring J.-L., 2004. Influence de la date de vendange sur la qualité des vins de Gamaret. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 36 (3), 159–163.
- Spring J.-L. & Ferretti M., 2013. Influence du porte-greffe sur le comportement du cépage Gamaret dans le vignoble tessinois. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 45 (3), 158–164.



MICROTHIOL SPÉCIAL®



SOUFRE EN MICROGRANULÉS HYPERDISPERSIBLES



DISPONIBLE DANS VOTRE

Landi

Marque déposée de Cerexagri - Homologation n° W2675 - Teneur : 80% de soufre à l'état libre. Bien lire l'étiquette avant toute utilisation et bien respecter les précautions d'emploi.



cerexagri
United Phosphorus Ltd

An:ASP02010/2012-135x190 - Crédit photo : Getty Images - Bruno Monard

PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : RESPECTER LES CONDITIONS D'EMPLOI

Pépinières Ph. Borioli

Partenaire de votre réussite

Planter c'est prévoir!

Réservez l'assemblage idéal cépage - clone / porte-greffe
Pieds de 30 à 90 cm



Nouvel encépagement?

Vinifera ou Interspécifique, demandez nos conseils et services



Raisins de table: votre nouvelle culture fruitière!

Choix de variétés adaptées à vos labels



CH-2022 BEVAIX

Tél. 032 846 40 10 Fax 032 846 40 11
E-mail: info@multivitis.ch www.multivitis.ch

DUVOISIN Puidoux



PRÉTAILLEUSES dès 60 kg, adaptations sur tous types de tracteurs ou chenillettes.

SÉCATEURS électriques ou pneumatiques.

BROYEURS SEPPI-M pour sarments et herbe.

TRACTEURS HOLDER articulés à 4 roues motrices.

Importateur - Vente - Réparation - Pièces détachées

DUVOISIN & Fils SA – 1070 Puidoux-Gare
Machines viticoles et agricoles

Tél. 021 946 22 21 – Fax 021 946 30 59

Mieux s'équiper, c'est la clé du succès !



Pressurage nouvelle génération
Pressurage sous gaz inerte

Filtration tangentielle Bourbes et Vins

Tri optique de précision

Nouveau
Eraflage à mouvement
pendulaire

A l'écoute de vos évolutions, Bucher Vaslin développe pour vous, sans relâche, de nouvelles solutions pour plus de performances, de valeur ajoutée, de retour sur investissement.

Nos concessionnaires agréés :

Avidor Valais SA
3970 Salgesch
Tél. 027/456 33 05

Gigandet SA
1853 Yvorne
Tél. 024/466 13 83

Jean-Luc Kaesermann Sarl
1173 Féchy
Tél. 021/808 71 27

Perroulaz SA
1070 Puidoux
Tél. 021/946 34 14

Valélectric Farner SA
1955 St Pierre de Clages
Tél. 027/305 30 00

Bucher Vaslin - Philippe Besse
CH-1787 Mur/Vully - Tél. 079/217 52 75
philippe.besse@buchervaslin.com

BUCHER vaslin

www.buchervaslin.com
Votre réussite est notre priorité

nouveau 13-14



Nettoyeur de fûts Vos fûts le méritent

Les nettoyeurs de fûts de MOOG Cleaning Systems garantissent un nettoyage intérieur le plus rationnel, le plus efficace et le plus économique de vos fûts de vin.

Visitez notre nouveau site Internet
www.moog.ch

Transpalette peseur



Visitez notre expo

Transpalette peseur

Art.-No. NHW20.ESR

La balance est munie d'un indicateur LCD avec affichage des poids bruts/nets, remise à zéro, fonction de calcul de la tare et d'enregistrement des additions avec totalisation. L'unité de pesage est protégée par un boîtier métallique. Le clavier est muni d'une protection garantissant son étanchéité.

Données techniques :

- Capacité 1 – 2000 kg
- Affichage au pas de 1 kg
- Précision 99,9%
- Batterie 4 x 1,5V AA (2,7Ah)
- Longueur des fourches 1150 mm
- Ecartement des fourches 570 mm
- Longueur / poids 1580 mm / 105 kg
- Couleur Jaune RAL 1003



- Fabriqué en acier de haute qualité, durable et fiable
- Utilisation simple, sécurité de surcharge
- Protection étanche de l'unité de pesage IP65
- Roues et galets tandem en polyuréthane
- Coupure automatique après 3 minutes de non utilisation
- Conforme aux normes CE

CHF 1'200.--

TVA exclue, livrable du stock MAPO Wohlen

Options:

- Imprimante thermique CHF 400.--



Astuce MAPO
Prix imbattable



Partout où il y a du mouvement

MAPO SA - Z.I. des Larges Pièces C - Chemin Prévenoge - 1024 Ecublens-Lausanne - Tél.: 021 695 02 22
Fax: 021 695 02 29 - ecublens@mapo.ch - www.mapo.ch

Sarments de vigne: nouvelle source de composés antifongiques

Sylvain SCHNEE¹, Francine VOINESCO¹, Pierre-Henri DUBUIS¹, Olivier VIRET¹, Jean-Luc WOLFENDER², Emerson F. QUEIROZ² et Katia GINDRO¹

¹Agroscope, 1260 Nyon

²Phytochimie et produits naturels bioactifs, Section des sciences pharmaceutiques, Université de Genève - Université de Lausanne, 1211 Genève 4

Renseignements: Katia Gindro, e-mail katia.gindro@agroscope.admin.ch, tél. +41 22 363 43 74, www.agroscope.ch



Taille hivernale de la vigne avec les sarments prêts à être broyés.

Introduction

La plupart des vignobles sont composés de vignes européennes (*Vitis vinifera*) sensibles au mildiou (*Plasmopara viticola*), à l'oidium (*Erysiphe necator*) et à la pourriture grise (*Botrytis cinerea*). En Suisse, les méthodes de lutte reposent avant tout sur l'application raisonnée de fongicides, en fonction des conditions climatiques,

de la phénologie de la vigne et de la pression des maladies (www.agrometeo.ch). Depuis quelques années, les consommateurs et les instances politiques ont pris conscience de manière prononcée des dangers potentiels des pesticides. Cela se traduit par des préoccupations de santé publique au sujet des résidus dans les denrées alimentaires et par un rejet de l'impact des produits phytosanitaires sur l'environnement. En ré-

ponse à ces préoccupations, les politiques ont exprimé leur volonté de réduire les intrants en agriculture, et en particulier en viticulture (Grenelle de l'environnement en France). Le développement de nouvelles stratégies de protection de la vigne plus respectueuses de l'environnement est ainsi vivement souhaité. La viticulture biologique propose une réponse différente à ces questions, en renonçant à utiliser tout fongicide de synthèse au profit de produits naturels d'origine minérale (cuivre, soufre) ou végétale (extraits de plantes, micro-organismes). Un nombre limité de ces derniers est utilisé avec plus ou moins de succès, mais aucun à ce jour ne s'est montré suffisamment efficace dans les situations favorables aux champignons pathogènes pour remplacer le cuivre et le soufre. Cependant, le soufre et certains produits à base d'argile ont aussi des effets au niveau environnemental et posent des problèmes d'écotoxicologie, en particulier pour la faune auxiliaire (typhlodromes). Quant au cuivre, son inconvénient est d'être un métal lourd qui s'accumule dans le sol. Aucun produit biologique actuellement ne peut se substituer à ces deux plus anciens fongicides viticoles, ce qui rend le bilan écologique de la viticulture biologique insatisfaisant.

Toutefois, les perspectives offertes par l'exploration et l'exploitation de produits naturels demeurent très intéressantes face à la grande diversité des composés antifongiques identifiés dans certains extraits de plantes (Choi *et al.* 2009). Les activités antifongiques répertoriées à l'heure actuelle sont d'autant plus prometteuses que ces extraits se caractérisent par leur biodégradabilité et une toxicité généralement réduite envers l'environnement et la santé humaine.

La vigne contient une grande variété de composés phénoliques, tels que les tannins, les flavonoïdes et les stilbènes (Jeandet *et al.* 2010). Dans cette dernière famille chimique, le resvératrol a été très largement étudié pour ses effets bénéfiques sur la santé humaine, souvent évoqués sous le nom de «*French paradox*» (Renaud et Delorgeril 1992). D'une façon générale, les composés phénoliques issus de la vigne jouent un rôle bénéfique dans la prévention des maladies cardiovasculaires et neurodégénératives, mais également contre le vieillissement cellulaire et l'inhibition de la tumérogénèse (Szajdek et Borowska 2008). La vigne produit naturellement un éventail bien plus large de stilbènes en réponse à différents stress biotiques et environnementaux (Pezet *et al.* 2004). Les baies sont considérées comme une source importante d'antioxydants. En particulier, les raisins contiennent une grande variété de composés phénoliques, incluant des acides phénoliques, des tanins, des flavonoïdes et des stilbènes, sou-

Résumé ■ Des extraits de sarments de trois cépages de vigne (*Vitis vinifera*), cv. Pinot noir, Gamaret et Divico, présentent des activités antifongiques contre le mildiou (*Plasmopara viticola*), l'oïdium (*Erysiphe necator*) et la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) dans des tests de laboratoire, alors que les extraits aqueux ne montrent aucun effet. Les extraits méthanoliques ont été séparés selon leur polarité en quatre fractions et analysés par chromatographie. L'évaluation de chaque fraction montre que toutes présentent une forte toxicité contre le mildiou, trois d'entre elles contre la pourriture grise et que seule la fraction la plus apolaire agit contre l'oïdium. Parmi la grande diversité de molécules constitutives mises en évidence, six composés principaux ont été identifiés et leur toxicité contre le mildiou quantifiée (CI_{50}). Les valeurs de CI_{50} de la E-Vitisine B et de l'hopéaphénol sont très basses, respectivement 12 et 17 μM , et donc fortement fongicides. Cependant, les constituants majoritaires de l'extrait présentent une forte sensibilité à la lumière: une exposition de 24 h suffit à les altérer. La possibilité de formuler un extrait actif stable novateur pour la protection de la vigne est discutée.

vent liés aux réponses de défense contre les pathogènes fongiques (Nicholson et Hammerschmidt 1992). Parmi ces composés phénoliques, les bénéfiques du resvératrol sur la santé sont connus depuis des siècles dans la médecine traditionnelle japonaise et chinoise (Nonomura *et al.* 1963). Cependant, bien que les stilbènes aient été bien étudiés en ce qui concerne la santé humaine, peu de travaux se sont focalisés sur leur utilisation potentielle en tant que fongicides. Ces stilbènes sont présents constitutivement dans les parties lignifiées de la plante également. Les sarments sont traditionnellement broyés après la taille annuelle, pour contribuer au maintien de la matière organique du vignoble, et représentent un sous-produit peu exploité de la viticulture. L'activité biologique des stilbènes présents dans les sarments contre les principales maladies fongiques de la vigne et leur composition chimique ont donc été examinées pour déterminer si un extrait ou certains composés purs pourraient potentiellement être utilisés dans une perspective de protection du

nable du vignoble. A cette fin, des sarments de *V. vinifera* cv. Pinot noir, un cépage très répandu, ont été choisies comme matériel de départ pour notre recherche. Le choix des solvants d'extraction s'est fait pour pouvoir travailler avec des composés hydrophiles, plus faciles à utiliser dans une perspective de protection de la vigne.

Cet article présente le potentiel antifongique des constituants des sarments de vigne et discute de l'usage possible de ces composés à l'heure actuelle.

Matériel et méthodes

Matériel biologique et conditions de culture

Des sarments aoûtés de *Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir, Gamaret (Gamay x Reichensteiner) et Divico (Gamaret x Bronner) ont été récoltés en janvier 2012 dans les parcelles expérimentales non traitées d'Agroscope (Nyon, VD, Suisse) et stockés à 20 °C durant un mois à l'obscurité. Les sarments ont été débités en fragments de 2 cm, séchés à 30 °C durant 72 h puis broyés dans un moulin (diamètre des mailles < 1 mm). La poudre obtenue a été stockée à 20 °C à l'obscurité.

Extraction et analyses chimiques

Selon Schnee *et al.* (2013), quatre types d'extractions ont été réalisées à partir des poudres obtenues précédemment: extraction à l'eau, à l'eau à 100 °C, au méthanol et à l'éthanol. Les extraits aqueux ont été centrifugés, filtrés et lyophilisés. Les extraits méthanoliques et éthanoliques ont été séchés sous vide sur un évaporateur rotatif et solubilisés dans de l'eau avant lyophilisation. Ces extraits ont été divisés en quatre fractions selon leur polarité et analysés avec différents systèmes de chromatographie en phase liquide. Les composés purs ont été identifiés par résonance magnétique nucléaire (RMN).

Biotests antifongiques

Mildiou

La toxicité des différents extraits et composés purs a été évaluée à différentes concentrations sur des suspensions aqueuses de zoospores mobiles de *P. viticola*. Des variantes de contrôle ont subi la même procédure, en remplaçant les extraits par de l'eau ou par un fongicide commercial (Melody Combi, Bayer, 9 % iprovalicarb + 56 % folpet) utilisé à 2 mg/ml. L'inhibition de la natation des zoospores a été comptée en microscopie optique (grossissement x100) dans un champ fixe d'observation. En parallèle, des gouttes de suspension ont été déposées sur la face abaxiale de feuilles de *V. vinifera* cv. Chasselas afin d'évaluer l'inhibition du déve-

loppement de la maladie selon une méthode décrite précédemment (Gindro *et al.* 2006). Les concentrations d'inhibition médiane du développement du pathogène (CI₅₀) de chaque composé pur ont été calculées selon la formule dose-réponse suivante: $y = \min + (\max - \min) / (1 + 10^{(\log CI_{50} - x) \text{ pente}})$ (Module de régression logistique intégrée sur Sigmaplot).

Oïdium

La toxicité des différents extraits et composés purs a été évaluée à différentes concentrations sur le taux de germination des conidies d'*Erysiphe necator* en conditions contrôlées sur milieu gélosé. Des contrôles ont été effectués de la même manière en remplaçant les extraits par de l'eau ou par un fongicide commercial (Thiovit soufre mouillable, Syngenta) utilisé à 4 mg/ml. Les conidies ont été observées au moyen d'un microscope photonique (grossissement x100) et le taux de germination calculé (pourcentage de conidies germées).

Pourriture grise

La toxicité des différents extraits et composés purs a été évaluée à différentes concentrations sur le développement mycélien de *Botrytis cinerea* en conditions contrôlées sur milieu gélosé. Des contrôles ont été effectués de la même manière en remplaçant les extraits par de l'eau ou par un fongicide commercial (Switch, Syngenta: cyprodinil 37,5 % + fludioxonil 25 %) utilisé à 1 mg/ml. Le développement du mycélium a été observé après cinq jours.

Microscopie électronique

Les sporanges de *P. viticola* ou les conidies de *B. cinerea* en suspension aqueuse ont été utilisés pour observer les effets cytologiques de l'extrait de sarment à 1 mg/ml. Après centrifugation, les culots de cellules ont été fixés et traités selon la méthode de Roland et Vian (1991). Ces échantillons ont été observés en microscopie électronique à transmission (MET) sur des coupes ultrafines (épaisseur 0,08 μm). Des spores non traitées ont été observées en tant que témoin.

Résultats et discussion

Bioactivité des extraits de sarment

Des quatre méthodes d'extractions réalisées, seuls les extraits éthanoliques et méthanoliques ont présenté des activités antifongiques contre le mildiou, l'oïdium et la pourriture grise, alors que les extraits aqueux se sont révélés inactifs. Les profils chromatographiques des extraits méthanoliques et éthanoliques sont similaires. Le rendement de l'extrait éthanolique (3,33 %) a

été deux fois inférieur à l'extrait méthanolique (6,95 %), tout en conservant une bioactivité similaire. Seul l'extrait méthanolique a été exploré dans la suite du travail.

Afin de savoir si l'activité antifongique est spécifique au Pinot noir ou est également présente dans d'autres cépages, le Gamaret et le Divico ont été sélectionnés pour leur résistance à la pourriture grise et au mildiou. Les résultats montrent que l'activité fongicide est similaire dans les trois cépages utilisés. Les profils chromatographiques ne présentent que de légères différences quantitatives dans la composition des extraits avec des rendements différents par rapport au Pinot noir (8,2 % pour Divico et 5,4 % pour Gamaret). Des travaux antérieurs (résultats non présentés) ont montré que des cépages blancs présentaient également une activité fongicide. Il apparaît donc que tous les cépages analysés peuvent être utilisés comme source d'extraits actifs. Cependant, les constituants majoritaires de l'extrait présentent une forte sensibilité à la lumière: une exposition de 24 h est suffisante pour altérer ces composés. Des expérimentations sont actuellement en cours pour comprendre ce phénomène et tenter d'améliorer la stabilité de l'extrait. Dans la littérature récente, un certain nombre d'exemples d'extraits actifs au laboratoire n'ont pas amené au développement de produits de traitement suffisamment efficaces au champ.

Afin de déterminer le ou les composés responsables de cette activité, l'extrait méthanolique a été séparé en quatre fractions selon un gradient de polarité (fig.1). Les constituants de la fraction 4 n'étant que peu vi-

sibles aux UV, le profil de cette fraction ne présente aucun pic caractéristique. Les résultats montrent que les quatre fractions sont actives contre le mildiou à une concentration d'utilisation de 1 mg/ml. Actuellement, six composés majoritaires des fractions 2 et 3 ont été purifiés par chromatographie en phase liquide et identifiés par spectrométrie de masse et résonance magnétique nucléaire: l'ampélopsine A, l'hopéaphénol, le resvératrol, l'ampélopsine H (peu visible en détection UV), l' ϵ -viniférine et l'E-vitisine B. La Cl_{50} (concentration qui inhibe 50 % du développement du pathogène) des six composés a été calculée sur la base de la mobilité des zoospores et en fonction de la sporulation sur feuilles de Chasselas après infection. Les composés les plus toxiques sont l'E-vitisine B (13 μ M) et l'hopéaphénol (17 μ M). Ces valeurs d' Cl_{50} contre le mildiou sont analogues à celles déterminées pour le ptérostilbène (Cl_{50} 12 μ M) et la δ -viniférine (14 μ M), deux stilbènes très toxiques contre le mildiou, produits à la suite d'une infection et impliqués dans la défense naturelle de la vigne (Pezet *et al.* 2004), mais absents de façon constitutive dans le bois.

La toxicité de l'extrait brut méthanolique sur l'ultrastructure des sporanges de *Plasmopara viticola* a été observée par microscopie électronique à transmission (fig. 2). Les sporanges de mildiou traités à l'extrait méthanolique de sarments présentent une forte contraction de la cellule, une importante désorganisation des membranes et des organelles cellulaires, 6 h après le traitement déjà, par rapport au contrôle négatif traité

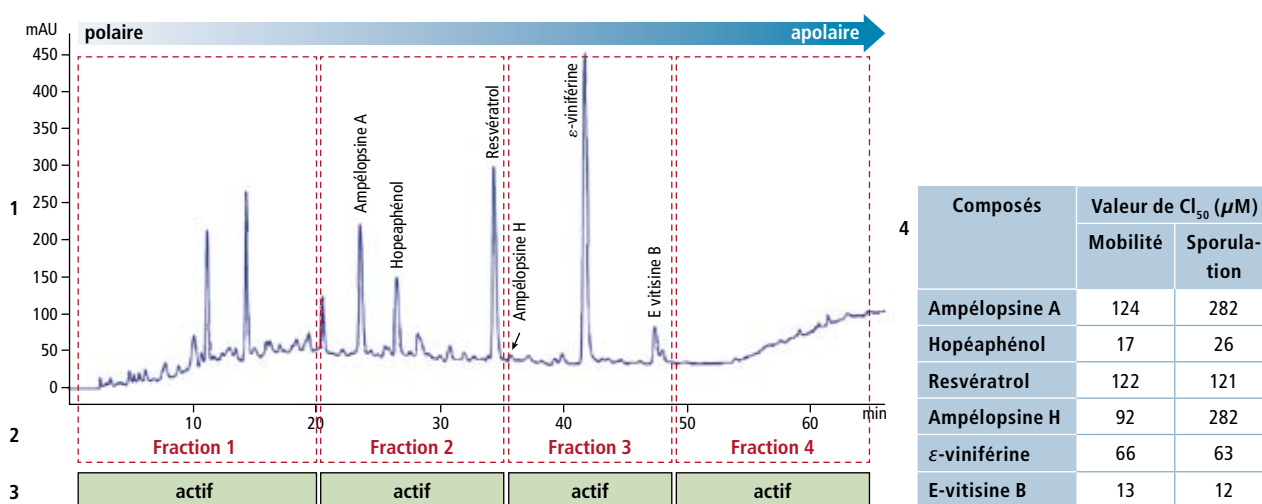


Figure 1 | Procédure d'identification chimique et d'évaluation de l'activité anti-mildiou de l'extrait méthanolique de sarments de vigne et de ses composés principaux.

1. Chromatogramme de l'extrait méthanolique des sarments de Pinot noir indiquant les composés préalablement identifiés par RMN.
2. Fractionnement de l'extrait brut par gradient de polarité.
3. Activité fongicide des quatre fractions contre *Plasmopara viticola* à 1 mg/ml.
4. Cl_{50} sur la mobilité des zoospores et la sporulation du mildiou sur feuilles de Chasselas, calculée pour chacun des six composés purs identifiés.

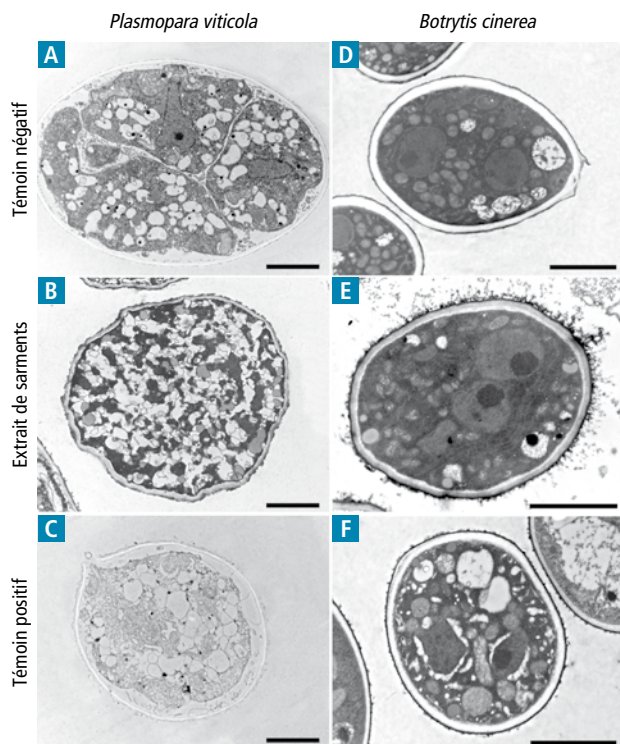


Figure 2 | Ultrastructure des sporanges de *Plasmopara viticola* et des conidies de *Botrytis cinerea* vue au microscope électronique à transmission 6h après traitement à l'extrait méthanolique brut de sarments de vigne (cv. Pinot noir), avec un fongicide commercial (témoin positif) et à l'eau (témoin négatif).

A à C. *Plasmopara viticola*: A. Sporange traité à l'eau. B. Sporange traité à l'extrait méthanolique de sarment à 1 mg/ml. C. Sporange de *P. viticola* traité avec un fongicide (Melody Combi à 2 mg/ml). D à F. *Botrytis cinerea*: D. Conidie traitée à l'eau. E. Conidie traitée à l'extrait méthanolique de sarment à 5 mg/ml. F. Conidie traitée avec un fongicide (Switch à 1 mg/ml). La barre d'échelle représente 5 µm.

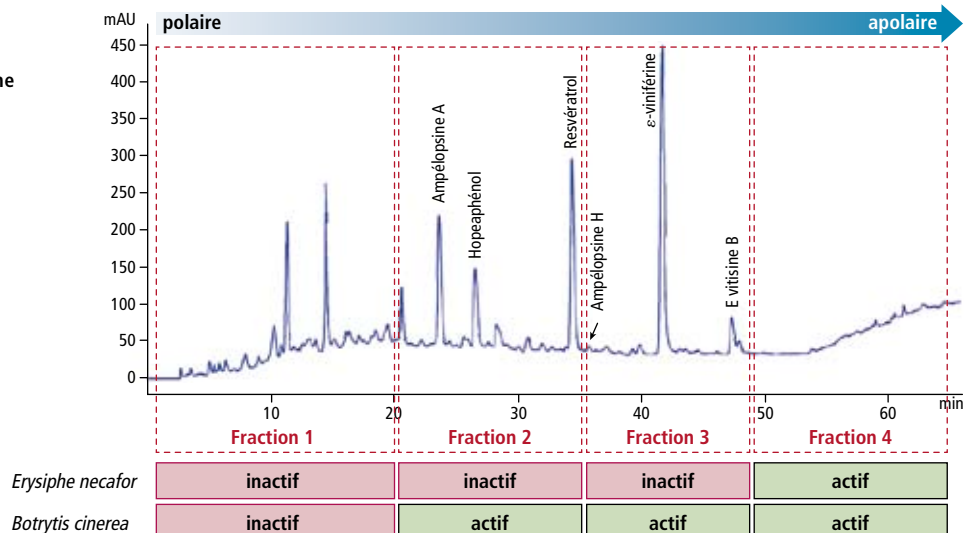
avec de l'eau. Le contrôle positif (Melody Combi) a quant à lui provoqué une altération de la couche externe de la paroi cellulaire et une importante vacuolisation du contenu cellulaire. Les modifications de la paroi cellulaire sont dues au mode d'action de l'iprovalicarbe, inhibant l'activité d'une cellulose synthase (Blum *et al.* 2012) qui participe à la synthèse de la paroi. Après 24h, le cytoplasme est entièrement coagulé et les membranes cellulaires détruites, que ce soit avec l'extrait méthanolique de *V. vinifera* ou avec le fongicide témoin.

Seule la fraction 4 fait preuve d'une forte activité antigerminative contre l'oïdium à une concentration de 1 mg/ml (fig. 3). Le mode de détection aux UV n'a pas permis de visualiser les molécules actives présentes dans la fraction 4, mais détectables par d'autres moyens de chimie analytique (résultats non présentés). Les six composés purs identifiés ont également été testés mais aucun n'a montré de toxicité contre *E. necator* dans la gamme de concentrations testées.

Dans le cas de la pourriture grise, les fractions 2 à 4 présentent une activité antifongique mais à une concentration élevée (5 mg/ml). Parmi les composés purs testés, seule l' ϵ -viniférine a permis d'inhiber le développement du champignon entre 1 et 5 mM. Les modifications structurelles des conidies de *B. cinerea* en contact avec l'extrait brut méthanolique ont également été observées au microscopie électronique (fig. 2).

Après 6 h de traitement à l'extrait méthanolique de sarments, les conidies manifestent une importante dégradation de leur paroi cellulaire alors que le contenu cellulaire reste comparable au témoin traité avec de l'eau. Après 24h, une désorganisation complète de l'intégrité cellulaire a pu être observée avec

Figure 3 | Activité fongicide des quatre fractions de l'extrait méthanolique de sarments de vigne contre l'oïdium (*Erysiphe necator*) à 1 mg/ml et la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) à 5 mg/ml.



l'extrait méthanolique de bois comme avec le fongicide de référence. Ceci confirme les résultats d'études antérieures montrant que de faibles concentrations de certains stilbènes spécifiques peuvent coaguler le matériel cytoplasmique et désorganiser les organelles et les membranes cellulaires (Pezet et Pont 1990). Le contrôle positif (Switch) a induit d'importantes altérations du contenu cellulaire avec une forte rétraction des noyaux.

Ces résultats font ressortir la diversité des composés actifs au sein de l'extrait méthanolique, dont six ont été pour l'instant identifiés. Les molécules responsables de l'activité anti-oïdium et anti-botrytis restent à identifier chimiquement, en particulier les composés apolaires de la fraction 4 de l'extrait.

Conclusions

- Cette étude montre que les extraits au méthanol et à l'éthanol de sarments de vigne possèdent en laboratoire des propriétés antifongiques intéressantes contre les trois principales maladies de la vigne.

- L'activité fongicide de l'extrait de sarments est constitutive et ne semble pas liée au cépage. Toutefois, des cépages résistants tels que le Divico fournissent des rendements supérieurs en extraits actifs.
- Six molécules majoritaires parmi tous les composés constitutifs de l'extrait ont été caractérisées et présentent différents niveaux de toxicité contre le mildiou. Des expérimentations complémentaires sont en cours afin d'identifier d'autres composés actifs.
- L'utilisation de produits secondaires de la vigne comme source de composés fongicides constitue un concept élégant dans une stratégie de viticulture durable. Toutefois, ces extraits se révèlent photosensibles et une recherche approfondie est nécessaire pour obtenir des formulations stables, afin d'expérimenter et d'évaluer leur efficacité au champ.
- La stratégie expérimentale mise au point dans cet essai pour l'extraction, la purification, l'identification des molécules actives ainsi que les biotests peuvent s'appliquer à d'autres plantes. ■

Remerciements

Nous tenons à remercier Eric Remolif pour toute l'aide apportée durant ces expérimentations, Monsieur François-Xavier Maxant, directeur du développement de Tribo Technologies (Sultz-sous-Forêt, France) pour les nombreuses discussions scientifiques pertinentes, ainsi que les neuf premiers Grands Crus de Bordeaux pour leur soutien financier au travail de post-doctorat du D^r Sylvain Schnee: Château Ausone, Château Cheval blanc, Château Haut-Brion, Château Lafitte Rothschild, Château Latour, Château Margaux, Château Mouton Rothschild, Château Petrus et Château d'Yquem.

Bibliographie

- Blum M., Gamper H. A., Waldner M., Sierotzki H. & Gisi U., 2012. The cellulose synthase 3 (CesA3) gene of oomycetes: structure, phylogeny and influence on sensitivity to carboxylic acid amide (CAA) fungicides. *Fungal Biology* **116**, 529–542.
- Choi N. H., Choi G. J., Min B. S., Jang K. S., Choi Y. H., Kang M. S., Park M. S., Choi J. E., Bae B. K. & Kim J. C., 2009. Effects of neolignans from the stem bark of *Magnolia obovata* on plant pathogenic fungi. *Journal of Applied Microbiology* **106**, 2057–2063.
- Gindro K., Spring J. L., Pezet R., Richte H. & Viret O., 2006. Histological and biochemical criteria for objective and early selection of grapevine cultivars resistant to *Plasmopara viticola*. *Plant Physiology and Biochemistry* **45**, 191–196.
- Jeandet P., Delaunoy B., Conreux A., Donnez D., Nuzzo V., Cordelier S., Clement C. & Courot E., 2010. Biosynthesis, metabolism, molecular engineering and biological functions of stilbene phytoalexins in plants. *Biofactors* **36**, 331–341.
- Nicholson R. L. & Hammerschmidt R., 1992. Phenolic-compounds and their role in disease resistance. *Ann. Rev. of Phytopathology* **30**, 369–389.
- Nonomura S., Kanagawa H. & Makimoto A., 1963. Chemical constituents of Polygonaceous plants. I. Studies on the components of Ko-jo-kon (*Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc.). *Yakugaku Zasshi* **83**, 988–990.
- Pezet R., Gindro K., Viret O. & Richter H., 2004. Effects of resveratrol, viniferins and pterostilbene on *Plasmopara viticola* zoospore mobility and disease development. *Vitis* **43**, 145–148.
- Pezet R., Gindro K., Viret O. & Spring J. L., 2004. Glycosylation and oxidative dimerization of resveratrol are respectively associated to sensitivity and resistance of grapevine cultivars to downy mildew. *PMPP* **65**, 6297–6303.
- Pezet P. & Pont V., 1990. Ultrastructural observations of pterostilbene fungitoxicity in dormant conidia of *Botrytis cinerea* Pers. *Journal of Phytopathology* **129**, 19–30.
- Renaud S. & Delorgeril M., 1992. Wine, alcohol, platelets, and the french paradox for coronary heart-disease. *Lancet* **339**, 1523–1526.
- Roland J. & Vian B., 1991. General preparation and staining of thin sections. In: Electron microscopy of plant cells. J. L. Hall et C. Hawes (eds), 1–66.
- Schnee S., Queiroz F. E., Voinesco F., Marcourt L., Dubuis P. H., Wolfender J. L. & Gindro K., 2013. *Vitis vinifera* canes, a new source of antifungal compounds against *Plasmopara viticola*, *Erysiphe necator* and *Botrytis cinerea*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **61**, 5459–5467.
- Szajdek A. & Borowska E. J., 2008. Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: a review. *Plant Foods Hum. Nutr.* **63**, 147–156.

Summary**Grapevine canes as new source of antifungal compounds**

Crude methanolic and ethanolic extracts of *Vitis vinifera* canes cv. Pinot noir, Gamaret and Divico, have shown high fungitoxic activities against downy mildew (*Plasmopara viticola*), powdery mildew (*Erysiphe necator*) and grey mould (*Botrytis cinerea*), while aqueous extracts did not show any effect. Extracts have been separated according to their polarity in four fractions by chromatography. The toxicity of each fraction has been analyzed, showing that each exhibits an high activity against downy mildew, three of them against grey mold, while the most apolar fraction is active against powdery mildew. Among all constitutive components of the methanolic extract, six major components have been first identified and their toxicity against *P. viticola* was calculated (IC_{50}). E-Vitisine B and hopeaphenol are the two most fungitoxic stilbenes with very low IC_{50} values, respectively 13 and $17 \mu M$. However, the components of the crude extract exhibit a high light sensitivity: an exposure of 24 h is sufficient to alter them. The opportunity to formulate a stable and innovative antifungal product to protect grapevine is discussed.

Key words: downy mildew, powdery mildew, grey mould, canes, natural products.

Zusammenfassung**Weinranken: neue Quelle fungizider Wirkstoffe**

Extrakte aus Weinranken von *Vitis vinifera* von drei Sorten, Pinot noir, Gamaret und Divico, zeigen eine fungizide Wirkung gegen den Falschen Mehltau (*Plasmopara viticola*), den Echten Mehltau (*Erysiphe necator*) und die Graufäule der Weinrebe, während die wässrigen Extrakte keine Wirkung haben. Die Methanol-Extrakte wurden nach ihrer Polarität fraktioniert und mittels Chromatographie analysiert. Die Toxizität jeder dieser Fraktionen wurde evaluiert, und zeigte, dass alle vier eine starke Aktivität auf den falschen Mehltau haben, drei wirkten gegen die Graufäule und nur eine, die am stärksten apolarische Fraktion, ist gegen den echten Mehltau effizient. In der grossen Diversität der gefundenen, konstitutiven Moleküle, konnten sechs Hauptkomponenten identifiziert und ihre Wirkung (LD_{50}) gegen den falschen Mehltau wurde errechnet. E-Vitisine B und Hopeaphenol haben sehr tiefe LD_{50} -Werte 12 et bzw. $17 \mu M$ und sind somit starke Fungizide. Allerdings sind diese Verbindungen sehr lichtsensibel und eine Bestrahlung von 24 Stunden genügt um die Hauptkomponenten zu verderben. Die Möglichkeit eines formulierten, stabilen und innovativen Extraktes zum Schutz der Reben wird diskutiert.

Riassunto**I tralci della vite: una nuova fonte di composti antifungini**

Durante dei test condotti in laboratorio su estratti da tralci di tre vitigni (*Vitis vinifera*), cv. Pinot nero, Gamaret e Divico, presentavano delle attività antifungine contro la peronospora (*Plasmopara viticola*), l'oidio (*Erysiphe necator*) e il marciume grigio (*Botrytis cinerea*), mentre gli estratti acquosi non hanno dimostrato nessun effetto. Gli estratti metanolici sono stati separati secondo la loro polarità in quattro frazioni e analizzati mediante cromatografia. La tossicità di ogni frazione è stata valutata e mostra che ognuna presenta una forte attività contro la peronospora, tre di loro sono attive contro il marciume grigio, mentre solo la frazione più apolare risulta essere attiva contro l'oidio. Sulla grande diversità di molecole costitutive evidenziate, sei composti maggioritari hanno potuto essere identificati e la loro tossicità contro la peronospora quantificata (CI_{50}). La E-vitisina B e l'opeafenolo presentano dei valori di CI_{50} molto bassi, rispettivamente 12 e $17 \mu M$ e sono, dunque, fortemente fungicidi. Tuttavia, i costituenti maggioritari dell'estratto presentano una forte sensibilità alla luce: un'esposizione di 24 h è sufficiente per alterarle. La possibilità di formulare un estratto attivo stabile innovativo per la protezione della vite è discusso.

JEAN-PAUL GAUD SA
BOUCHONS - CAPSULES - CAPSULES À VIS



Rue Antoine-Jolivet 7 - CP 1212 - 1211 Genève 26
Tél. +41 (0) 22 343 79 42 - Fax +41 (0) 22 343 63 23
info@gaud-bouchons.ch - www.gaud-bouchons.ch

Martin Auer Pépinières Viticoles 8215 Hallau
Tél. 052 681 26 27
Fax 052 681 45 63
www.rebschulen.ch
auer@rebschulen.ch




Assortiment complet: Cépages de cuve et de table.
Porte-greffes de 34, 42, 50 et de 90 cm.
Réservez vos plants de vigne pour 2014 et 2015.

VITICULTURE - VITICULTURE - VITICULTURE

Notre programme pour la protection des cultures.
Toutes les meilleures solutions au sein d'une même gamme.

- **Cabrio® Star** - efficace contre toutes les maladies importantes
- **Vivando®** - le fongicide contre l'oïdium
- **Mildicut®3** - le fongicide anti-mildiou hautement actif
- **Forum® Star** - le fongicide combiné pénétrant contre le mildiou
- **Cantus® + Silwet®4 L-77** - protection inédite contre le botrytis
- **Cyrano®** - le fongicide systémique contre le mildiou
- **Pyrinex®** - idéal contre les ravageurs
- **Roundup®2 Profi** - pour des vignes propres
- **Oscar** - herbicide à action systémique et résiduaire
- **Glifonex®2** - un glyphosate avec conditions super intéressantes
- **Switch®4** - fongicide combiné contre le botrytis

Le savoir-faire à votre service!

Leu+Gygax SA
5413 Birmenstorf Téléphone 056-201 45 45
3075 Rüfenacht Téléphone 031-839 24 41
www.leugygax.ch

Les produits peuvent léser la santé ou l'environnement. Absolument observer les mesures de précaution sur les emballages.
© Marquis dépositaire de BASF, Ludwigshafen, D. / ©1 de Metchesha/Agan, L. / ©2 de Monsanto, USA. / ©3 de Ishihara Sangyo Kasei Ltd. Japan. / ©4 de Syngenta SA, Bâle.
Cabrio Star: 40 g/l Prochloraz + 400 g/l Époxi / Vivando: 500 g/l Mefenoxam / Mildicut: 25 g/l Cyprodinil / Forum Star: 11,3 % Diméthomorph + 60 % Polipri + 25 % Fiprot + 4 % Cyproconazole / Cantus: 50 % Boscalid / Silwet L-77: 95 g/l Hexaméthyltrisobutylamine modifiée / Cyrano: 50 % Alimomorph + 25 % Fiprot + 4 % Cyproconazole / Pyrinex: 250 g/l Chlorpyrifos / Roundup Profi: 450 g/l Glyphosate / Oscar: 220 g/l Dicoat / Glifonex: 480 g/l Glifosate / Switch: 50 g/l Cyproconazole / Silwet: 95 g/l Hexaméthyltrisobutylamine modifiée.



La pépinière romande à votre disposition

Europlant S.à.r.l. - En Pérauses, rte de l'Etraz, 1267 Vich - Fax 022 364 69 43 - Tél. 022 364 69 33

Europlant S.à.r.l.

Scions fruitiers
toutes espèces fruitières

hautes tiges
arbres formés

greffage sous contrat



Un kit simple et rapide pour détecter la pourriture des raisins

Ágnes DIENES-NAGY, Sandrine BELCHER, Fabrice LORENZINI et Katia GINDRO, Agroscope, 1260 Nyon

Renseignements: Ágnes Dienes-Nagy, e-mail: agnes.dienes-nagy@agroscope.admin.ch, tél. +41 22 363 43 34, www.agroscope.ch



Grappe atteinte de pourriture grise due à *Botrytis cinerea*.

Introduction

La pourriture grise des raisins est causée par le champignon *Botrytis cinerea*, dont la capacité d'adaptation importante lui permet de survivre sur divers substrats ou encore dans des conditions peu favorables. L'infection peut déjà avoir lieu durant la floraison et rester latente jusqu'à la véraison (Keller *et al.* 2003; Viret *et al.*

2004). Le développement de la maladie, lié aux conditions climatiques durant la maturation, altère la qualité des raisins et entraîne d'importantes pertes de récolte.

Différentes approches sont utilisées pour évaluer le degré d'infection et le développement de la pourriture grise. Les observations visuelles donnent de précieuses informations aux vignerons sur le développement de la maladie. Malheureusement, les premiers symptômes visuels ne se manifestent qu'à un stade où le champignon a déjà altéré la qualité du raisin. L'analyse des marqueurs chimiques, notamment les acides mucique, galacturonique, gluconique et le glycérol, fournit des informations sur l'importance de cette altération (Dienes-Nagy *et al.* 2011). Ces marqueurs sont essentiellement mesurés dans le moût aux vendanges pour évaluer l'état sanitaire de la récolte. La spectroscopie infrarouge (©WineScan) est une autre technique utilisée dans ce but, qui attribue un indice sanitaire au moût selon une calibration préalable (Versary *et al.* 2008). Cependant, celle-ci n'est pas forcément valable d'une région ou d'un cépage à l'autre. Il est donc préférable d'effectuer sa propre calibration, ce qui demande un grand nombre d'échantillons à différents degrés d'infection.

Les méthodes de biologie moléculaire, comme la PCR (Gindro *et al.* 2005), permettent de valider la présence, voire de quantifier le botrytis dans les baies, mais sans donner d'indication sur le stade de développement de la maladie.

Les tests immunologiques (Dewey *et al.* 2000) basés sur les anticorps spécifiques s'ajoutent à ces méthodes, proposant une alternative rapide et simple pour détecter la présence de *B. cinerea* dans le jus de raisin. Les kits contenant des anticorps fixés sur des bandelettes – comme les tests de grossesse – sont faciles à utiliser, aussi bien au vignoble qu'à la cave. Ils sont commercialisés depuis quelques années par deux fabricants principaux: EnviroLogix Inc et Pocket Diagnostic.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la pertinence de ces tests, notamment sur différents cépages suisses comme le Gamaret ou la Petite Arvine, et de déterminer les informations fournies sur la qualité des raisins ou des vins.

Matériel et méthodes

Echantillons

Les échantillons de jus de raisin, provenant de l'étude au champ d'Agroscope à Changins/Nyon en 2012, ont été analysés par spectrométrie infrarouge (©WineScan), puis stockés à -20°C . Les échantillons de moûts provenaient des vendanges 2012 d'Agroscope et de différentes caves de la région de La Côte (Vaud, Suisse). Les échantillons de vins ont été fournis par la cave d'Agroscope à Changins. La liste des cépages étudiés est indiquée dans le tableau 1.

Etude au champ (2012)

L'essai a été conduit à Changins sur des parcelles de Gamay, Gamaret et Pinot noir. Les grappes ont été infectées à la floraison en vaporisant sur les fleurs (stade BBCH 65) une suspension aqueuse de conidies de *B. cinerea* (10^6 spores/ml). Les échantillons (trois grappes contaminées et trois témoins) ont été collectés une fois par semaine depuis la véraison jusqu'aux vendanges, pressés à l'aide d'un petit presseur hydraulique, centrifugés, puis analysés ou stockés à -20°C .

Mesure de la qualité

Chaque échantillon (moût, jus de raisin ou vin) a été analysé par spectrométrie infrarouge (©WineScan) à l'état frais. Les paramètres mesurés de façon indirecte par cette technique sont basés sur des calibrages développés et validés par ACW sur la matrice moût ou vin. Les échantillons des moûts ont été stockés à -20°C pour les analyses complémentaires (tabl. 2) et pour le test immuno-enzymatique (QuickStix™).

L'analyse statistique ANOVA est été effectuée à l'aide du logiciel XLStat (version 2010.2.03).

Tableau 1 | Liste des cépages analysés avec le test QuickStix™

Cépage	Essais
Gamay (contaminé et témoin)	Etude au champ + <i>in vitro</i>
Gamaret (contaminé et témoin)	Etude au champ + <i>in vitro</i>
Pinot noir (contaminé et témoin)	Etude au champ + <i>in vitro</i>
Chasselas	Etude au champ
Chardonnay	Moût
Cabernet franc	Moût
Cornalin	Moût + vin
Doral	Moût + vin
Humagne rouge	Moût + vin
Merlot	Moût + vin
Pinot gris	Moût + vin
Petite Arvine	Moût + vin
Sauvignon	Moût
Syrah	Moût

Résumé Des tests immunologiques rapides permettent de détecter la présence du champignon responsable de la pourriture grise des raisins en moins de dix minutes. Depuis quelques années, ces kits sont sur le marché aux Etats-Unis et en Europe. Agroscope a conduit une étude pour évaluer la pertinence de ces tests, notamment sur onze cépages suisses tels que le Gamaret, le Gamay, le Chasselas ou la Petite Arvine. Nos résultats confirment que le champignon peut être détecté dans le raisin, le moût ou le vin, indépendamment du cépage. Cependant, l'infection est détectée lorsqu'elle est déclarée, mais non à l'état latent. Une corrélation a été établie entre les résultats fournis par le test et la présence de marqueurs chimiques de la pourriture grise. Le test étudié se révèle donc utilisable pour caractériser l'état sanitaire d'une récolte.

Utilisation du test QuickStix™ Kit

Le principe de fonctionnement est le même pour tous les tests immunologiques, indépendamment du fabricant. Ils utilisent le même anticorps monoclonal, le BC-12.CA4 (Meyer *et al.* 2000), pour reconnaître l'antigène produit par *B. cinerea*. Les anticorps marqués se lient avec les antigènes et se fixent sur une bande, la ligne de test (fig.1). L'excès d'anticorps se fixe sur la

Tableau 2 | Méthodes analytiques appliquées dans l'étude

Paramètre	Méthode analytique	Référence
Acide gluconique	Méthode enzymatique	MSDA ¹
Glycérol	Méthode enzymatique	MSDA
Acides organiques	Chromatographie ionique	DIONEX Application Note 143 ²

¹Manuel suisse des Denrées alimentaires.

²DIONEX Corporation, www.dionex.com.

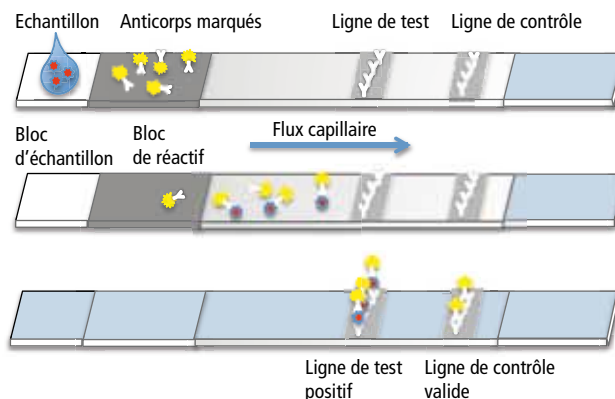


Figure 1 | Schéma de fonctionnement des tests immunologiques sur bandelette.

ligne de contrôle et valide le test. L'antigène du botrytis étant thermostable et non fermentescible, il se retrouve également dans le vin produit à partir de raisins contaminés et peut être détecté de la même manière. Les deux tests (EnviroLogix, kit QuickStix™ et Pocket Diagnostic) ne se différencient que sur des points de détail techniques. Toutefois, selon l'étude de Dewey *et al.* (2013) sur les vins de table et vins de dessert, les résultats obtenus par les deux tests sont parfaitement comparables.

Pour notre étude, seul le kit QuickStix™ a été utilisé en suivant les instructions du fabricant sans modification. Selon notre expérience, l'utilisation du kit est facile et la détection de la présence de *B. cinerea* est rapide.

Le kit immuno-enzymatique QuickStix™ (EnviroLogix Inc, Portland, Maine, USA) contient 25 bandelettes munies d'anticorps spécifiques permettant la détection de *Botrytis cinerea*, une solution tampon pour la dilution et des récipients pour effectuer les mesures. Après avoir enlevé la partie réactive, les bandelettes peuvent être stockées pour documenter les résultats durant au moins quatre mois. L'utilisation du



Figure 2 | Résultats du test QuickStix™ à la fin de l'analyse. À gauche, un échantillon sans pourriture (une seule ligne), à droite, un échantillon positif de la présence de *Botrytis cinerea* (deux lignes).

lecteur QuickStix Reader™ (EnviroLogix Inc, Portland, Maine, USA) permet d'obtenir des résultats semi-quantitatifs. Ceux-ci sont exprimés en intensité de signal (SI), une valeur relative donnée par rapport à l'intensité de coloration de la ligne de test et de la ligne de contrôle. L'interprétation de ces résultats semi-quantitatifs est basée sur le standard Dewey I-W, utilisant le jus de baies de Chardonnay pour calibrer le kit. Vingt baies moisisées et 80 baies saines sont pressées séparément. Le jus de baies infectées est ensuite dilué avec le jus issu des baies saines pour obtenir des concentrations plus faibles. Selon le degré d'infection, cinq groupes sont définis par incidence ou par poids. Un tableau contenant ces résultats est fourni avec chaque kit. Il est possible de développer ses propres standards et d'établir une corrélation entre l'incidence et l'intensité de signal (SI) en utilisant une dilution plus adéquate pour les matrices ou les cépages spéciaux. Dans notre étude, aucune optimisation n'a été faite, car le but était d'évaluer ce test tel quel pour une utilisation rapide et fiable sur le terrain par les praticiens.

Dans notre essai, les échantillons (moûts, vins, jus de raisin) ont été dilués à 1:40 avec la solution tampon (200 µl d'échantillon dans 7,8 ml de tampon). Après avoir été bien mélangée, une aliquote de solution (~500 µl) a été transférée dans le récipient de réaction et une bandelette placée dans le liquide. L'échantillon monte par capillarité dans la bandelette et réagit avec les anticorps. Une ligne bleue de contrôle doit être visible après quelques minutes pour indiquer que l'analyse est valide. Une deuxième ligne apparaît si l'échantillon a été contaminé par *B. cinerea* (fig. 2). Après dix minutes, la bandelette est placée dans le portoir du lecteur (fig. 3), qui mesure l'intensité du signal (SI).



Figure 3 | Le lecteur de QuickStix™ permet d'obtenir des résultats semi-quantitatifs.

Résultats et discussion

Etude au champ, analyses des raisins

Dans notre essai, les premiers symptômes de pourriture grise ont été observés à la mi-octobre sur le Gamay contaminé à la floraison (début juin) avec les spores de *B. cinerea*. Cet échantillon a fourni le premier résultat positif avec le kit QuickStix™, confirmant ainsi que le test ne détecte pas l'infection latente dans les raisins, mais seulement le champignon en cours de développement. La sensibilité du test est bonne, sans excès. Aux dilutions proposées par la méthode, une attaque de 1 % de pourriture observée à la vigne entraîne une faible réponse positive. Cette attaque doit dépasser 10 % pour donner lieu à une réponse marquée. Une bonne correspondance existe entre les observations visuelles et le SI (fig.4) pour tous les cépages étudiés (Gamay, Gamaret et Pinot noir).

En 2012, les conditions climatiques n'ont pas été favorables au développement de la pourriture à Changins. Pour obtenir des échantillons fortement pourris, surtout pour des cépages résistants comme le Gamaret, trois grappes infectées ont été gardées dans une boîte en plastique dans des conditions favorables au développement du champignon (100 % d'humidité à 25 °C) pendant deux semaines. Ces résultats, présentés comme essais *in vitro* dans la figure 4, suivent la tendance de l'étude au champ.

Le kit a aussi été testé sur un cépage blanc, le Chasselas, en comparant des grappes saines et fortement pourries. Cela a démontré que le cépage n'a aucune influence sur la détection de *B. cinerea* et qu'un faible impact sur sa quantification.

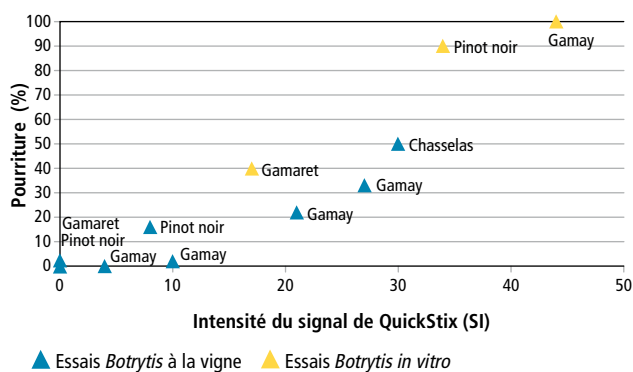


Figure 4 | Corrélation entre l'intensité du signal du test QuickStix™ et le pourcentage de baies pourries observé sur les grappes de l'étude au champ en 2012. La variante directement prise à la vigne est en bleu, la variante *in vitro*, placée dans des boîtes offrant des conditions favorables au champignon, est en jaune.

Corrélation entre les marqueurs chimiques et le test QuickStix™

La concentration des marqueurs chimiques de la pourriture grise, notamment l'acide galacturonique, l'acide mucique, le glycérol et l'acide gluconique, a été déterminée dans tous les échantillons de raisin pendant l'étude au champ et comparée avec les résultats du test QuickStix™ (fig.5). Elle a été au-dessous du seuil de détection dans les échantillons négatifs au test QuickStix™, confirmant ainsi que le test immunologique, tout comme les marqueurs chimiques, ne détecte pas l'infection latente.

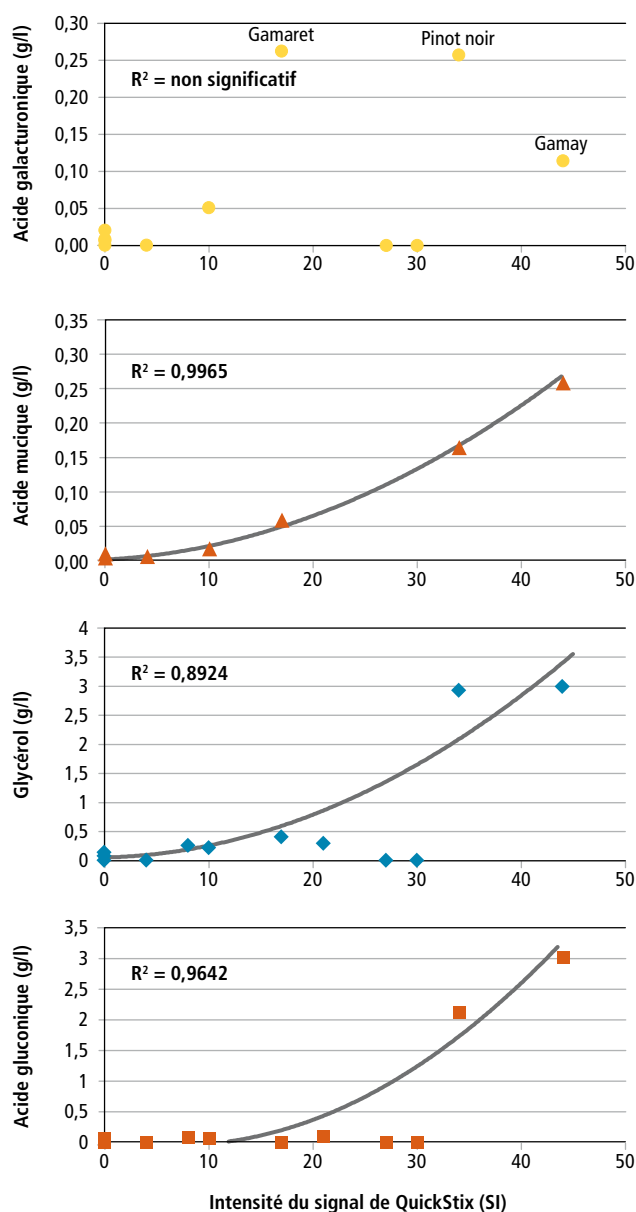


Figure 5 | Corrélation entre l'intensité du signal du test QuickStix™ et la concentration des marqueurs chimiques (acide galacturonique, acide mucique, glycérol et acide gluconique) dans les raisins de l'étude au champ en 2012.

Dans les échantillons positifs, l'analyse ANOVA montre une forte corrélation entre l'intensité du signal (SI) du test et les concentrations des marqueurs chimiques ($R^2 > 0,89$), excepté pour l'acide galacturonique (fig. 5). Les trois points possédant un SI supérieur à 15 représentent les résultats des essais *in vitro* sur grappes de Gamaret, Pinot noir et Gamay. Le Gamaret est beaucoup plus résistant que les deux autres cépages. L'infection sur la baie a un aspect différent et plus délimité. La concentration très élevée en acide galacturonique par rapport aux autres marqueurs laisse penser que l'attaque de botrytis est ralentie par le système de

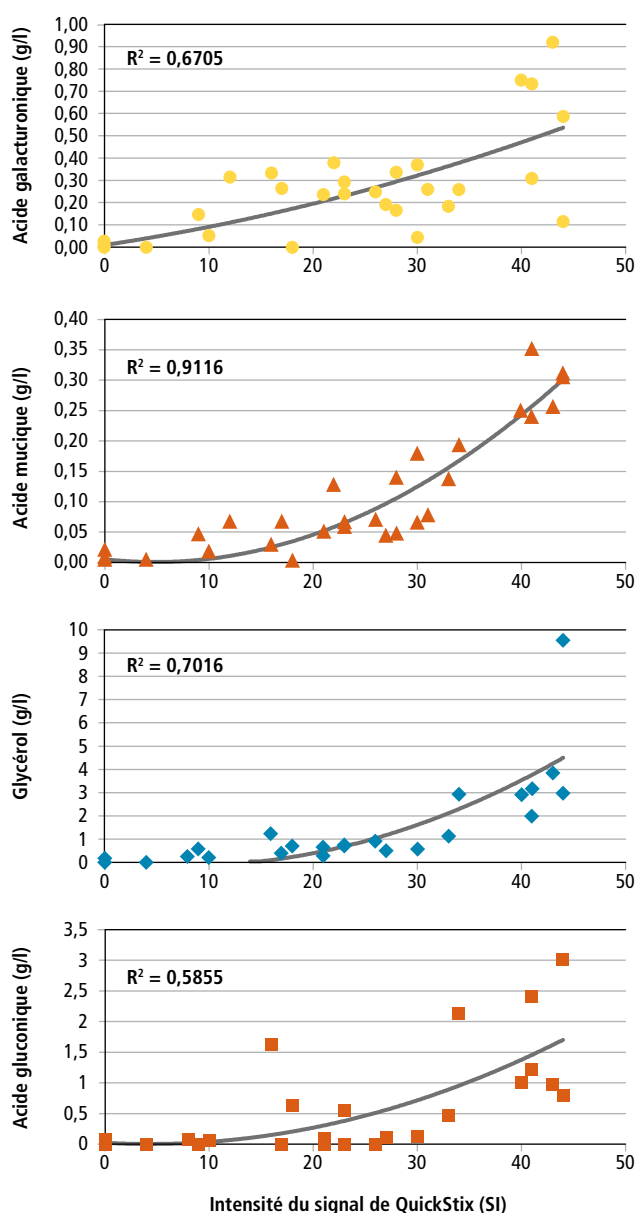


Figure 6 | Corrélation entre l'intensité du signal du test QuickStix™ et la concentration des marqueurs chimiques (acide galacturonique, acide mucique, glycérol et acide gluconique) dans les moûts en 2012.

défense du Gamaret. Ainsi, après hydrolyse de la pectine, le champignon n'arrive pas à oxyder l'acide galacturonique en acide mucique aussi rapidement que chez les deux autres cépages. Cette hypothèse doit néanmoins être vérifiée avec des essais plus spécifiques.

En élargissant l'étude sur les moûts de 11 cépages différents (tabl. 1), une forte corrélation ($R^2 = 0,91$) se confirme entre la concentration de l'acide mucique et le SI du test QuickStix™ (fig. 6). Le glycérol, l'acide galacturonique et l'acide gluconique lui sont également corrélés, mais dans une moindre mesure ($R^2 > 0,59$). Le test statistique ANOVA effectué sur ces résultats montre que le cépage n'a pas d'effet sur le test QuickStix™ ($p = 0,5$), ni sur les marqueurs chimiques ($p > 0,4$), excepté pour l'acide galacturonique ($p = 0,006$), comme le montraient déjà les essais *in vitro*.

Le test étudié constitue donc une alternative intéressante aussi bien pour la détection de *B. cinerea* dans les moûts que pour l'indication de l'altération de la qualité des raisins, et permet de remplacer les analyses coûteuses et laborieuses de certains marqueurs chimiques, notamment l'acide mucique. Selon nos résultats, un SI inférieur à 10 indique une altération faible, une altération moyenne entre 10 et 35 et forte au-dessus de 35.

Traçabilité du botrytis du moût au vin

Les marqueurs chimiques de la pourriture grise ne sont utilisables que dans les jus de raisin ou les moûts. Ils ne conviennent pas pour la détection dans le vin car ils pourraient résulter du processus fermentaire, à l'exemple du glycérol qui est également produit par les levures. La concentration en acide mucique, le marqueur le plus spécifique du botrytis parmi les quatre analysés, augmente également pendant la fermentation en raison de la libération de l'acide galacturonique à partir des pectines et de son oxydation.

En revanche, l'antigène est spécifique au botrytis et n'est pas dégradé au cours de la fermentation. On peut donc le retrouver dans le vin issu de vendanges altérées par la pourriture et insuffisamment débarrassées des grappes atteintes.

La présence de *B. cinerea* dans les moûts analysés dans cette étude est due au fait qu'ils sont issus de vendanges tardives ou passerillées. Dans ces conditions, le champignon peut évoluer en **pourriture noble** et contribuer à la qualité des vins, en particulier ceux de vendanges tardives. Dans ce type de vins, le test QuickStix™ peut ainsi mettre en évidence, si cela a été le cas, l'activité antérieure de *B. cinerea*. Son application pourrait permettre, par exemple, de différencier des vins doux produits par cryo-extraction de vins «botrytisés».

Différents moûts positifs au test QuickStix™ ont été vinifiés par Agroscope (tabl. 3). Dans ces vins, le test détecte les antigènes du champignon et indique que le vin est «botrytisé». Les résultats semi-quantitatifs du vin montrent une bonne correspondance avec ceux des moûts. On ne peut, en revanche, établir un lien entre les résultats de ces tests et la qualité des vins. Pour y arriver, des travaux supplémentaires incluant des analyses sensorielles et chimiques sont encore nécessaires.

Tableau 3 | Intensité du signal (SI) du test QuickStix™ mesurée dans les moûts vinifiés

Cépage	Essais	SI dans le moût	SI dans le vin
Cornalin	Leytron	9	17
Humagne rouge 1	Leytron	30	26
Humagne rouge 2	Leytron	22	24
Humagne rouge 3	Leytron	30	30
Petite Arvine 1	Leytron	21	25
Petite Arvine 2	Leytron	26	29
Petite Arvine 3	Leytron	23	32
Petite Arvine 4	Leytron	31	32
Doral	Villeneuve	28	27
Merlot 1	Passerillage hors souche	12	15
Merlot 2	Passerillage hors souche	28	31
Pinot gris	Légèrement surmaturé	18	25

Remerciements

Nous remercions la société EnviroLogix Inc pour avoir mis à disposition le lecteur utilisé dans cette étude. Nous remercions également le personnel du laboratoire, notamment S. Kuyumcuyan, C. Monnard, F. Vuichard et D. Nardone pour les différentes analyses, ainsi que Ph. Duruz pour la coordination à la vigne et S. Jeannotat pour la relecture critique du manuscrit.

Bibliographie

- Dewey F. M., Ebeler S. E., Adams D. O., Noble A. C. & Meyer U. M., 2000. Quantification of *Botrytis* in grape juice determined by a monoclonal antibody-based immunoassay. *American Journal of Enology and Viticulture* **51** (3), 276–282.
- Dewey F. M., Steel C. C. & Gurr S. J., 2013. Lateral-Flow Devices to Rapidly Determine Levels of Stable Botrytis Antigens in Table and Dessert Wines. *American Journal of Enology and Viticulture* **64** (2), 291–295.
- Dienes-Nagy A., Belcher S., Gindro K. & Dubuis P.-H., 2011. Indices sanitaires et marqueurs chimiques pour évaluer l'état sanitaire du raisin. 2. Marqueurs chimiques de la pourriture grise. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **43** (4), 234–242.
- Gindro K., Pezet R., Viret O. & Richter H., 2005. Development of a rapid and highly sensitive direct-PCR assay to detect a single conidium of *Botrytis cinerea* Pers.: Fr *in vitro* and quiescent forms in planta. *Vitis* **44** (3), 139–142.
- Keller M., Viret O. & Cole F. M., 2003. *Botrytis cinerea* infection in grape flowers: Defense reaction, latency, and disease expression. *Phytopathology* **93** (3), 316–322.
- Meyer U. M. & Dewey F. M., 2000. Efficacy of different immunogens for raising monoclonal antibodies to *Botrytis cinerea*. *Mycological Research* **104**, 979–987.
- Versary A., Parpinello G. P., Mattioli A. U. & Galassi S., 2008. Determination of Grape Quality at Harvest using Fourier-Transform Mid-Infrared Spectroscopy and Multivariate Analysis. *American Journal of Enology and Viticulture* **59** (3), 317–322.
- Viret O., Keller M., Jaudzems V. G. & Cole F. M., 2004. *Botrytis cinerea* infection of grape flowers: Light and electron microscopical studies of infection sites. *Phytopathology* **94** (8), 850–857.

Conclusions

- Le test QuickStix™ détecte la présence de *Botrytis cinerea* dans le raisin, le moût et le vin, indépendamment du cépage. Il donne une faible réponse positive dès environ 1 % de pourriture grise observée.
- Le test ne détecte pas l'infection latente et ne devient positif qu'au moment où le champignon entre en activité.
- L'intensité du signal (SI) du QuickStix™ est corrélée avec la quantité des marqueurs chimiques de la pourriture grise dans le moût ($R^2 > 0,6$). L'acide mucique donne la meilleure corrélation ($R^2 = 0,91$).
- Le test n'est que semi-quantitatif. Cependant, dans le cas des moûts, la valeur de SI est utilisable pour la caractérisation de l'état sanitaire, car elle reflète le changement de la composition du moût lié à la pourriture grise.
- Le test détecte les antigènes du champignon également dans le vin et peut indiquer si celui-ci est «botrytisé» ou non. Les résultats semi-quantitatifs (SI) mesurés dans les vins offrent de plus une bonne correspondance avec ceux des moûts, ce qui permet une certaine traçabilité de l'infection.
- Actuellement, aucune corrélation n'est établie entre le résultat du test QuickStix™ et la qualité du vin. Des études supplémentaires sont nécessaires pour établir un lien entre la présence du champignon et les arômes caractéristiques de certains vins, notamment liquoreux. ■

Summary

Simple and fast test kit for the detection of grey mould in grapes

Through rapid immunological tests, the presence of a grey mould infection in grapes can be detected in less than 10 minutes. For a few years, such kits have been commercialized in United-States and Europa. The pertinence of these tests has been studied by Agroscope, in particular on 11 different Swiss grape varieties such as Gamaret, Gamay, Chasselas or Petite Arvine. Our results confirm that the grey mould can be detected in berries as well as in must or wine, independently of the grape variety. However, only active infection is detected, not its latency. A positive correlation was established between the results of the kit tests and the presence of chemical markers for grey mould. The tested kit appears then reliable for characterizing the sanitary conditions of a vintage.

Key words: *Botrytis cinerea*, lateral flow devices, grey mould, galacturonic acid, mucic acid.

Zusammenfassung

Nachweis von Fäulnisbefall der Trauben mit einem Schnelltest

Anhand von immunologischen Schnelltests kann die Anwesenheit des für die Graufäule verantwortlichen Pilzes in weniger als 10 Minuten festgestellt werden. Diese Schnelltests sind seit einigen Jahren in den Vereinigten Staaten und Europa auf dem Markt erhältlich. Um die Tauglichkeit eines solchen Produkts zu überprüfen hat Agroscope für Schweizer Rebsorten wie Gamaret, Gamay, Chasselas und Petite Arvine eine Studie durchgeführt. Unsere Ergebnisse bestätigen, dass der Pilz unabhängig von der Rebsorte sowohl auf der Traube und im Most als auch im Wein nachgewiesen werden kann. Hingegen kann nur ein offensichtlicher Befall erkannt werden aber nicht eine latente Infektion. Ein Zusammenhang zwischen den Testergebnissen und den nachweisbaren chemischen Markern der Graufäule konnte ebenfalls hergestellt werden. Dieser Schnelltest kann also zur Untersuchung des Gesundheitszustandes der Ernte benützt werden.

Riassunto

Un kit semplice e rapido per rilevare il marciume degli acini

Grazie ai rapidi test immunologici la presenza del fungo responsabile del marciume grigio degli acini può essere rilevata in meno di 10 minuti. Da alcuni anni, questi kit sono sul mercato negli Stati Uniti e in Europa. Agroscope ha condotto uno studio per valutare la pertinenza di questi test, in particolare su 11 vitigni svizzeri come Gamaret, Gamay, Chasselas o Petite Arvine. I nostri risultati confermano che il fungo può essere rilevato sia nell'acino, sia nel mosto o nel vino, indipendentemente dal vitigno. Solamente l'infezione conclamata può essere rilevata, ma non quella allo stato latente. Si è stabilita una correlazione tra i risultati forniti da questo test e la presenza di marcatori chimici del marciume grigio. Questo test si è rivelato dunque utilizzabile per caratterizzare lo stato sanitario di un raccolto.

Arbres fruitiers

du professionnel

Pour la saison de plantation automne 2013, les variétés suivantes sont encore disponibles:

Ambassy*	FL-56
Gravensteiner Rellstab	M27, J-TE-E*
Galmac*	J-OH-A*
Boskoop SH	J-TE-E*, M27
Cox Korallo	J-TE-E*
Cox Lavera	NR 280, J-TE-E*
Rubinette, rosso*	J-TE-F*, J-22
Galaxy Gala*	J-TE-E*, J-OH-A*, M9 VF, FL-56, M9, B-9, CG-41*
Elshof*	J-OH-A*
Milwa (Diwa)*	FL-56, J-OH-A*, M9 VF, B-9
Kiku 8*	M9
Jonagored* Supra*	P-22*, J-TE-E*
Jonagold Novajo*	M9, J-TE-E*, M27, P-22*
La Flamboyante (Mairac)*	J-TE-E*
Golden Reinders*	M9, J-TE-E*, FL-56, CG-41*
Braeburn Hillwell*	FL-56, M9 VF, J-TE-E*
Pinova*	J-OH-A*
Topaz* RT**	M9, J-TE-E*, J-OH-A*, B-9
Red Topaz* RT**	J-22, M9, J-OH-A*
Rubinola* RT**	J-TE-F*
Nela* RT**	J-TE-E*
Mira* RT**	J-22, M9
Ametyst* RT**	M9
SIRIUS* RT**	J-TE-E*
ORION* RT**	P-22*
OPAL* RT**	M9, M9 VF, J-OH-A*, P-62, FL-56, NR 280
Solaris* RT**	J-OH-A*
Karneval* RT**	J-OH-A*, FL-56
Admiral* RT**	J-TE-E*, P-22*, M27

*Variétés protégées **RT = résistant à la tavelure

Zone protégée ZP-b2

Nous avons encore à disposition plusieurs variétés de pommiers ainsi qu'un grand choix de poiriers pour la table, de pruniers et de cerisiers. Nous disposons aussi d'un large assortiment de pommiers et de poiriers pour les jus, de pruniers et de cerisiers à hautes tiges.

Liste complète des variétés sur www.dickenmann-ag.ch



Erich Dickenmann AG

dipl. Obstbau-Ing. HTL
Baumschulen und Obstkulturen
Bächistrasse 1
8566 Ellighausen TG
Tél. 071 697 01 71
Fax 071 697 01 74
Natel 079 698 37 29
erich.dickenmann@dickenmann-ag.ch

PÉPINIÈRES VITICOLES

JEAN-CLAUDE

FAY

PÉPINIÈRES
VITICOLES

La Tronche
73250 FRETERIVE • FRANCE
TÉL. 00 33 479 28 54 18
PORT. 00 33 680 22 38 95
FAX 00 33 479 65 68 12
E-MAIL: jeanclaud.fay@wanadoo.fr
www.plants-de-vigne-fay.com

- Nombreuses références auprès des viticulteurs suisses depuis plus de 30 ans
- Possibilité de plantation à la machine
- Livraison assurée par nos soins à votre exploitation
- Plants traités à l'eau chaude
Suivant recommandations de vos services phytosanitaires ou correspondant à la norme ZPD4



**VITICULTEURS!
HORTICULTEURS!
ARBORICULTEURS!**

Pour vos cires et paraffines, ainsi que votre matériel viticole (**nombreuses nouveautés**: filets latéraux, élastiques, piquets, ficelles de palissage, tuteurs, etc.).

Ne passez pas commande avant de demander une offre à:

Jean-François Kilchherr

Grand-Rue 8
1297 Founex

Tél. 022 776 21 86
Fax 022 776 86 21
Natel 079 353 70 52

Résultats économiques d'un réseau de production de fruits

Esther BRAVIN¹ et Dominique DIETIKER²

¹Agroscope, 8820 Wädenswil, ²AGRIDEA, 8315 Lindau

Traduction Monique PERROTET, AGRIDEA, 1000 Lausanne 6

Renseignements: Esther Bravin, e-mail: esther.bravin@agroscope.admin.ch, tél. +41 44 783 62 44, www.agroscope.ch



Rencontre des chefs d'exploitation du projet Support Obst Arbo en Argovie.

Chaque année, la situation économique de la production fruitière en Suisse (avant tout alémanique) est analysée dans le cadre du projet Support Obst Arbo (SOA), avec l'appui d'un réseau d'arboriculteurs. Ces résultats sont les seuls en Suisse qui permettent de

mesurer la performance économique de la branche, grâce à des indicateurs comme le volume et la qualité de la production, les coûts de production, les recettes, les pertes ou les bénéfices. Ces indicateurs sont mis à la disposition de la branche et servent de base aux évaluations économiques d'Agroscope et d'AGRIDEA. Le projet a été initié par Agroscope ACW en 1997.

Régression des surfaces de fruits à pépins

Ces deux dernières années, les surfaces représentées ont régressé à la suite du retrait de quatre exploitations du réseau, dont certaines de taille importante. Les surfaces de fruits à pépins ont ainsi passé de près de 100 ha à environ 54 ha (fig.1).

De façon générale, la Suisse romande est sous-représentée (le canton de Vaud par exemple, qui compte près de 14 % de la surface suisse de fruits à pépins, n'est pas représenté au sein du réseau) alors que la Suisse orientale (Thurgovie 60 %, Saint-Gall 18 %) est surreprésentée. La direction du projet souhaite, ces prochaines années, améliorer la représentativité des exploitations et intégrer la Suisse romande. En 2012, quelque huit exploitations romandes situées sur l'Arc lémanique ont ainsi transmis des informations économiques relatives à l'une ou l'autre de leurs parcelles. Fin 2013, ces dernières pourront être valorisées et intégrées dans le panel SOA.

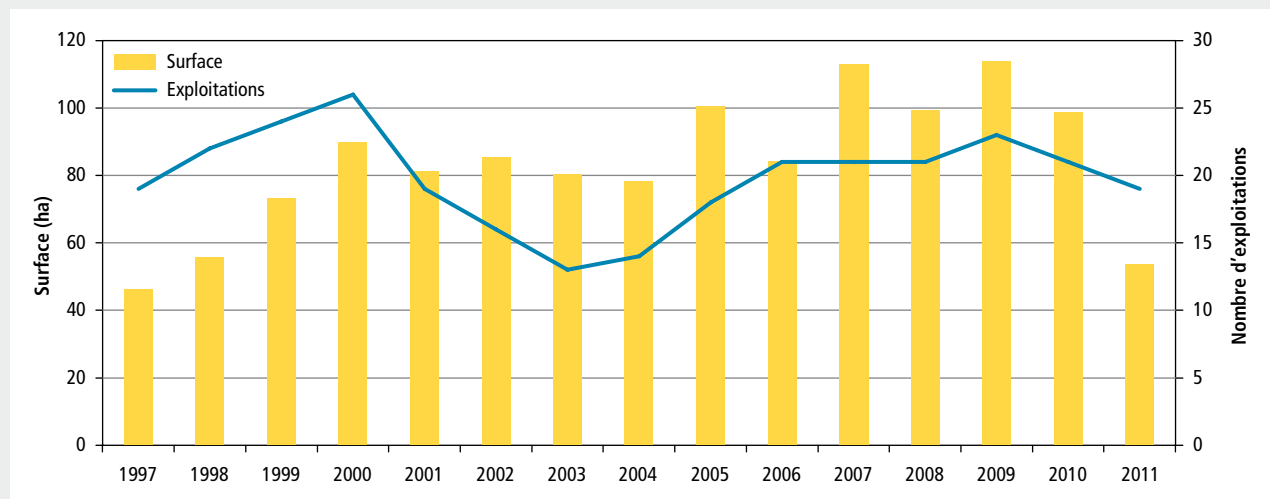


Figure 1 | Evolution des surfaces et du nombre d'exploitations du projet SOA de 1997 à 2010.

Premiers résultats du projet pilote en Suisse romande

Des données recueillies par Monique Perrottet (AGRIDEA) ont été présentées à la journée d'information de l'Union fruitière lémanique. Les résultats (anonymes) de trois producteurs de fruits à pépins ont été montrés pour les variétés Golden Delicious et Gala sur des surfaces correspondant à 18 hectares. Les rendements des deux variétés oscillent entre 40 et 58 tonnes, ce qui est supérieur aux moyennes suisses prévues par l'OFAG pour 2012, soit 38,5t/ha pour Gala et 44t/ha pour Golden Delicious. Les chiffres des trois producteurs romands se positionnent aussi au-dessus de la moyenne par rapport aux données du SOA (dont les données proviennent majoritairement de Suisse orientale).

Rendements et vitesse de récolte

La valorisation des données du SOA (tabl.1) montre que les rendements moyens (pour des exploitations PER, toutes variétés confondues) peuvent varier jusqu'à 38 % (en moyenne 31,5%) d'une année à l'autre. La performance de cueillette est tendanciellement supérieure lors de fortes récoltes. En 2008, 2010 et 2011, elle a atteint 120 à 125 kg/h. En 2009, malgré une récolte

importante (44t/ha), elle a été exceptionnellement élevée, avec près de 144 kg/h.

Revenus variables selon les variétés

La comparaison entre les variétés (fig. 2) montre que, au cours des dernières années, Gala et Braeburn sont celles qui ont généré les recettes les plus élevées. De bons résultats ont également pu être obtenus avec Topaz. Golden Delicious, Maigold, Jonagold et Boskoop, encore très répandues, fournissent des gains moins intéressants. Avec Braeburn ou Gala, les producteurs ont pu obtenir un revenu de 20 % plus élevé.

La fluctuation des recettes dès 2007 est particulièrement intéressante, car elle évolue parallèlement pour toutes les variétés. En 2009, année record de production de pommes, seule la variété Gala parvient à sortir son épingle du jeu: toutes les autres s'effondrent au niveau le plus bas depuis 2002, respectivement 1999.

Remerciements

Nous remercions Dante Carint et Johannes Hanhart d'AGRIDEA pour leur collaboration.

Tableau 1 | Résultats économiques du réseau SOA de 2008 à 2011

Année	Rendement (t/ha)	Performance de cueillette (kg/Moh)	Coûts de production (Fr./ha)	Revenus (Fr./ha)	Gain / perte	Nombre de quartiers variétaux
2008	32	125	28367	31571	100%	216
2009	44	144	29233	31320	65%	237
2010	30	120	26799	26977	6%	192
2011	38	123	28697	-	-	195

Dans la colonne Gain/perte, l'année 2008 sert de référence (Profits 2008 = 100%).

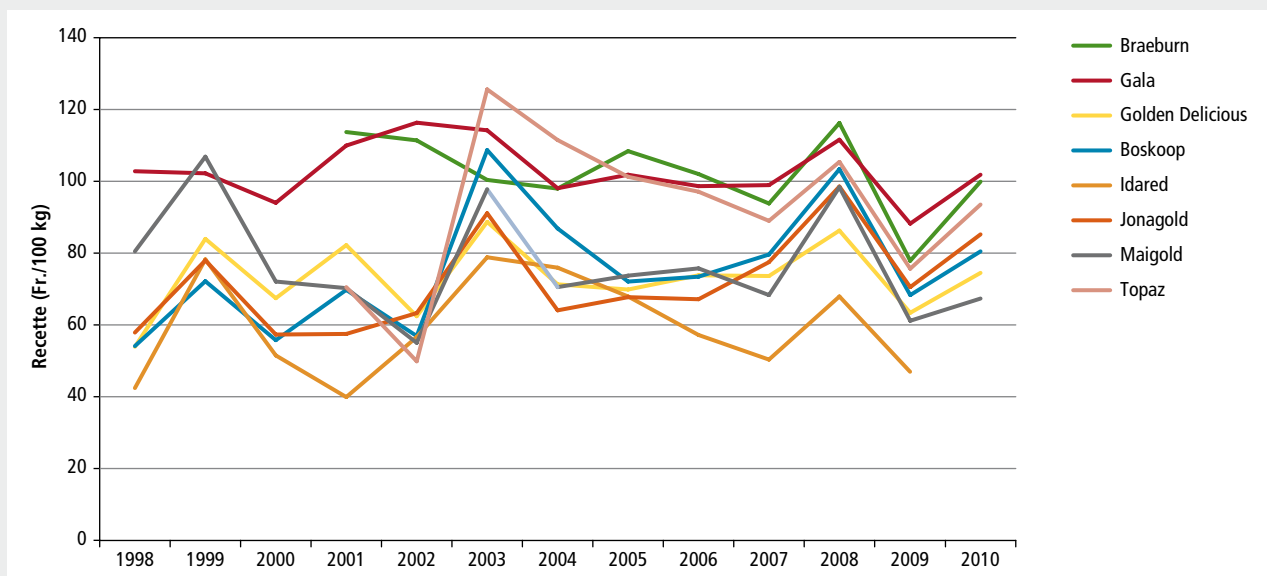


Figure 2 | Evolution des recettes pour huit variétés de pommes du réseau SOA de 1997 à 2010.



Filtration de vins
 Traitement d'eau
 Micro-oxygénation

www.keller.ch

KELLER FLUID PRO AG • 8049 Zürich • ☎ 044 341 09 56 depuis 1982

Bouchons en liège
 Capsules à vis · Bouchons couronne
 Capsules de surbouchage · Bondes silicone
 Barriques · Supports porte-barriques · Tire-bouchons

LIÈGE RIBAS S.A.

8-10, rue Pré-Bouvier · Z.I. Satigny · 1217 Meyrin
 Tél. 022 980 91 25 · Fax 022 980 91 27
 e-mail: ribas@bouchons.ch
 www.bouchons.ch

Tracteur Loeffel Viti Plus avec prétailleuse Binger



Constructeur de machines viticoles
 Vente, entretien, location de matériel viticole
 Service personnalisé
 Usinage CNC, blocks forés

www.loeffel-fils.com
contact@loeffel-fils.com

Chemin des Conrardes 13 CH - 2017 Boudry

Tél. +41 (0)32 842 12 78
Fax. +41 (0)32 842 55 07




VOTRE SPÉCIALISTE POUR:

- CUVES INOX 316
- TUYAUX À VIN
- MONTAGE DE RACCORDS
- PRODUITS ŒNOLOGIQUES
- PLAQUES «FILTROX»
- TERRES DE FILTRATION
- FILETS DE VIGNES



Gaz alimentaires
GOURMET

MESSER
 Messer Schweiz AG

CHS CUÉNOUD SA
 www.cuenoud.ch
 TÉL. 021 799 11 07 – FAX 021 799 11 32

Pépinières viticoles



Héli Dutruy
 Ch. du Lac 2
 1297 Founex
 Tél. 022 776 16 39
 Fax 022 776 64 24

Depuis 3 générations, nous participons à l'évolution du vignoble suisse par:

- *** la production de plants de vignes de haute qualité ***
- *** la sélection des meilleurs clones et souches de cépages nobles ***
- *** la production de nos propres porte-greffes ***

un service digne de ce nom.




Analyses et conseils de fumure: notre laboratoire accrédité et nos ingénieurs sont à votre disposition!

SOL-CONSEIL • Changins • CP 1381 • 1260 Nyon 1
 Tél. 022 363 43 04 • Fax 022 363 45 17
 E-mail: sol.conseil@acw.admin.ch
 www.acw.admin.ch



BCS

Tracteurs pour la vignoble

SNOPEX Machines agricoles - Motoneiges - Quads
 Via Motta 3 - 6828 Balerna sales@snopex.com
 ☎ 091 646 17 33 ☎ 091 646 42 07
www.snopex.com

Pépinières viticoles

FAVRE Daniel

Des plants de vignes soignés
pour vous satisfaire !

Ch. de LA PRA 17 1170 Aubonne
 Tel. 021 808 72 27 Fax. 021 807 43 39 E-mail: favre.vitipep@bluewin.ch



contient phéromone

Isomate®

Lutte par confusion

- contre les tordeuses en arboriculture
- efficacité éprouvée et service compétent depuis plus 15 ans

Andermatt Biocontrol AG
 Stahlermatten 6 · 6146 Grossdietwil
 Telefon 062 917 50 05 · www.biocontrol.ch

Andermatt Biocontrol

Système de Levage

avec frein de Parc



rollen, transportieren
 stapeln, lagern
 sicher aufbewahren
 manipulation, sécurité
www.mapo.ch

Visitez notre expo



Arceau de sécurité

Manivelle

Frein de parc (option)

Partout où il y a du mouvement

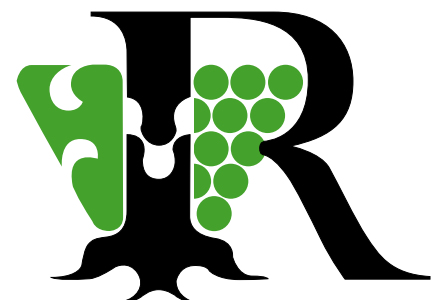
MAPO SA - Z.I. des Larges Pièces C · Chemin Prévénoge · 1024 Ecublens-Lausanne · Tél.: 021 695 02 22
 Fax: 021 695 02 29 · ecublens@mapo.ch · www.mapo.ch

Pépinières Viticoles - Ph. Rosset

- Toutes variétés sur divers porte-greffes.
- Plantation de vos plants et échelas à la machine guidée par GPS.
- Tubex et Bio-Protek, protections pour vos plants.

Qualité et Service font notre différence

Jolimont 8 - 1180 Rolle - Tél. 021 825 14 68 - Fax 021 825 15 83
 E-mail: rossetp@domainerosset.ch - www.domainerosset.ch



Pas de résidu de diméthoate dans le kirsch

Martin HEIRI, Heinrich HÖHN, Marianne BALMER, Thomas POIGER et Sonia PETIGNAT-KELLER, Agroscope, 8820 Wädenswil

Renseignements: Martin Heiri, e-mail: martin.heiri@agroscope.admin.ch, tél. +41 44 783 61 97, www.agroscope.ch

La législation concernant les résidus de produits phytosanitaires sur et dans les denrées alimentaires est stricte: si les valeurs limites fixées sont dépassées, les produits ne peuvent être vendus ou valorisés. Des fruits contenant de tels résidus peuvent-ils toutefois être transformés en eau-de-vie fine? Des chercheurs d'Agroscope ont pu montrer que l'insecticide diméthoate n'est pas retrouvé dans le distillat de cerises et que le kirsch est exempt de résidus.



Les résidus d'insecticides ne passent pas dans l'eau-de-vie lors de la distillation.

«Pas plus qu'il n'en faut»: telle est la devise appliquée aux produits phytosanitaires dans l'agriculture, l'objectif étant que les fruits et les légumes soient à l'abri des ravageurs, aient un aspect sain et qu'ils satisfassent aux exigences légales en matière de résidus. Lorsque cet équilibre est rompu et que les valeurs limites sont dépassées, la marchandise est détruite, même si elle est de bonne qualité.

Diméthoate et mouche de la cerise

La mouche de la cerise peut causer d'importants dégâts agronomiques et financiers. Les fruits infestés d'une larve blanche se ramollissent, commencent à pourrir et ne peuvent donc être vendus (Höhn *et al.* 1988). Depuis plus de quarante ans, le diméthoate permet de lutter efficacement contre la mouche de la cerise. Utilisé correctement, ce produit phytosanitaire empêche le développement du ver de la cerise. Sur la base d'une nouvelle évaluation toxicologique, la valeur limite fixée pour le diméthoate et l'ométhoate (issu de la dégradation du diméthoate) a été abaissée en Europe, passant de 1,4 à 0,2 mg/kg de cerises. Depuis 2011, cette nouvelle valeur est également appliquée en Suisse. Cette limite sept fois plus sévère que l'ancienne est évidemment plus difficile à respecter. Bien qu'il existe des alternatives au diméthoate (Höhn *et al.* 2012), cet insecticide reste néanmoins important pour lutter contre la mouche de la cerise.

Résidus testés dans l'eau-de-vie

Afin de voir si des eaux-de-vie fines peuvent être produites sans résidus à partir de matière première traitée au diméthoate, les chercheurs ont fait fermenter du moût de cerises cv. Dolleseppler contenant du diméthoate et de l'ométhoate (Moût_1). Un second moût provenant de la même matière première a été additionné d'une certaine quantité de diméthoate et d'ométhoate avant la macération (Moût_2). Ces deux moûts à différentes concentrations de produit phytosanitaire ont servi aux analyses.

Après une période de fermentation de 23 jours à une température ambiante de 17°C, la distillation a été effectuée avec un alambic de 25 litres de l'entreprise Arnold Holstein, selon le réglage suivant: 1^{er} plateau ouvert; 2^e et 3^e plateaux fermés; déflegmateur plein. Les alcools de tête ont été séparés de manière sensorielle: eau-de-vie de cœur jusqu'à une température du col de cygne de 84°C; queues de distillation à une température de 84 à 94°C.

Les échantillons ont été prélevés à trois stades différents:

- avant fermentation;
- après fermentation;
- dans le distillat.

Tableau 1 | Concentrations en diméthoate et ométhoate des moûts et des distillats expérimentaux

Echantillon	Stade	Diméthoate (mg/kg)	Ométhoate (mg/kg)	Total (mg/kg)
Moût_1	Avant la fermentation	0,07	0,09	0,16
	Après la fermentation	0,10	0,07	0,17
Distillat_1	Distillat (80 % du volume)	Impossible à déterminer	Impossible à déterminer	Impossible à déterminer
Moût_2	Avant la fermentation	1,10	0,87	1,97
	Après la fermentation	0,95	0,71	1,66
Distillat_2	Distillat (80 % du volume)	Impossible à déterminer	Impossible à déterminer	Impossible à déterminer

Pas de diméthoate ou d'ométhoate dans le distillat

Les analyses du laboratoire ont montré que la fermentation n'avait aucune influence sur le diméthoate et l'ométhoate (tabl.1). Après environ trois semaines de fermentation, les analyses indiquaient pratiquement les mêmes concentrations qu'au début du processus. Après la fermentation, l'échantillon «Moût_1» avait un taux de diméthoate légèrement plus haut (0,10 mg/kg) qu'avant la fermentation (0,07 mg/kg). Un enrichissement en diméthoate pendant le processus de fermentation étant toutefois exclu, cet écart s'explique plutôt par une homogénéisation insuffisante de l'échantillon avant la fermentation. Les analyses des deux distillats montrent que les produits finis ne présentent aucune trace de diméthoate ou d'ométhoate. Non détectable dans le distillat, le taux de résidus se situe en deçà de la valeur limite de 0,01 mg/kg, démontrant ainsi que l'insecticide ne passe pas dans l'eau-de-vie.

Comportement des insecticides à la distillation

Le diméthoate et l'ométhoate ne se retrouvent pas dans le distillat mais ne sont pas éliminés durant le processus de fermentation. Pour savoir si ces deux substances disparaissent lorsque le moût est chauffé ou si elles sont encore présentes dans les drêches et restent stables durant une heure même lorsque les températures approchent du point d'ébullition, les insecticides ont été ajoutés à un moût supplémentaire juste avant la distillation, puis les drêches ont été analysées pour voir si le diméthoate et l'ométhoate résistent à la chaleur. Les résultats montrent clairement que ces substances ne sont éliminées ni durant le processus de distillation ni lors du chauffage du moût, car les quantités ajoutées au moût ont été retrouvées presque intégralement dans les drêches.

Bibliographie

- Höhn H., Stäubli A. & Schaub L., 1988. Mouche de la cerise *Rhagoletis cerasi*. Fiche 146. Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil (ACW), 2 p.
- Höhn H., Walder R., Mühlentz I., Samietz J. & Linder C., 2012. Alternatives au diméthoate pour lutter contre la mouche de la cerise. *Revue suisse Vitic., Arboric., Horticult.* 44 (3), 152–158.

Conclusions

- L'eau-de-vie fine produite à partir de cerises macérées avec du diméthoate et de l'ométhoate ne présente aucune trace de ces produits. L'insecticide n'est cependant pas éliminé durant le processus de distillation, puisqu'on le retrouve dans les drêches pratiquement en même quantité que dans le moût.
- Au vu de ces résultats, les experts estiment que des cerises qui présentent des valeurs de diméthoate et d'ométhoate légèrement supérieures à la valeur limite fixée peuvent être utilisées pour la production d'eaux-de-vie fines.
- Ce constat ne s'applique pas forcément aux autres produits phytosanitaires. La réaction d'une substance à la fermentation et à la distillation dépend de nombreux facteurs, et notamment de ses propriétés physico-chimiques, et nécessite d'être examinée au cas par cas.
- Comme il est dit en introduction, la loi n'autorise pas la valorisation, et donc la distillation, de fruits présentant une trop forte concentration en produits phytosanitaires. ■

rega 



We fly long-range too!

Alarm: +41 333 333 333

www.rega.ch

Àgnes Dienes-Nagy, une chimiste au service de la viticulture

Née dans un petit village à l'est de la Hongrie, Àgnes Dienes-Nagy grandit dans une famille de scientifiques: sa mère est pharmacienne et son père enseigne les maths et la physique. Après la fermeture de la pharmacie, tout le monde se retrouve au jardin à cultiver différents fruits et légumes, en partie pour la vente. Douée en maths, Àgnes part à 14 ans au gymnase dans une ville voisine, quittant le giron familial pour une pension d'étudiants. «C'était très surveillé, avec registre des entrées et des sorties, mais heureusement... c'était mixte! Je m'entendais mieux avec les garçons» lâche-t-elle avec un grand rire.

Convaincue par son frère de venir étudier à Budapest après sa maturité, elle décide de passer le concours d'entrée à l'Université technique dans une branche où elle a toutes ses chances, la chimie. Elle plaisante: «Je voulais faire un métier humainement utile – je n'aurais pas pu devenir banquier!» Son diplôme d'ingénieur chimiste est suivi d'un master d'ingénieur organisateur. Ses deux diplômes en poche, elle commence à travailler dans une brasserie, comme ingénieur d'assurance qualité.

Durant ses études, elle rencontre son mari, également chimiste, qui part réaliser sa thèse à l'Université de Lausanne. Àgnes décide de le suivre et les deux époux arrivent en Suisse en 1990. Après quelques recherches infructueuses dans l'industrie, elle trouve une possibilité de faire un doctorat en chimie analytique à l'EPFL chez le professeur E.sz. Kováts, un des grands noms dans le domaine de la chromatographie. «C'était compliqué au début d'être assistante, je ne parlais pas du tout le français», s'amuse-t-elle. Son premier fils sur les genoux, elle écrit sa thèse et obtient son diplôme en 1995.

Après la naissance d'un deuxième enfant, elle obtient un mandat de collaboratrice scientifique à l'Institut de médecine légale de l'UNIL, dans l'analyse de dopage. A cette occasion, elle découvre une autre facette de la chimie analytique: traquer les molécules tel un détective et travailler au service d'autrui avec des instruments perfectionnés, qu'il faut «aimer pour qu'ils fonctionnent».

L'obtention de la bourse Marie Heim-Vögtlin lui permet de retourner à l'EPFL, après la naissance du petit dernier. «Depuis ma thèse, j'ai toujours travaillé à temps partiel avec des contrats à durée déterminée. Cette situation un peu instable m'a néanmoins permis



Àgnes Dienes-Nagy (photo Carole Parodi, Agroscope)

de concilier famille et travail, ce qui n'allait pas toujours de soi en Suisse.» En 2008, Agroscope l'engage comme chimiste à 50 % dans l'analyse des raisins, des moûts et des vins à Changins. «Je suis très heureuse ici, il y a tellement de choses à faire: la cave fourmille de trésors à exploiter. Actuellement, nous recherchons des marqueurs pour signaler un défaut ou une qualité. Nous travaillons aussi sur les composés phénoliques, particulièrement intéressants avec les nouveaux cépages, très riches en antioxydants. J'aime aussi le côté interdisciplinaire de mon travail, au milieu des biologistes et des agronomes».

L'avenir lui paraît prometteur dans le nouvel Agroscope: «Il y aura plus de chimistes avec qui échanger sur les techniques d'analyse», conclut cette optimiste, adepte du partage des connaissances.

Eliane Rohrer, Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture

«Première fois»: la cuvée des futurs œnologues de Changins

Alliant théorie et pratique, l'école de Changins offre la possibilité à de futurs œnologues de créer leur propre vin. Sous la houlette de Julie Roeslé, responsable de la cave de l'école, les étudiants imaginent un projet qui leur ressemble tout en pratiquant des méthodes de vinification modernes. Au fil de l'élevage, des décisions stratégiques sont prises afin de créer un vin de classe alliant qualités gustatives et image de marque. Ce projet, fidèle aux convictions de la volée, représente ainsi l'œnologie moderne sous toutes ses formes.

Le projet

Souvenez-vous de vos premiers mètres à vélo, de vos premières glissades en patin à glace, de votre premier baiser ou de toutes vos autres premières fois...

Rien n'était parfait, la peur au ventre, vous étiez peut-être maladroit, et pourtant. Après une première fois, on grandit, on mûrit mais on garde toujours un souvenir impérissable.

Comme le sourire de l'enfant sur son vélo les yeux remplis d'étincelles, le visage rougi par le froid du jeune patineur ou encore le goût sucré restant sur les lèvres de deux adolescents lorsque, tremblants et le cœur battant, ils rouvrent les yeux, ce nectar laissera un délicieux souvenir qui vous accompagnera chaque fois que vos papilles seront stimulées par les différents arômes et saveurs qui le composent.

Une première fois c'est quelque chose de magique.

C'est ce que la volée 2011-2014 de l'école d'œnologie de Changins a voulu recréer avec son millésime 2012.

Offrir une expérience gustative

Lors de cette aventure, les qualités de chacun ont été mises à contribution, allant de la production à la vente, en passant par le marketing ou la communication.

Le but était de créer un vin reflétant les qualités de la volée avec le souhait d'offrir une expérience inoubliable à chacun.



Ce vin 100% Gamaret est né de la complicité de toute une volée prometteuse. Les futurs œnologues ont travaillé en petits groupes et testé les techniques de vinification les plus éprouvées et les plus novatrices pour donner naissance à leur vin, chaque cuve possédant son caractère propre et la touche personnelle de ses auteurs.

Un assemblage de caractère

Après un ouvrage minutieux à la cave, les étudiants ont sélectionné les meilleures vinifications, créant un personnage unique rempli des caractères variés et intenses de chaque cuve. L'assemblage final est issu de vinifications élevées en fûts de chêne et en cuves inox et porte la signature de cette collaboration. Il est au nez comme une friandise qui éveillera vos sens: épicé, poivré, aux notes de fruits rouges intenses, souvenirs d'enfance de sous-bois explorés.

En bouche, sa structure veloutée vous caressera le palais, vous flattera les papilles et laissera derrière elle une délicieuse sensation de ravissement.

Un vin didactique

Ce vin dénommé «Première fois» est accompagné d'un fascicule didactique expliquant les pratiques de base de la dégustation.

Chacun pourra comparer son ressenti avec celui des étudiants qui ont pris soin d'effectuer une description organoleptique complète du vin.

En quantité limitée d'environ 1700 bouteilles, ce vin sera distribué dès septembre 2013 en flacons de 75 cl dans toute la Suisse romande.

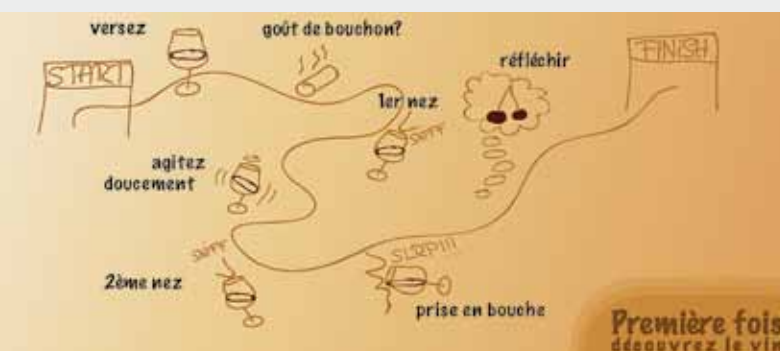
La volée HES 11-14 est fière de vous présenter sa «Première fois» et de vous faire découvrir l'univers magique de la dégustation et de l'œnologie. ■

Classe HES 11-14, Ecole d'ingénieurs de Changins EIC

Info: ugo.chavaz@edu.eichangins.ch

Commandes: florent.morandi@edu.eichangins.ch

Supervision: julie.roesle-fuchs@eichangins.ch



Chauffage

refroidissement

bois

air

Ventilation

climatisation

eau

Sanitaire

gaz

géothermie

Un seul partenaire

solaire

Depuis 1853, nous concevons et réalisons des systèmes thermiques et des réseaux d'eau dans les bâtiments répondant à toutes les attentes.

De la villa à l'immeuble en passant par les commerces et les industries, notre équipe relève tous les défis. Actifs sur la partie Vaudoise de l'arc lémanique, nous vous conseillons et vous assistons très volontiers.

Nous gérons tous les types d'énergies quel que soit le projet. Chez **Von Auw SA**, vous trouverez 75 professionnels attentifs à vos besoins de chaud, de froid ou d'installations sanitaires.

Von auw SA

bureau technique • installations • entretien

1028 PRÉVERENGES • Route de Genève 3 • Tél. 021 804 83 00 • Fax 021 804 83 01 • www.vonauw.ch

Wenger

TECHNOLOGIE DE BOISSONS SA

VOTRE PARTENAIRE POUR:

- Traitement de boissons
- Adjuvants de filtration
- Désinfection
- Barriques et tronc conique – cuves
- Technologie de bouchage

SERVICE
QUALITÉ
SÉCURITÉ



*Votre satisfaction
est notre vocation*

Wenger Technologie de Boissons SA
Route de l'Industrie 36
CH - 1615 Bossonnens
Tél. +41 21 947 44 10
Fax +41 21 947 44 11
info@wengertechnologie.ch
www.wengertechnologie.ch