

# VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



M A R S - A V R I L 2 0 1 3 | V O L . 4 5 | N ° 2



Stades  
phénologiques  
des fruits  
à pépins

**Baies**

**Horticulture**

**Arboriculture**

Gestion de l'irrigation des fraises **Page 84**

Lutte contre le psylle de la carotte **Page 104**

Stades repères des fruits à pépins **Page 128**



# Haute Couture.

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

L'ÉTIQUETTE

# Sommaire

Mars–Avril 2013 | Vol. 45 | N°2



## Photographie de couverture:

Pour le producteur, la connaissance des différents stades de développement des plantes qu'il cultive est primordiale. L'article de Bloesch et Viret décrit étape par étape le cycle annuel des pommiers et des poiriers en p.128.

(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.revuevitiarbohorti.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@revuevitiarbohorti.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.revuevitiarbohorti.ch, publications.

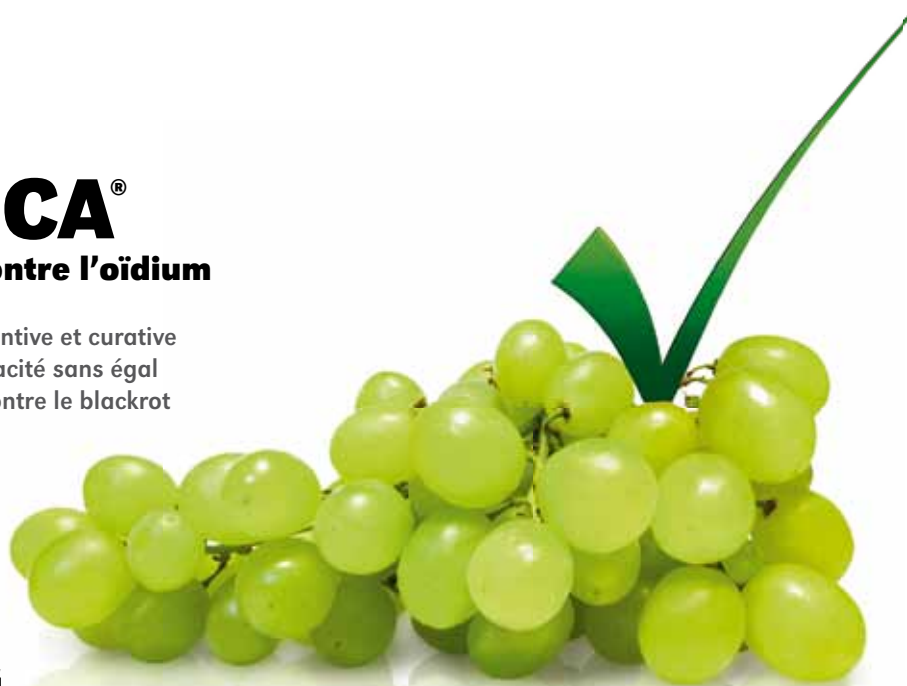
81	<b>Editorial</b>
	<b>Baies</b>
84	<b>Comparaison de deux modes de gestion d'irrigation pour les fraises</b> André Ançay, Catherine A. Baroffio et Vincent Michel
	<b>Arboriculture</b>
92	<b>Influence de l'irrigation déficitaire sur le rendement, la qualité de pommes 'Gala' et l'économie en eau</b> Azzedine Chenafi, Philippe Monney, Maria Ceymann, Eva Arrigoni, Abderrahmane Boudoukha et Christoph Carlen
128	<b>Stades phénologiques repères des fruits à pépins (pommier et poirier)</b> Bernard Bloesch et Olivier Viret
	<b>Horticulture</b>
104	<b>Lutte contre le psylle de la carotte (<i>Trioza apicalis</i>) par le traitement des semences</b> Serge Fischer, Françoise Klötzli et Catherine Terrettaz
	<b>Viticulture</b>
114	<b>Influence de la gestion des repousses du tronc et du bois de taille sur les densités de <i>Scaphoideus titanus</i></b> Corrado Cara, Valeria Trivellone, Christian Linder, Jens Junkert et Mauro Jermini
122	<b>Le terroir: mythe ou réalité pour les consommateurs de vin?</b> Frédérique Jourjon, Damien Wilson et Ronan Symoneaux
	<b>Actualités</b>
132	<b>Paw paw: de la banane indienne à l'eau-de-vie</b> Sonia Petignat et Kaspar Hunziker
135	<b>Portrait</b>
137	<b>Page de l'EIC</b>

Tous les  
fongicides sur  
www.omya-agro.ch

# FLICA®

## Invincible contre l'oïdium

Efficacité préventive et curative  
Durée d'efficacité sans égal  
Agit en plus contre le blackrot



Marque enregistrée  
Observer les indications de risques et les conseils de sécurité figurant sur l'emballage



Convient à  
**BIOLOGIQUE**  
l'agriculture

Plus de naturel  
ça coule de source!

# 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

Am-MSP2010/2012-135x190 - Credit photo : Getty Images - Bruno Merello

**PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : RESPECTER LES CONDITIONS D'EMPLOI**

# L'irrigation, facteur de la sécurité alimentaire et de la stabilité en production végétale



**Christoph Carlen**  
Agroscope  
christoph.carlen@agroscope.admin.ch

L'eau est un élément essentiel de la production végétale. Après absorption, les plantes la maintiennent dans les tissus pour leur métabolisme ou la rejettent dans l'atmosphère par transpiration pour réguler la température des feuilles. L'irrigation a été pratiquée depuis plusieurs millénaires par diverses civilisations, en se révélant souvent déterminante pour leur essor. En 2013, la Banque mondiale mentionne que l'agriculture irriguée représente 18 % des surfaces agricoles, cette petite part fournissant 40 % de la production végétale totale. Avec l'expansion démographique et le changement climatique, les surfaces irriguées augmentent pour pouvoir répondre aux besoins alimentaires. Par ailleurs, l'irrigation intensive accroît le phénomène de baisse des nappes phréatiques ou d'assèchement des fleuves. Pour y faire face, une des solutions est d'améliorer l'efficacité des systèmes d'irrigation: l'Initiative internationale pour un développement durable de l'eau (2009) estime en effet que la plante n'absorbe réellement que 37 % de l'eau d'irrigation. Une étude du Massachusetts Institute of Technology, intitulée «Mission 2014: comment nourrir le monde», montre aussi que l'irrigation sera un point majeur dans le futur, car les réserves en eau limitées imposeront d'améliorer les techniques d'irrigation pour la sécurité alimentaire et la stabilité de la production.

## Quelles solutions?

Réputée économe, l'irrigation au goutte-à-goutte arrose les plantes de manière précise avec juste la quantité d'eau nécessaire à un moment donné. Plus performante, la gaine enterrée permet d'économiser davantage en supprimant l'évaporation et en distribuant de façon optimale l'eau dans l'environnement racinaire. D'autres économies sont possibles en améliorant les méthodes de pilotage, en connaissant mieux les besoins de la plante, en évaluant de nouveaux cultivars plus résistants à la sécheresse et en améliorant les outils d'aide à la décision pour l'utilisation rationnelle et durable de l'eau. Dans ce domaine, Agroscope fait progresser l'efficacité en testant l'irrigation automatisée ou déficitaire (voir les articles de Ançay *et al.* en p. 84 et de Chenafi *et al.* en p. 92).

## Et en Suisse?

Selon une enquête de l'OFAG, près de 55 000 ha sont irrigués en Suisse (5 % des surfaces agricoles). En cultures spéciales, 75 % des surfaces sont irriguées pour les légumes, 35 % pour les cultures fruitières et 35 % pour la vigne. Dans ces productions à forte valeur ajoutée, l'apport d'eau est important pour la stabilité des rendements et la qualité des produits. Actuellement, l'intérêt est grandissant en cultures fruitières pour assurer les rendements élevés et la rentabilisation des vergers et répondre aux hautes exigences de qualité du commerce. Et les surfaces irriguées se développeront encore dans ces cultures, avec les étés plus chauds et secs et l'augmentation des cultures sous abri (baies, cerises, etc.).

L'agriculture joue un rôle important dans la gestion durable de l'eau. L'une des priorités pour la recherche agronomique et la production agricole est l'intensification écologique, soit de trouver comment accroître la production végétale tout en utilisant moins d'eau et d'autres ressources.

# 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 Yverne  
Tél. 024/466 13 83

##### Hauswirth Bursins SA

1183 Bursins  
Tél. 021/824 11 29

##### Valélectric Farnier SA

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

##### Jean-Luc Kaesermann Sarl

1173 Féchy  
Tél. 021/808 71 27

##### Perroulaz SA

1070 Puidoux  
Tél. 021/946 34 14

##### Bucher Vaslin - Philippe Besse

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

## BUCHER vaslin

[www.buchervaslin.com](http://www.buchervaslin.com)  
Votre réussite est notre priorité

1238

## 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

# Spécialiste en Marketing de la vigne et du vin

**Le succès de la formation à distance**

*Pour dynamiser votre activité...*

[www.marketingduvin.ch](http://www.marketingduvin.ch)  
1169 Yens - 021 800 55 55





**MOVENTO**<sup>®</sup>  
ARBO

# Double systémie: La fin des cachettes!



Pucerons



Cochenilles



Pucerons lanigères



Psylles du poirier

**Le double effet systémique de Movento Arbo protège vos fruits envers les insectes même cachés tels que pucerons verts, pucerons verts des agrumes, pucerons cendrés, cochenilles, pucerons lanigères et psylles du poirier.**



Bayer (Schweiz) AG  
CropScience  
3052 Zollikofen  
Telefon: 031 869 16 66  
[www.agrar.bayer.ch](http://www.agrar.bayer.ch)

Movento contient Spirotetramate. Observer les risques de danger et les mesures de sécurité sur les emballages.



150 Years  
Science For A Better Life

# Comparaison de deux modes de gestion d'irrigation pour les fraises

André ANÇAY, Catherine A. BAROFFIO et Vincent MICHEL, Agroscope, 1964 Conthey

Renseignements: André Ançay, e-mail: andre.ancay@agroscope.admin.ch, tél. +41 27 345 35 50, www.agroscope.ch



Figure 1 | Gestion automatisée de l'irrigation basée sur des sondes Watermark® et pilotée par le système WEM (Watermark Electronic Module).

## Introduction

L'eau utilisée pour l'irrigation en agriculture représente 45 % de la consommation d'eau potable dans les pays de l'OCDE (OCDE 2010). A l'avenir, le réchauffement climatique va provoquer une élévation de la température et une augmentation du rayonnement qui favoriseront l'évapotranspiration (Fuhrer et Jasper 2009). Selon la même étude, certains scénarios clima-

tiques prévoient une diminution des précipitations estivales de l'ordre de 20 % d'ici à 2050 en Suisse. Cela va donc entraîner une augmentation de la demande en eau d'irrigation pour les plantes cultivées. Cette évolution pourrait causer une augmentation des coûts d'utilisation de l'eau.

En production de fraises, les systèmes d'irrigation sont plus efficaces depuis l'utilisation généralisée du goutte-à-goutte mais l'utilisation rationnelle de l'eau



pour l'irrigation reste une préoccupation croissante pour les producteurs. Avec la perspective des changements climatiques qui s'annoncent, l'optimisation de l'irrigation est donc indispensable pour assurer une production de qualité et maîtriser les coûts de cette ressource dans l'avenir. Dans cette optique, la gestion automatisée de l'irrigation basée sur des sondes Watermark® et pilotée par WEM (Watermark Electronic Module; fig.1) pourrait constituer une solution prometteuse. Ce système permet d'adapter la fréquence et les quantités d'eau apportées au besoin de la plante et au potentiel hydrique du sol, ce qui permet de réduire le risque de lessivage d'eau et de fertilisants. Un essai a été conduit durant trois ans en comparant ce système avec une irrigation manuelle standard, afin de tester la gestion automatisée de l'irrigation sur des fraisiers en plein champ, de mesurer les volumes d'eau appliqués et d'étudier leur impact sur le rendement et la qualité des fraises.

## Matériel et méthodes

### Site et conduite de la culture

L'essai a été mis en place au Centre de recherche Conthey d'Agroscope Changins-Wädenswil ACW dans la plaine du Rhône à 500 m d'altitude (Valais central) en 2009, 2010 et 2011. La culture de fraises a été installée sur un sol riche en matière organique (3,6 %) contenant 33 % de sable, 44 % de limon et 23 % d'argile.

Le cultivar Cléry, variété de référence en Suisse pour ses qualités agronomiques et gustatives, a été utilisé pour les trois essais. Les plants mottés ont été installés en mono-ligne à fin juillet sur une butte recouverte de plastique noir à une densité de quatre plants/m<sup>2</sup>. Pour faciliter la reprise, les plants ont été irrigués régulièrement par aspersion après la plantation.

L'année de récolte, dès début mars, les fraises ont été couvertes par un tunnel de plastique d'une largeur de 5 m. L'apport de nutriments et d'eau aux plantes a été assuré par fertigation. Une gaine de goutte-à-goutte (t-tape) d'un débit de 5 l/h par mètre linéaire (3 l/h/m<sup>2</sup>) avec des goutteurs espacés de 20 cm a été installée lors de la mise en place des buttes. La fertilisation (100 kg/ha N, 45 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150 kg/ha K<sub>2</sub>O et 25 kg/ha Mg) correspondait aux normes de fumure pour les fraises. La fumure a été apportée avec chaque irrigation de mi-mars à fin mai. La concentration de la solution-mère des engrais a été adaptée à la quantité d'eau différente des deux systèmes d'irrigation afin d'apporter la même quantité globale de fumure.

**Résumé** ■ En 2010, 2011 et 2012, l'irrigation des fraises basée sur des sondes Watermark® et pilotée par WEM (Watermark® Electronic Module) a été évaluée sous tunnel sur le domaine d'Agroscope à Conthey. Ce procédé d'irrigation a été comparé avec la gestion traditionnelle utilisant des tensiomètres. La gestion pilotée par WEM a permis une économie d'eau de l'ordre de 50 % et un léger gain de rendement. Il n'y a pas eu de différences significatives dans les paramètres qualitatifs des fruits, tels que le calibre, la fermeté et la teneur en sucre.

### Procédés d'irrigation

Deux procédés ont été comparés: la gestion manuelle et la gestion automatique de l'irrigation (tabl.1). Chaque procédé était composé de huit répétitions de vingt plants réparties en blocs aléatoires. Pour évaluer l'humidité du sol sous forme de potentiel matriciel du sol, des tensiomètres et des sondes Watermark® ont été installés à trois emplacements au niveau des racines à 20 cm de profondeur au centre de la butte entre deux goutteurs. Dans le procédé d'irrigation automatique, des sondes Watermark® supplémentaires ont été installées à une profondeur de 35 cm.

Pour les deux procédés d'irrigation, l'objectif était de couvrir les besoins en eau d'une culture de fraise basés sur l'ET<sub>c</sub> (évapotranspiration de la culture). Pour le calcul de celle-ci, nous avons utilisé les coefficients culturaux (K<sub>c</sub>) proposés par Krüger (2008), qui sont de 0,6 pour la période de floraison et de 0,7 pour la période de grossissement des fruits. L'irrigation a été enclenchée manuellement lorsque les tensiomètres indi-

**Tableau 1 | Dispositif expérimental avec indication des consignes d'arrosage**

Procédé	Mesure de l'humidité du sol	Fréquence des relevés	Seuil de déclenchement	Fréquence des arrosages
Gestion manuelle	Tensiomètre	1 fois par jour, sauf le week-end	20 cbar	1 à 2 fois par semaine
Gestion automatique (WEM)	Watermark®	2 fois par heure		1 à 3 fois par jour

quaient une valeur de 20cbar puis arrêtée à l'aide d'une vanne volumétrique lorsque le volume d'eau programmé était atteint.

Pour la gestion de l'irrigation automatique par WEM, le déclenchement de l'irrigation a également été fixé à 20cbar mesuré par les sondes Watermark®. Le système WEM a été programmé pour trois cycles potentiels d'irrigation quotidiens d'une durée maximum de quarante minutes, à 7 h 30, 11 h ou 15 h. Si la valeur moyenne des sondes Watermark® dépassait 20cbar à ces moments-là, une irrigation avait lieu et si, durant la période d'irrigation, la tension redescendait au-dessous de 20cbar, l'irrigation s'arrêtait. L'irrigation a débuté lorsque cinq à six nouvelles feuilles étalées étaient visibles (stade BBCH 15) et elle a été stoppée après la dernière récolte. L'irrigation a respectivement débuté le 1<sup>er</sup> avril pour finir le 14 juin en 2010, le 28 mars et le 10 juin en 2011 et le 6 avril et le 15 juin en 2012.

### Mesures et observations

Les fruits ont été récoltés trois fois par semaine et triés par appréciation visuelle, selon leur calibre (diamètre supérieur à 25 mm) et l'aspect extérieur du fruit (déformation, couleur hétérogène, problèmes sanitaires). Les fruits déclassés ont été pesés et classés dans les déchets. Le rendement total comprend les fruits commercialisables et les déchets. Le poids moyen des fruits commercialisables a été mesuré lors de chaque récolte en divisant le poids d'une barquette par le nombre de fruits qu'elle contenait.

Les paramètres qualitatifs analysés étaient la teneur en sucres, l'acidité et la fermeté des fruits. Des jus de fraises ont été préparés au mixer pour mesurer la teneur en sucres et en acidité titrable. La teneur en sucres (°Brix) a été évaluée au réfractomètre. L'acidité titrable (g acide citrique/l) a été déterminée à l'aide d'un titrateur avec une solution 0,1 N de soude (NaOH) sur un échantillon de 10 g à un pH final de 8,1. La fermeté des fruits a été mesurée au pénétromètre Durofel (embout plat d'une surface de 0,5 cm<sup>2</sup>) et exprimée en indice Durofel.

Pour suivre l'état hydrique du sol, les valeurs des tensiomètres ont été relevées tous les jours ouvrables, en estimant par ailleurs le temps nécessaire pour contrôler les tensiomètres et pour déclencher les irrigations.

La différence des effets des procédés a été calculée au moyen d'une analyse de variance (SigmaStat, SPSS).

### Résultats

Pour les trois années d'essai, l'irrigation gérée par WEM a généré un meilleur rendement en fraises premier choix que l'irrigation manuelle (tabl. 2). En moyenne sur les trois années, l'irrigation automatique a permis un gain de rendement de 13 %. De l'autre côté, l'irrigation automatique a permis de diminuer significativement les déchets (fruits non commercialisables; tabl. 2). En moyenne des trois années, le poids moyen des fruits n'a pas différé entre les deux systèmes d'irrigation.

**Tableau 2 | Rendement, déchet et poids moyen des fruits des deux systèmes de gestion de l'irrigation**

Procédé	Rendement 1 <sup>er</sup> choix par plante (g)				Déchets (% du rendement total)				Poids moyen des fruits (g)			
	2010	2011	2012	Ø	2010	2011	2012	Ø	2010	2011	2012	Ø
Gestion manuelle	673,4	472,3	222,7	432,3	3,8	8,7	17,7	10,0	17,5	14,5	14,3	15,4
Gestion automatique (WEM)	710,4	487,9	344,1	490,1	4,1	6,6	12,8	7,9	16,2	13,8	15,2	15,1
Différence statistique valeur P	non 0,137	non 0,377	oui <0,001	oui <0,001	non 0,645	oui 0,015	oui <0,001	oui <0,001	oui <0,001	oui 0,040	oui 0,007	non 0,060

Ø = moyenne des trois années.

**Tableau 3 | Influence des deux systèmes de gestion de l'irrigation sur la fermeté et la qualité des fruits exprimée par la teneur en sucre et l'acidité totale**

Procédé	Fermeté (indice Durofel)				Teneur en sucre (° Brix)				Acidité totale (g/l)			
	2010	2011	2012	Ø	2010	2011	2012	Ø	2010	2011	2012	Ø
Gestion manuelle	75,5	72,8	70,0	72,8	7,7	8,5	9,3	8,5	8,3	8,3	8,2	8,2
Gestion automatique (WEM)	74,5	73,1	71,8	73,1	8,4	9,0	9,7	9,0	8,2	8,2	8,2	8,3
Différence statistique valeur P	non 0,523	non 0,574	non 0,329	non 0,361	non 0,502	oui 0,015	non 0,335	non 0,214	non 0,010	non 0,427	non 0,024	non 0,008

Ø = moyenne des trois années.

L'analyse par année montre par contre un poids des fruits significativement plus élevé en 2010 et 2011 pour l'irrigation manuelle (tabl. 2) tandis qu'en 2012, c'est le procédé piloté par WEM qui a entraîné une hausse significative du poids des fruits. La qualité des fruits, la fermeté des fruits, l'indice Brix ou l'acidité n'ont pas été significativement influencés par la gestion de l'irrigation (tabl. 3), même si la teneur en sucre tend à être plus élevée dans le procédé piloté par WEM.

L'évolution du potentiel matriciel du sol dans le procédé d'irrigation automatique montre deux phases clairement différentes en 2011 (fig. 2). Les sondes Watermark® installées à 20 cm de profondeur affichaient des valeurs de 10 à 30 cbar jusqu'au milieu de la période de récolte vers mi-mai. Après cette date, les valeurs ont varié entre 15 et 0 cbar. Dans le procédé irrigation manuelle mesuré avec des tensiomètres, le potentiel matriciel du sol était similaire dans la première phase. Par contre, dès la mi-mai, les valeurs mesurées dans ce procédé étaient plus élevées que pour l'irrigation pilotée par WEM.

En 2012, le suivi du potentiel matriciel du sol s'est limité à la première partie de la période d'irrigation, à cause d'une défaillance technique. L'évolution du potentiel matriciel du sol montrait des fluctuations moins prononcées (fig. 3) qu'en 2011. A 20 cm de profondeur, les sondes Watermark® variaient entre 10 et 25 cbar pendant toute la période de mesure. De même, les sondes placées à une profondeur de 35 cm montrent qu'il n'y a pas de période saturée et que, malgré les

faibles volumes d'eau apportés, le sol ne subit pas d'assèchement (fig. 4).

Dans le procédé d'irrigation manuelle, les valeurs des tensiomètres fluctuaient régulièrement entre 5 et 25 cbar.

Dans le procédé irrigué manuellement, 1,6 l/m<sup>2</sup> a été apporté par jour jusqu'à la fin de la floraison, puis 2,6 l/m<sup>2</sup> jusqu'à la fin de la récolte. Dans la variante WEM, les apports étaient de respectivement 0,6 et 1,5 litre/m<sup>2</sup> par jour.

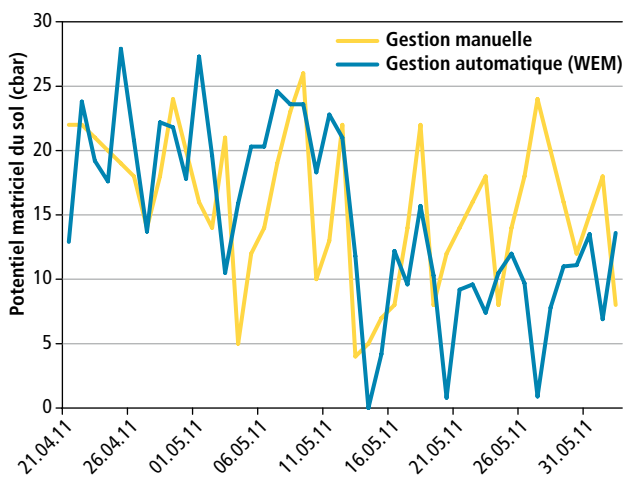


Figure 2 | Evolution du potentiel matriciel du sol en 2011 mesurée dans les procédés d'irrigation manuelle (moyenne de trois tensiomètres) et d'irrigation automatique (moyenne de trois sondes Watermark®).

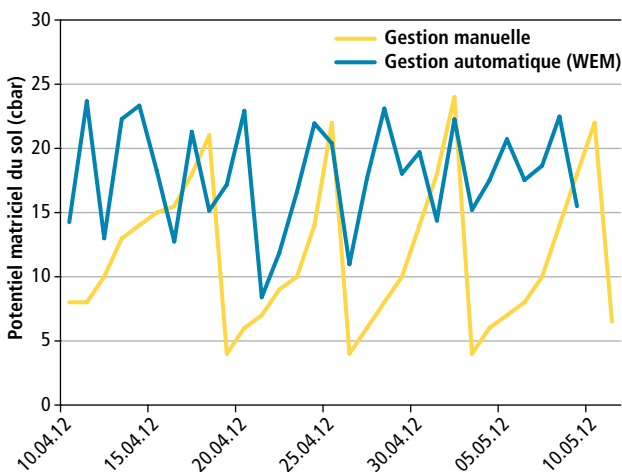


Figure 3 | Evolution du potentiel matriciel du sol en 2012 mesurée dans les procédés d'irrigation manuelle (moyenne de trois tensiomètres) et d'irrigation automatique (moyenne de trois sondes Watermark®).

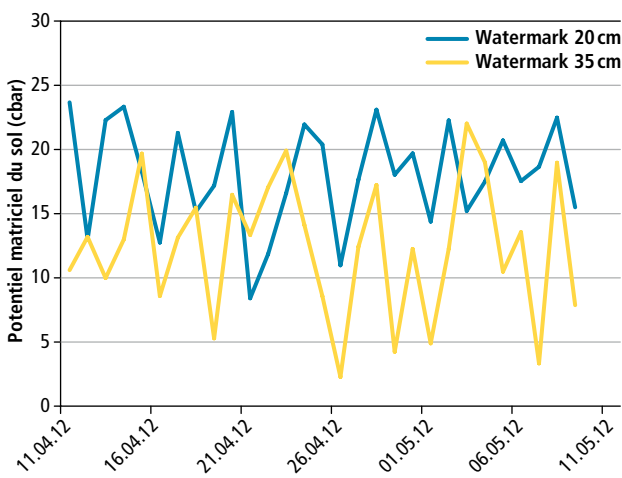


Figure 4 | Evolution du potentiel matriciel du sol en 2012 mesurée dans le procédé d'irrigation automatique à 20 et à 35 cm de profondeur (moyenne de trois sondes Watermark®).

La gestion automatique de l'irrigation par le système WEM a permis une économie importante d'eau (tabl.4), représentant respectivement 755, 888 et 938 m<sup>3</sup>/ha en 2010, 2011 et 2012. Avec un prix de 1,60 CHF/m<sup>3</sup> d'eau (Kopp *et al.* 2012), les économies réalisées correspondent à 1208, 1421 et 1500 CHF/ha. De plus, la gestion automatique de l'irrigation a permis de réduire le temps de travail (suivi des tensiomètres et déclenchement manuel des irrigations) d'environ vingt heures/ha, ce qui représente une économie supplémentaire de 615 CHF/ha.

**Tableau 4 | Paramètres d'irrigation des trois essais de 2010 à 2012**

Procédé	Quantité d'eau apportée par jour (l/m <sup>2</sup> )			
	2010	2011	2012	Ø
Gestion manuelle	2,53	2,33	2,29	2,38
Gestion automatique (WEM)	1,51	1,13	0,95	1,20
Economie d'eau en %	40,3	51,4	58,6	50,1

Ø = moyenne des trois années.

## Discussion

En 2010, le rendement des deux procédés a été sensiblement plus élevé qu'en 2011 et 2012. En 2012, le faible rendement peut s'expliquer par le gel d'hiver qui a détruit une partie des cœurs des plantes. Pour 2011, le faible rendement est probablement dû au mois d'avril très chaud: ce stress thermique a accéléré la croissance des hampes florales et le mûrissement des fruits au détriment du grossissement des fruits, avec à la clé une diminution du calibre des fruits à la récolte, comme l'ont démontré les travaux de Boivin (2008) sur l'impact du stress thermique sur le rendement des fraises.

Le système de gestion automatique de l'irrigation basé sur des sondes Watermark® et piloté par WEM a permis d'irriguer de manière plus fine avec plusieurs déclenchements journaliers pendant les périodes où la plante a une forte consommation d'eau. Il en a résulté une économie d'eau de 40 à 58 %. La fraise est une culture qui réagit fortement au manque d'eau par une diminution du rendement en cas d'apport insuffisant (Liu *et al.* 2007; Kumar et Dey 2012; Yuan *et al.* 2004). Cependant, cette diminution importante de la quantité d'eau n'a pas eu d'incidence négative sur le rendement, ce qui permet de considérer comme inutile le surplus d'eau utilisé dans le procédé d'irrigation manuelle. En plus du coût supplémentaire, une irrigation

trop généreuse peut aussi provoquer des problèmes phytosanitaires. Dans des cultures comme la betterave à sucre, la luzerne, la pomme de terre ou le melon, une humidité du sol élevée a eu pour effet d'augmenter l'incidence des maladies telluriques (Harveson et Rush 2002; Jefferson et Gossen 2002; Olanya *et al.* 2010; Pivonia *et al.* 2004).

Le poids des fruits est un aspect important dans la production de fraises. Des fruits plus gros diminuent les frais de récolte, qui représentent en moyenne 40 % des frais de production (FUS 2012). Une irrigation généreuse peut induire un poids du fruit supérieur (Yuan *et al.* 2004), comme cela a été mesuré dans nos essais en 2010 et 2011. Les fruits irrigués manuellement ont reçu 40 et 51 % de plus d'eau et leur poids moyen était significativement supérieur. En 2012, malgré un volume d'irrigation comparable, le poids des fruits de cette variante a été significativement inférieur. Cette année, le potentiel matriciel à 20 cm de profondeur du procédé d'irrigation automatique se trouvait toujours dans une plage optimale oscillant entre 10 et 20 cbar, alors que celui de l'irrigation manuelle est descendu à plusieurs reprises au-dessous de 5 cbar. De plus, la quantité d'eau apportée dans ce procédé équivalait à 140 % de celle de la gestion automatique. Cette humidité du sol élevée a pu se révéler néfaste pour le développement des fraises.

L'irrigation automatique gérée par WEM permet une économie d'eau substantielle par rapport à l'irrigation manuelle traditionnelle. Selon l'année, cette économie a atteint 41 à 58 %, ce qui correspond à une épargne de 1200.– à 1500.– CHF/ha. Ces montants représentent approximativement les coûts annuels du WEM. Une économie supplémentaire est réalisée par la diminution des heures de travail pour le suivi des tensiomètres et le déclenchement manuel des irrigations.

## Conclusions

- L'irrigation automatique a entraîné une augmentation moyenne du rendement de 13 % sur les trois années d'essai, sans incidence significative sur le calibre des fruits.
- Le mode de gestion de l'irrigation n'a pas eu d'incidence significative sur les paramètres qualitatifs des fruits (fermeté, teneur en sucre, acidité).
- L'irrigation automatique gérée par WEM (Watermark Electronic Module) a permis de diminuer nettement la consommation d'eau par rapport à l'irrigation manuelle traditionnelle: 41 à 58 % d'économie selon l'année, correspondant à une épargne de 1200 à 1500 CHF/ha. ■

**Summary**

**Comparison of two irrigation management systems in strawberry**

In 2010, 2011 and 2012, the irrigation of strawberry based on Watermark® probes and managed by WEM (Watermark® Electronic Module) was tested under tunnel at Agroscope Conthey. It was compared with the traditional irrigation system using tensiometers. The WEM controlled treatment allowed a reduction of irrigation water of around 50 % and a slight increase of the yield, without any significant differences in fruits quality parameters, such as fruit size, firmness and sugar content.

**Key words:** strawberry, irrigation, soil moisture measurement, water saving.

**Zusammenfassung**

**Vergleich von zwei Bewässerungssystemen in Erdbeeren**

Im 2010, 2011 und 2012 fanden am Agroscope in Conthey Bewässerungsversuche von Erdbeeren unter Tunnel statt. Dabei wurde das auf Watermark® - Sonden gestützte und durch WEM (Watermark® Electronic Module) gesteuerte Verfahren mit dem traditionellen Verfahren, welche mit Tensiometer arbeitet, verglichen. Das durch WEM gesteuerte Verfahren erlaubte eine Wassereinsparung in der Größenordnung von 50 % und einen leichten Ertragsanstieg. Es gab keine signifikanten Unterschiede bei den Qualitätsparametern der Früchte, wie das Kaliber, die Festigkeit und dem Zuckergehalt.

**Riassunto**

**Confronto tra due metodi di gestione dell'irrigazione delle fragole**

Negli anni 2010, 2011 e 2012 è stata valutata presso Agroscope, nel centro di Conthey l'irrigazione delle fragole in tunnel che poggia sulle sonde Watermark® ed è pilotata attraverso WEM (Watermark® Electronic Module). Questo procedimento d'irrigazione è stato confrontato con la gestione tradizionale mediante tensiometri. La gestione pilotata da WEM ha permesso un risparmio di acqua del 50 % ca e un leggero guadagno di resa. Non vi sono state, per contro, differenze significative relative ai parametri qualitativi dei frutti, quali il calibro, la fermezza e il tenore zuccherino.

#### Bibliographie

- Boivin C., 2008. La micro-aspersion pour contrôler la température dans la fraise à jours neutres. Adresse: [www.agrireseau.qc.ca/petitsfruits/documents/Miro-aspersion.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/petitsfruits/documents/Miro-aspersion.pdf)
- Fuhrer J. & Jasper K., 2009. Bewässerungsbedürftigkeit in der Schweiz. Schlussbericht, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART), 74 p.
- FUS, 2012. Guide des petits fruits. Fruit Union Suisse, Zug, 149 p.
- Harveson R. M. & Rush C. M., 2002. The influence of irrigation frequency and cultivar blends on the severity of multiple root diseases in sugar beets. *Plant Dis.* **86** (8), 901–908.
- Jefferson P. G. & Gossen B. D., 2002. Irrigation increases Verticillium wilt incidence in a susceptible alfalfa cultivar. *Plant Dis.* **86** (6), 588–592.
- Kopp M., Ançay A., Berger H.-P., Steinemann B. & Thoss H., 2012. Erdbeeren – Produktionskosten 2012, Fruit Union Suisse, Zug.
- Krüger E., 2008. Bewässerungssteuerung bei Erdbeeren und Himbeeren. *Monatsschrift Forschungsanstalt Geisenheim* **96**, 8–9.
- Kumar S. & Dey P., 2012. Influence of soil hydrothermal environment, irrigation regime and different mulches on the growth and fruit quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* L.) in a sub-temperate climate. *J. Hort. Sci. Biotech.* **87** (4), 374–380.
- Liu F., Savić S., Jensen C. R., Shahnazari A., Jacobsen S. E., Stikić R. & Andersen M. N., 2007. Water relations and yield of lysimeter-grown strawberries under limited irrigation. *Sci. Hort.* **111**, 128–132.
- OECD, 2010. Sustainable Management of Water Resources in Agriculture. ISBN 978-92-64-083455, 120 p.
- Olanya O. M., Porter G. A., Lambert D. H., Lakin R. P. & Starr G. C., 2010. The effects of supplemental irrigation and soil management on potato tuber diseases. *Plant Path. J.* **9** (2), 65–72.
- Pivonia S., Cohen R., Cohen S., Kigel J., Levita R. & Katan J., 2004. Effect of irrigation regimes on disease expression in melon plants infected with *Monosporascus cannonballus*. *Eur. J. Plant Path.* **110**, 155–161.
- Yuan B. Z., Sun J. & Nishiyama S., 2004. Effect of drip irrigation on strawberry growth and yield inside a plastic greenhouse. *Biosystems Engineering* **87** (2), 237–245.

# VITICULTURE VITICULTURE VITICULTURE



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

- **Gabrio® Star** - efficace contre toutes les maladies importantes
- **Vivando®** - le fongicide contre l'oïdium
- **Mildicut®<sup>3</sup>** - le fongicide anti-mildiou hautement actif
- **Forum® Star** - le fongicide combiné pénétrant contre le mildiou
- **Cantus® + Silwet®<sup>4</sup> L-77** - protection inédite contre le botrytis
- **Cyrano®** - le fongicide systémique contre le mildiou
- **Pyrinex®** - idéal contre les ravageurs
- **Roundup®<sup>2</sup> Profi** **Nouveau** - pour des vignes propres
- **Oscar** - herbicide à action systémique et résiduaire
- **Glifonex®<sup>2</sup>** - un glyphosate avec conditions super intéressantes
- **Switch®<sup>4</sup>** **Nouveau** - 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](http://www.leugygax.ch)

Les produits peuvent léser la santé ou l'environnement. Absolument observer les mesures de précaution sur les emballages.  
© Marque déposée de BASF, Ludwigshafen, D. / © de Makhteshim-Agan, IL / © de Monsanto, USA / © de Ishihara Sangyo Kaisha Ltd., Japon. © de Syngenta SA, Basel  
Cairo Star: 40 g/l Pyraclostrobin + 400 g/l Folpet / Vivando: 500 g/l Metazolam / Mildicut: 25 g/l Cyazotamid / Forum Star: 11,13 % Diméthomorph + 60 % Folpet / Cantus: 50 % Boscalid / Silwet L-77: 340 g/l Heptaméthylsiloxane modifié / Cyrano: 50 % Aluminiumsilyl + 25 % Folpet + 4 % Cymoxanil / Pyrinex: 250 g/l Chlorpyrifos / Roundup Turbo: 450 g/l Glyphosate / Oscar: 220 g/l Duron: 220 g/l Glyphosate / Gilfonex: 360 g/l Glyphosate / Switch: 37,5 % Cyprothi, 25 % Fluoboum.

## Transpalette peseur



rollen, transportieren  
stopfen, lagern  
sicher aufbewahren  
manutenion, sécurité  
[www.mapo.ch](http://www.mapo.ch)

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:

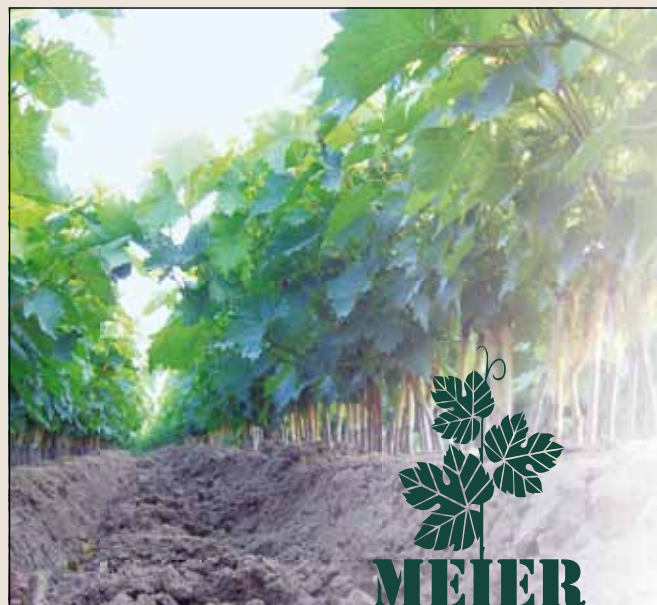
- Imprimante thermique CHF 400.-

► 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](mailto:ecublens@mapo.ch) • [www.mapo.ch](http://www.mapo.ch)



## 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](mailto:office@rebschule-meier.ch) | [www.vignes.ch](http://www.vignes.ch)



# 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**



**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

## AgriTechno

TOUS LES COMPTEURS, CONTRÔLEURS, RÉGULATEURS.  
POUR UNE AGRICULTURE DE PRÉCISION.



Contrôleur de semis  
Régulateur DPA pulvérisateur  
Groupe de vanne avec débitmètre  
Remplissage, débit, volume  
Vitesse, surface, temps de travail  
Capteur de vitesse GPS, rotation pdf  
Pesée de véhicule, pesée sur chargeur  
Pesée de récolte et balance de comptoir  
Doseur humidité grain + minibatteuse  
Contrôle et régulation de température

**NOUVEAUTÉ**  
pompe à graisse électrique  
«intelligente»

**AgriTechno**

Z.I. En Publoz 11 – CH-1073 Savigny  
Tél. 021 784 19 60 – Fax 021 784 36 35  
E-mail: info@agritechno.ch

# Influence de l'irrigation déficitaire sur le rendement, la qualité de pommes 'Gala' et l'économie en eau

Azzeddine CHENAFI<sup>1</sup>, Philippe MONNEY<sup>2</sup>, Maria CEYMANN<sup>2</sup>, Eva ARRIGONI<sup>2</sup>, Abderrahmane BOUDOUKHA<sup>3</sup> et Christoph CARLEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université de Bejaia, Algérie – <sup>2</sup>Agroscope, 1964 Conthey – <sup>3</sup>Université de Batna, Algérie

Renseignements: Philippe Monney, e-mail: philippe.monney@agroscope.admin.ch, tél. +41 27 345 35 45, www.agroscope.ch



Parcelle d'essai complètement couverte d'une bâche de plastique, environ trois semaines après la pleine floraison, afin d'exclure l'influence des précipitations. La bâche est elle-même recouverte d'un textile vert pour la protéger de la circulation des machines et éviter une modification trop importante du microclimat lumineux.

## Introduction

A l'échelle mondiale, l'évolution démographique fait croître la demande en produits alimentaires. Dans bien des régions, l'eau constitue un facteur limitant pour la productivité de l'agriculture. Pour utiliser les ressources en eau avec la meilleure efficacité possible, l'irrigation doit être gérée de façon plus économe. Au cours des dernières décennies, la fiabilité des équipements d'irri-

gation a considérablement progressé. Inconcevable avec des techniques moins évoluées comme l'aspersion, la distribution homogène de l'eau sur toute la culture devient possible avec l'irrigation localisée, en particulier avec le goutte-à-goutte et les goutteurs à faible débit actuels, ainsi qu'avec les appareils d'irrigation à déclenchement programmé (Monney 2011).

De nouvelles économies sont ainsi envisageables à moyen terme pour la pratique. Une des approches, re-



commandée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), est l'irrigation déficitaire contrôlée (RDI) (Goodwin et Boland 2002), qui cible les trois phases de développement du fruit: la première (P1) correspond à la division cellulaire, durant 30 à 40 jours depuis la pleine floraison (Ferree et Warrington 2003), suivie de la phase du début du grossissement cellulaire (P2), variable selon l'époque de maturité de la variété, et d'une troisième phase (P3) couvrant la fin du développement du fruit durant quatre à cinq semaines avant la récolte. Il est généralement admis qu'aucune restriction dans l'alimentation hydrique ne devrait être appliquée durant P1, mais la consigne varie selon les espèces pour les deux phases suivantes. Pour le pommier, Naor (2006) juge ces frontières arbitraires, le grossissement continu des fruits durant la plus grande partie de leur développement empêchant toute distinction sur la base de critères physiologiques. Les termes de «déficit précoce» pour la RDI appliquée en P2 et de «déficit tardif» pour la RDI en P3 utilisés par de nombreux auteurs ne recouvrent en effet pas toujours les mêmes périodes et, surtout, divergent dans leurs résultats. En l'absence de données décisives sur l'époque la plus appropriée pour appliquer la RDI, le déficit précoce a été adopté dans ce projet, selon la stratégie recommandée pour le poirier et le pêcher. Cette option a été renforcée par les résultats positifs obtenus avec ce modèle au Tyrol du Sud par Thalheimer et Paoli (2004), dans des conditions pédo-climatiques proches de celles du Valais. La valeur seuil pour la gestion de l'irrigation déficitaire contrôlée (RDI) a été fixée à  $-1,2$  MPa, d'après quelques expérimentations réalisées à ce jour sur le pommier (Naor *et al.* 2006).

Le but de ce projet était de comparer différentes variantes d'irrigation (une irrigation de confort, la RDI, l'absence d'irrigation pendant la période P2 comparée à un témoin non irrigué), pour évaluer leur impact sur le rendement, le poids, la qualité gustative et nutritionnelle et l'aptitude à la conservation des fruits. Les résultats de deux années d'essais sont présentés et discutés.

## Matériel et méthodes

### Site, irrigation et matériel végétal

L'expérimentation a été conduite au Centre de recherche de Conthey d'Agroscope, dans le canton du Valais (alt. 480 m). Le climat régional est de type continental, marqué par des précipitations annuelles faibles (630 mm) et une température annuelle moyenne de  $9,9^{\circ}\text{C}$  (1978–2007). Le déficit pluviométrique calculé pour la période de végétation de la variété de référence Golden est d'environ 300 mm (275 mm pour Gala).

**Résumé** ■ Pour évaluer l'effet de l'irrigation déficitaire sur le rendement et la qualité commerciale, gustative et nutritionnelle des fruits, quatre variantes ont été testées en 2010 et 2011 sur des pommiers de la variété Gala. Différentes quantités d'eau ont été appliquées selon la phase de développement du fruit: division cellulaire (P1), une première phase de grossissement cellulaire (P2) et une seconde (P3). Les variantes étaient: un témoin non irrigué (V1), l'irrigation de confort durant les trois phases (V2), l'absence d'irrigation durant la P2 (V3) et une restriction induisant un stress modéré durant la P2 (V4) avec un seuil de potentiel de tronc fixé à  $-1,2$  MPa. Le régime d'irrigation n'a eu aucun impact mesurable sur le rendement et l'augmentation de la section des troncs. Par contre, par rapport à une irrigation de confort (V2), l'absence d'irrigation (V1 et V3) a induit une diminution de la qualité commerciale de la récolte (calibre des fruits, % de 1<sup>er</sup> choix). En revanche, pour ces deux variantes, l'augmentation du stress a engendré une légère amélioration de la teneur en sucres totaux (de l'ordre de 0,5 % Brix) et de la fermeté (0,3–0,5 kg/cm<sup>2</sup>). Les teneurs en vitamine C, en polyphénols et l'activité antioxydante (TEAC et FRAP) ont elles aussi été favorisées par le stress hydrique. Dans les conditions de cet essai (réduction des irrigations dès 60 jours après la pleine floraison jusqu'à quatre semaines avant la récolte et seuil de potentiel de tronc fixé à  $-1,2$  MPa), l'irrigation déficitaire a permis de réaliser une économie d'eau de 47 % par rapport à l'irrigation de confort, sans nuire au rendement et à la qualité commerciale, gustative et nutritionnelle des fruits.

Pour éviter l'influence des précipitations, la parcelle est couverte de bâches à la mi-mai, ce qui porte le déficit pluviométrique à environ 400 mm entre la pleine floraison et la récolte de Gala.

Le système d'irrigation consiste en deux tubes à goutteurs intégrés (Netafim Ltd, Tel-Aviv, Israël) disposés à 50 cm de part et d'autre de chaque rang d'arbres et à une profondeur de 25 cm (fig.1 et 2). L'intervalle entre les goutteurs est de 30 cm et leur débit de 1,6 l/h. ➤

Les goutteurs, de type CNL, s'enclenchent à une pression > 0,2 bar, ce qui évite la vidange des tubes entre les irrigations et garantit une répartition homogène de l'eau. Grâce à ce dispositif, les quantités journalières ont pu être réparties en 2–4 apports de trois à douze minutes selon la saison et la variante d'irrigation.

Le sol est de texture limoneuse avec une teneur en argile de 24% et une profondeur limitée par une couche d'alluvions grossières située entre 1,0 m et 1,6 m de profondeur. L'essentiel du système racinaire est concentré entre 20 et 70 cm avec des racelles explorant au moins jusqu'à 1,4 m, là où la profondeur utile est la plus importante.



**Figure 1** | Irrigation au goutte-à-goutte enterré: un moyen efficace pour assurer la distribution homogène de l'eau d'irrigation.



**Figure 2** | Disposition des sondes Watermark (en blanc) dans la parcelle expérimentale.

Le verger, planté en automne 2002, est constitué de pommiers Gala sur porte-greffe M9 clone FL56 (vigueur –20% par rapport à EMLA). La moitié des arbres sont formés en Drilling (trois axes en V ouverts à environ 40°), l'autre moitié en haie fruitière étroite (structure primaire à deux axes orientés dans le sens du rang), et plantés à une densité de 1800 arbres/ha (4,0x1,4 m).

### Procédés et dispositif expérimental

Chaque parcelle élémentaire est constituée de deux portions de rang de neuf arbres par mode de conduite. Chacun des trois blocs comprend quatre parcelles élémentaires pour les procédés d'irrigation V1-V4 (tabl.1), elles-mêmes divisées en deux sous-parcelles pour les deux systèmes de conduite.

### Mesures en cours de saison

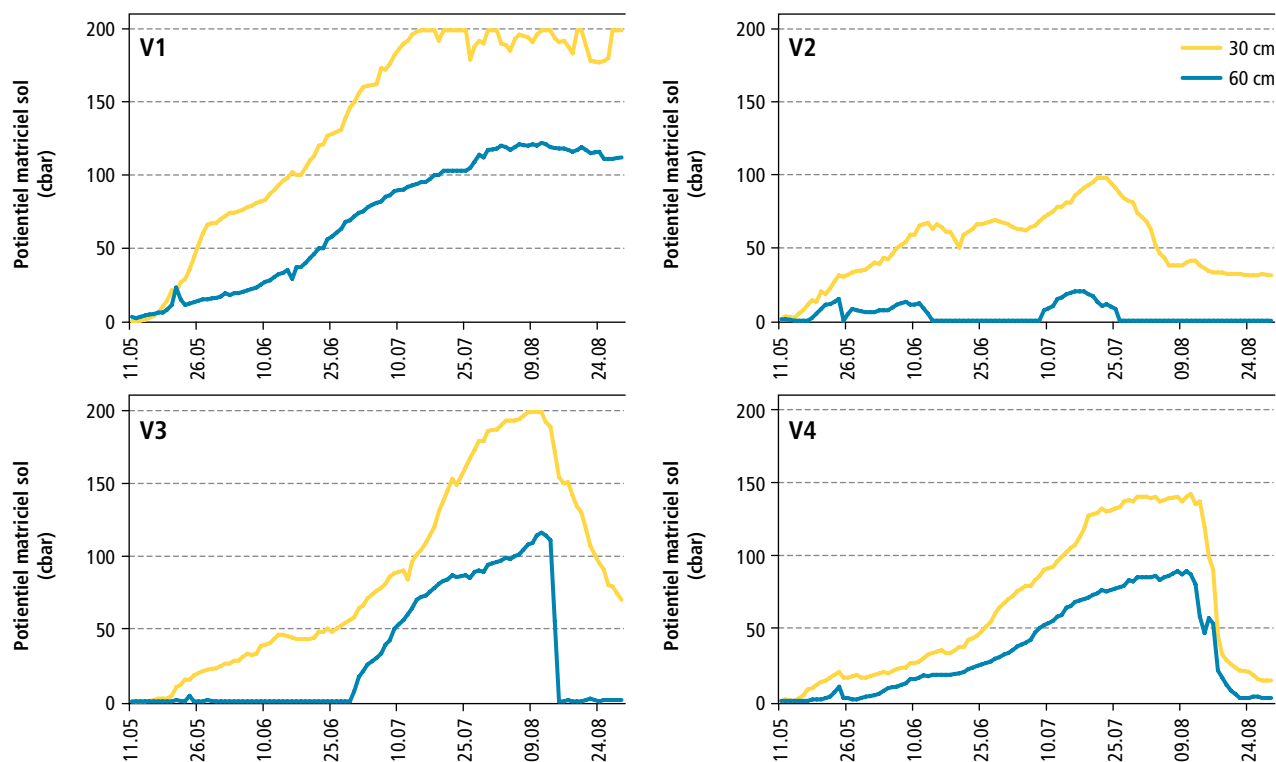
Les mesures d'humidité du sol proviennent de sondes de type Watermark® installées par paires (trois groupes avec une sonde à 30 cm et une sonde à 60 cm de profondeur) dans le bloc central uniquement, à proximité des deux arbres marqués. La valeur déterminante pour la gestion de l'irrigation est la médiane des trois sondes de chaque profondeur (fig. 3 et 4).

Sur deux arbres par parcelle élémentaire, le calibre de trois fruits par arbre (18 par combinaison et 36 par procédé d'irrigation) a été mesuré chaque semaine. Les mesures de  $\Psi_{\text{tronc}}$  ont été réalisées conformément à la procédure décrite par Naor *et al.* (2008) sur une feuille par arbre marqué (six par combinaison et douze par procédé d'irrigation), ce qui représente à la fois un échantillon minimum pour caractériser le statut hydrique d'un ensemble d'arbres et le nombre maximum de mesures réalisables en 90 minutes autour du midi

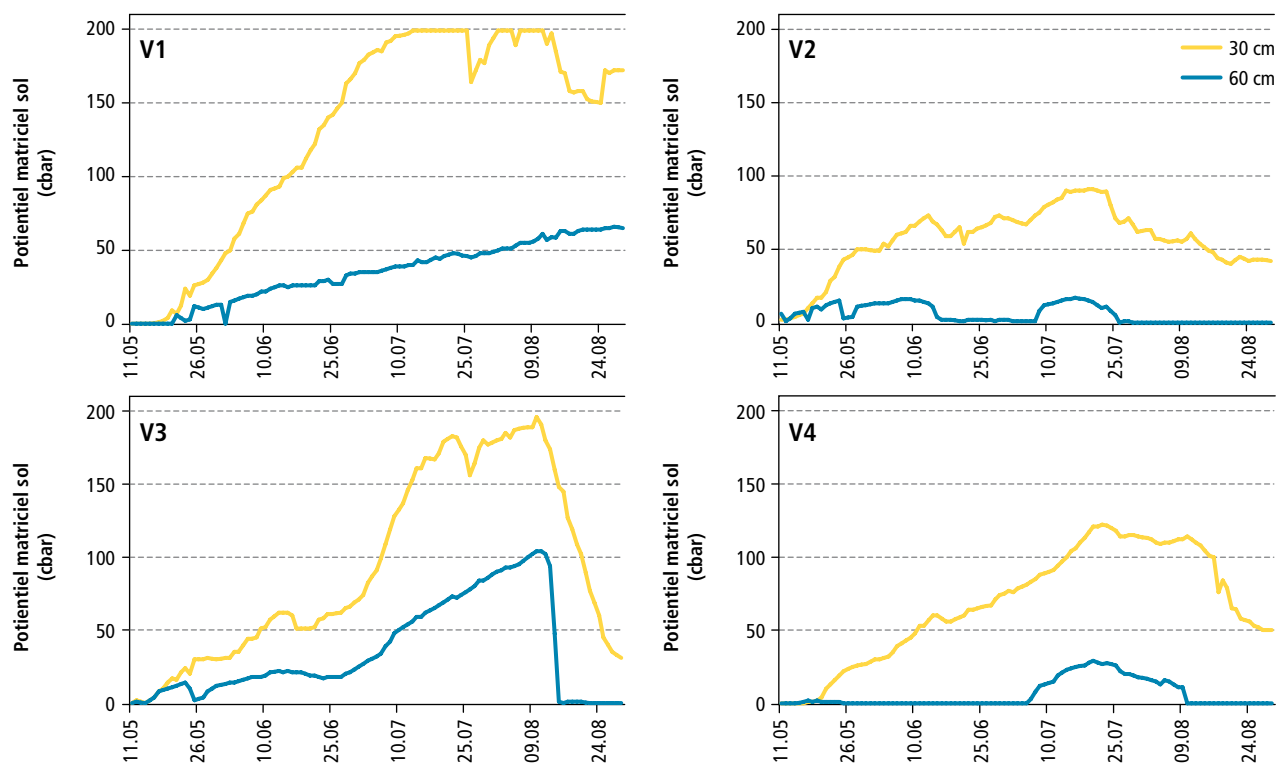
**Tableau 1** | Différentes stratégies d'irrigation pour les trois périodes de croissance du fruit chez le pommier cv. Gala

Traitement d'irrigation	Périodes de croissance du fruit		
	P1	P2	P3
	division cellulaire	croissance des cellules	croissance des cellules et maturation
	1–64 JAPF	65–105 JAPF	106–128 JAPF
V1	non irrigué	non irrigué	non irrigué
V2	30 cbar	30 cbar	30 cbar
V3	30 cbar	non irrigué	30 cbar
V4	30 cbar	–1,2 MPa	30 cbar

Les périodes de croissance du fruit sont indiquées en nombre de jours après la pleine floraison (JAPF). Les consignes sont basées sur le potentiel matriciel du sol (seuil max. indiqué en cbar) lorsqu'une irrigation non restrictive est appliquée et sur le statut hydrique (seuil min. indiqué en MPa) pour l'irrigation déficitaire contrôlée (RDI).



**Figure 3** | Evolution du potentiel matriciel du sol, mesuré avec des sondes Watermark® en 2010 à deux profondeurs (30 et 60 cm) pour la forme Drilling et les quatre variantes d'irrigation: V1 témoin non irrigué, V2 irrigation standard, V3 absence d'irrigation durant la période 2 et RDI, V4 irrigation réduite durant la période 2.



**Figure 4** | Evolution du potentiel matriciel du sol, mesuré avec des sondes Watermark® en 2010 à deux profondeurs (30 et 60 cm) pour la forme haie fruitière et les quatre variantes d'irrigation: V1 témoin non irrigué, V2 irrigation standard, V3 absence d'irrigation durant la période 2 et RDI, V4 irrigation réduite durant la période 2.

solaire. Durant cette période, l'ordre des mesures n'a eu aucune influence détectable dans les conditions météorologiques optimales (ciel totalement dégagé, faibles écarts de température, vent faible et régulier). Les mesures de  $\Psi_{\text{tronc}}$  ont été exécutées depuis la fin de la P1 jusqu'à deux à trois jours de la récolte, à une fréquence de deux fois par semaine en 2010, puis une seule en 2011 en raison de l'évolution relativement lente des tendances.

### Analyses post-récolte

Les fruits ont été analysés séparément pour chaque arbre marqué en ce qui concerne la qualité commerciale sur une calibreuse automatique (Greefa, 4196 Tricht, NL) et regroupés en neuf catégories de calibre (50 mm à 90 mm) et quatre catégories de couleur. Les critères jugés déterminants pour la qualité commerciale sont le poids moyen, le % de fruits de 1<sup>er</sup> choix selon les normes en vigueur en Suisse, la production totale par arbre et la production de 1<sup>er</sup> choix par arbre.

En 2010, 25 fruits par lot ont été prélevés après triage pour l'analyse des sucres totaux, de la fermeté et de l'acidité totale (Robot Pimprenelle, Setop-Giraud Technologie 84300 Cavaillon, France) et un échantillon d'une centaine de fruits par procédé a été réservé à l'entreposage en atmosphère contrôlée AC (0,5 °C, 2 % O<sub>2</sub>, 3 % CO<sub>2</sub>) et à l'analyse nutritionnelle.

### Qualité nutritionnelle

Une appréciation globale de la qualité nutritionnelle a été obtenue par l'analyse des composés phénoliques totaux selon l'indice de Folin-Ciocalteu et le potentiel antioxydant par le test TEAC (*Trolox Equivalent Antioxidant Capacity*) et le test FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) (Ceymann *et al.* 2012). Les polyphénols individuels ont été analysés par UHPLC-MS et

quantifiés avec des références externes (Ceymann *et al.* 2011). L'analyse a été réalisée pour chaque arbre individuellement sur un échantillon d'une vingtaine de fruits prélevés quelques jours après la récolte. L'opération a été reproduite sur les fruits après environ 160 jours d'entreposage en AC. Une relation entre la qualité nutritionnelle et le statut hydrique peut ainsi être obtenue individuellement.

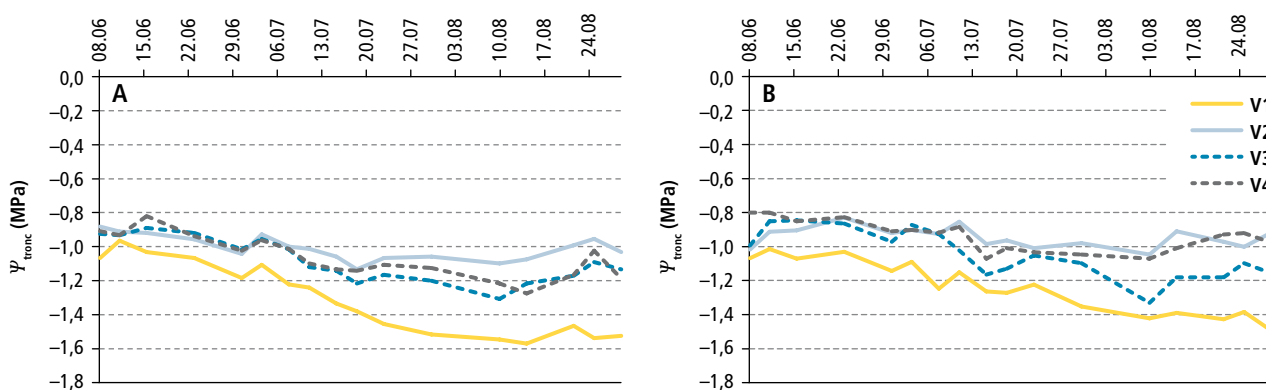
La vitamine C a été analysée sur un seul échantillon pour les deux arbres de chaque parcelle élémentaire par HPLC-UV (d'après une méthode de Odriozola-Serrano *et al.* 2007) et quantifiée avec une référence externe.

## Résultats et discussion

### Quantités d'eau appliquées et statut hydrique des arbres

En raison de la profondeur similaire des tubes à goutteurs et des sondes de surface, ces dernières se sont montrées peu réactives aux changements de régime. Il a donc été tenu compte à la fois des valeurs mesurées à 30 cm et à 60 cm pour l'ajustement des doses journalières avec un seuil fixé à 30–40 cbar sur la moyenne des deux profondeurs pour les modalités V2, V3 et V4 en P1 et P3 et durant toute la saison sur la V2 (fig. 3 et 4). Pour maintenir une irrigation de confort, des quantités de 1 à 2 mm/jour ont suffi, soit un total d'environ 140 mm/saison pour la V2. La stratégie appliquée dans la V4 a permis d'économiser environ 47 %, grâce aux apports d'environ 0,5 mm/jour appliqués en P2 pour maintenir le  $\Psi_{\text{tronc}}$  autour de -1,2 MPa.

A la fin de 2011, la surface foliaire était significativement plus élevée de 20 % chez les arbres conduits en Drilling (résultats non présentés). Dans ce système, l'éclaircissement de l'ensemble de la couronne a aussi



**Figure 5** | Evolution du potentiel de tronc ( $\Psi_{\text{tronc}}$ ) au cours de la saison 2010, pour le Drilling (A) et la haie fruitière (B) et les quatre variantes d'irrigation: V1 témoin non irrigué, V2 irrigation standard, V3 absence d'irrigation durant la période 2 et RDI, V4 irrigation réduite durant la période 2.

**Tableau 2 | Quantités d'eau appliquées par variante durant la période de restriction (P2) et sur le total de la saison pour deux années d'observation**

Variante	Phase	2010 (mm)	2011 (mm)	Moyenne (mm)	% de V2 <sup>1</sup>
V1	P2	0	0	0	0
	Total	0	0	0	0
V2	P2	70	93	81	100
	Total	149	135	142	100
V3	P2	0	0	0	0
	Total	72	42	57	40
V4	P2	15	27	21	26
	Total	82	69	76	53

<sup>1</sup>Calculé sur la moyenne des deux années.

abaissé les valeurs de  $\Psi_{\text{tronc}}$  et mieux contrasté les procédés d'irrigation (fig. 5). Même avec les très faibles écarts relevés dans la conduite en haie fruitière, les différences significatives sont à une exception près les mêmes pour les deux systèmes (tabl. 3). Avec le Drilling, les procédés V1 et V3 dépassent assez nettement le seuil de confort pour la valeur la plus basse enregistrée durant la saison alors que, pour la haie fruitière, c'est uniquement le cas pour la V1. Pour les deux systèmes, la RDI n'a pas eu d'impact important sur le statut hydrique des arbres, puisque les valeurs de  $\Psi_{\text{tronc}}$  ne diffèrent pas significativement, en moyenne comme en valeurs minimales.

### Rendement et qualité commerciale des fruits

L'effet de l'irrigation sur le rendement brut des arbres en moyenne de 2010 et 2011 n'est pas significatif (tabl. 4). Les différences qui auraient dû se manifester

**Tableau 3 | Influence des deux conduites et des quatre variantes d'irrigation sur le statut hydrique ( $\Psi_{\text{tronc}}$ ) moyen<sup>1</sup> et minimum<sup>2</sup>, le développement végétatif et la charge en fruits**

Conduite	Variante d'irrigation	$\Psi_{\text{tronc}}^1$ (MPa)	$\Psi_{\text{tronc}}^2$ (MPa)	Section du tronc <sup>3</sup> (cm <sup>2</sup> )	Accroissement du tronc 2010–2011 (cm <sup>2</sup> )	Charge (fruits/cm <sup>2</sup> ) <sup>3</sup>
Drilling	V1	-1,33 c	-1,56 c	27,6	4,90	6,50
	V2	-1,04 a	-1,17 a	29,3	5,88	6,65
	V3	-1,13 b	-1,33 b	29,4	6,09	5,51
	V4	-1,09 b	-1,25 ab	28,9	4,28	7,73
Mur fruitier	V1	-1,24 c	-1,43 c	21,2	4,04	6,74
	V2	-0,95 a	-1,08 a	20,3	5,57	5,57
	V3	-1,06 b	-1,33 b	22,3	3,77	4,74
	V4	-0,98 a	-1,14 a	26,2	6,00	5,18

<sup>1</sup>Valeurs moyennes durant la période de restriction (P2) pour 2010.

<sup>2</sup>Valeurs minimales atteintes durant la saison (année 2010).

<sup>3</sup>Valeurs mesurées en 2010.

Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre traitements d'irrigation (Tukey,  $P < 0,05$ ).

**Tableau 4 | Influence des deux conduites et des quatre variantes d'irrigation sur le rendement par arbre, le nombre de fruits, le poids par fruit et la proportion de coloration**

Conduite	Variante d'irrigation	Rendement par arbre (kg)	Nombre de fruits par arbre	Poids moyen par fruit (g)	Taux de fruits de 1 <sup>er</sup> choix (%)	Coloration > 50% (%)
Drilling	V1	27,9	217	129 c	69 b	61
	V2	37,6	248	151 a	88 a	68
	V3	32,5	229	139 b	80 ab	55
	V4	32,9	232	143 ab	85 a	64
Mur fruitier	V1	23,5	179	126	73 b	62
	V2	22,1	158	135	81 ab	54
	V3	22,3	165	132	76 b	56
	V4	26,3	190	139	94 a	55

Les valeurs correspondent à la moyenne de trois répétitions pour 2010 et 2011.

Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre traitements d'irrigation (Tukey,  $P < 0,05$ ).

plus nettement avec l'influence significative de l'irrigation sur le calibre des fruits sont atténuées par des écarts de charge non négligeables. Ceux-ci s'expliquent notamment par la part d'arbres partiellement alternés qui pénalisent particulièrement la V2 en haie fruitière. En revanche, avec le Drilling où les charges en fruits sont mieux équilibrées et les écarts de  $\Psi_{\text{tronc}}$  plus importants, l'abaissement du  $\Psi_{\text{tronc}}$  s'accompagne d'une diminution logique de la qualité commerciale pour tous les critères (poids moyen des fruits, % de 1<sup>er</sup> choix, coloration). Ces résultats confirment les résultats de Naor *et al.* (2008) selon lesquels, dès  $-1,3$  à  $-1,4$  MPa, le calibre des fruits à la récolte diminue. La qualité commerciale de la variante V4 (RDI) a été très proche de la variante V2 avec irrigation de confort.

Le potentiel de tronc ( $\Psi_{\text{tronc}}$ ) est donc un indicateur fiable du stress hydrique du pommier pour la gestion de l'irrigation déficitaire (Goldhamer et Fereres 2001), comme le précisent plusieurs études sur des espèces fruitières de la zone méditerranéenne et tempérée, qu'il s'agisse d'agrumes (Ortuño *et al.* 2006), du pêcher (Garnier et Berger 1985), de l'amandier (Shackel *et al.* 1997), du pommier (Naor *et al.* 1995), du prunier (Lampinen *et al.* 2004) ou du cerisier (Livellara *et al.* 2011). Pour le pommier, la valeur seuil pour la gestion de l'irrigation déficitaire contrôlée (RDI) peut être fixée à  $-1,2$  MPa.

### Qualité gustative des fruits

L'irrigation n'a eu qu'une faible incidence sur la qualité gustative des fruits (tabl. 5). Des différences non significatives apparaissent dans les deux variantes extrêmes (V1 et V3), vraisemblablement dues au moindre calibre

des fruits. Les sucres totaux (% Brix) et la fermeté en particulier conservent, malgré de petits écarts, une relation cohérente avec le  $\Psi_{\text{tronc}}$ . La variante en RDI (V4) ne s'est pas démarquée de l'irrigation de confort (V2) tandis que les V1 et V3, qui obtiennent de meilleurs résultats à la récolte, maintiennent cet avantage après plus de cinq mois de conservation en AC. L'amélioration significative de la qualité des fruits par le RDI, mentionnée dans certaines études, a parfois été obtenue malgré une perte de calibre relativement faible, comme dans l'exemple de Pink Lady (Wan Zaliha et Singh 2010), où la diminution n'est que de 3 à 8 %. Ce résultat pourrait s'expliquer par une restriction relativement sévère à une période plus tardive (RDI en P3). Dans notre cas, l'apparition d'un stress de  $-1,3$  à  $-1,4$  MPa assez tôt en saison a fait diminuer le calibre de 8 à 14 %. Avec la variété Gala qui produit des fruits d'un calibre inférieur à la moyenne, cette diminution représente une perte économique d'environ 15 % de fruits classés 1<sup>er</sup> choix, qui n'est pas supportable pour le producteur.

### Qualité nutritionnelle

Grâce à la vitamine C, aux sucres, fibres et métabolites secondaires qu'elle contient, la pomme est souvent citée parmi les aliments particulièrement bénéfiques. Ces substances sont reconnues pour contribuer à la prévention des maladies cardio-vasculaires, du diabète et de certaines formes de cancer (Gerhauser, 2008).

L'influence du génotype sur la teneur en polyphénols des pommes est bien connue. La teneur en composés phénoliques totaux peut varier d'un facteur 1 à 7 (sur 104 variétés analysées par Ceymann *et al.* 2012). En comparaison, les facteurs écophysologiques (alimen-

**Tableau 5 | Influence des deux conduites et des quatre modes d'irrigation en 2010 sur la teneur en sucre et en acidité et la fermeté à la récolte et après la conservation en mars**

Conduite	Traitement d'irrigation	Teneur en sucre (% Brix)		Teneur en acidité (g/l)		Fermeté (kg/cm <sup>2</sup> )	
		A la récolte	Conservation	A la récolte	Conservation	A la récolte	Conservation
Drilling	V1	12,5	13,9	4,5	4,1	9,2	8,1
	V2	12,0	12,5	4,3	3,5	8,7	7,6
	V3	12,3	13,4	4,6	3,8	9,5	8,0
	V4	12,2	13,0	4,3	3,7	9,0	7,8
Mur fruitier	V1	12,6	14,1	4,8	3,9	9,7	8,2
	V2	12,1	13,2	4,9	4,1	9,4	7,8
	V3	12,4	13,8	4,9	4,1	9,6	8,2
	V4	11,8	13,2	4,7	4,0	9,3	7,8

Les valeurs correspondent à la moyenne de trois répétitions.

Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre traitement d'irrigation (Tukey,  $P < 0,05$ ).

tation hydrique, lumière, nutrition azotée) sont moins importants mais néanmoins significatifs. Drogoudi et Pantelidis (2001) signalent des différences de 40 % chez la variété Fuji en fonction de l'éclairement et Stefanelli *et al.* (2010) de 14 % pour l'influence de l'irrigation sur la variété Gala.

Dans cet essai, les écarts analysés dans les polyphénols totaux sont plutôt faibles entre les quatre variantes d'irrigation (tabl.6). Même si la relation avec le  $\Psi_{\text{tronc}}$  n'est pas toujours systématique, la V1 qui a subi la plus forte contrainte hydrique présente toujours les teneurs les plus élevées, parfois significativement différentes des autres variantes. De plus, l'effet de la charge est nettement perceptible, réduisant considérablement

celui du stress sur la teneur en composés phénoliques. C'est ainsi que, pour les arbres surchargés (> 7 fruits/cm<sup>2</sup> de section de tronc) comme pour ceux qui ont une charge insuffisante (< 4,5 fruits/cm<sup>2</sup> de section de tronc), la relation entre le  $\Psi_{\text{tronc}}$  et l'indice de Folin-Ciocalteu est pratiquement négligeable. En revanche, pour des individus normalement chargés (4,5–7 fruits/cm<sup>2</sup> de section de tronc) et entre -0,9 et -1,4 MPa de  $\Psi_{\text{tronc}}$ , l'augmentation moyenne est de 27 %, résultat comparable à celui d'autres études (Stefanelli *et al.* 2010). Le tableau 7 montre les mêmes tendances pour la plupart des composés phénoliques et la vitamine C. Les valeurs les plus élevées se trouvent dans la V1 dans plus de la moitié des cas. >

**Tableau 6 | Influence des deux conduites et des quatre variantes d'irrigation sur la teneur en polyphénols et l'activité antioxydante des pommes Gala (100 g poids frais) à la récolte et après cinq mois de conservation pour la récolte 2010**

Conduite	Traitement d'irrigation	Composés phénoliques totaux mg CE <sup>1</sup> /100 g		TEAC (activité antioxydante) mg TE <sup>2</sup> /100 g		FRAP (activité antioxydante) mg CE <sup>1</sup> /100 g	
		A la récolte	Conservation	A la récolte	Conservation	A la récolte	Conservation
Drilling	V1	105	130 a	324	334 a	115	130
	V2	97	125 ab	299	313 ab	106	122
	V3	102	112 b	304	289 b	111	117
	V4	104	122 ab	299	304 ab	113	124
Mur fruitier	V1	93 a	122 a	310 a	305 a	115 a	121 a
	V2	87 ab	104 b	280 ab	259 b	102 b	102 b
	V3	80 b	109 ab	279 ab	265 b	102 b	104 b
	V4	80 b	114 ab	261 b	290 ab	96 b	115 ab

Les valeurs correspondent à la moyenne de trois répétitions.

Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre traitements d'irrigation (Tukey, P < 0,05)

<sup>1</sup>CE = équivalent de catéchine. <sup>2</sup>TE = équivalent de Trolox.

**Tableau 7 | Influence de deux conduites des arbres et quatre variantes d'irrigation en 2010 sur la teneur en vitamine C et divers polyphénols des pommes Gala à la récolte**

Conduite	Variante d'irrigation	Vitamine C	Catéchine	Epicatechine	Procy-anidine B1	Procy-anidine B2	Acide chlorogénique	Acide p-coumaroylquinique	Phloridzine	Phlorétinexyloglucoside	Quercétine-galactoside-glucoside	Quercétine-rhamnoside
Drilling	V1	4,3	0,89 a	5,64 a	2,06	5,43 a	14,91 a	1,19 a	0,72	2,21 b	1,22 b	0,96
	V2	4,0	0,75 c	4,81 b	1,84	4,96 b	12,53 c	0,99 b	0,67	2,26 ab	1,45 a	1,02
	V3	4,5	0,80 b	5,40 a	1,93	5,16 ab	13,81 b	1,08 ab	0,67	2,29 ab	1,36 ab	1,02
	V4	4,1	0,80 b	5,04 b	2,01	5,33 ab	13,74 b	1,10 ab	0,71	2,36 a	1,25 ab	0,96
Mur fruitier	V1	5,0	0,77 a	4,88 a	1,94 a	5,17 a	13,84 a	1,05	0,68	2,34	1,33 a	1,02 a
	V2	4,3	0,77 a	5,15 ab	1,77 ab	4,82 ab	13,34 ab	1,04	0,69	2,23	1,15 ab	0,94 ab
	V3	5,2	0,77 a	4,97 ab	1,91 a	4,96 ab	13,06 ab	1,01	0,67	2,37	1,06 b	0,91 ab
	V4	4,3	0,69 b	4,34 b	1,65 b	4,49 b	11,74 b	0,94	0,62	2,25	0,99 b	0,83 b

Les valeurs en mg/100g poids frais correspondent à la moyenne de trois répétitions.

Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre traitements d'irrigation (Tukey, P < 0,05).

## Conclusions

L'étude de l'influence de l'irrigation sur la qualité de la pomme cv. Gala, avec quatre variantes sur deux systèmes de conduite, permet de tirer les conclusions suivantes:

- L'irrigation déficitaire (RDI), selon les critères définis pour cette expérimentation (réduction des irrigations dès 60 jours après la pleine floraison jusqu'à quatre semaines avant la récolte et seuil de potentiel de tronc à  $-1,2$  MPa), a permis d'économiser 47 % d'eau par rapport à une irrigation de confort appliquée durant toute la saison.
- L'irrigation déficitaire (RDI) n'a eu aucun impact sur le rendement et la qualité des fruits de deux récoltes consécutives par rapport à une irrigation de confort. Aucune influence significative n'a été observée sur le calibre, la coloration, la teneur en sucres totaux, l'acidité totale, la fermeté ainsi que sur les teneurs en vitamine C et en polyphénols des fruits.
- Dans les conditions de l'essai, la variété Gala s'est montrée sensible au stress hydrique, avec des réactions mesurables sur la qualité de la récolte à partir d'un potentiel de tronc de  $-1,3$  à  $-1,4$  MPa observé principalement dans la variante sans irrigation.
- Les teneurs en composés phénoliques totaux et en vitamine C augmentent de 20–30 % à partir d'un niveau de stress hydrique de  $-1,4$  MPa, non compatible avec une production de qualité commerciale standard (15–20 % de moins de production de 1<sup>er</sup> choix).
- Une irrigation déficitaire appliquée tardivement (par exemple de 100 jours après la pleine floraison jusqu'à la récolte) pourrait être testée avec un seuil inférieur de potentiel de tronc, pour améliorer davantage la qualité gustative et nutritionnelle sans réduire significativement le calibre des fruits. ■

### Remerciements

Les auteurs remercient M. Martin Heiri pour les analyses de vitamine C, les collaborateurs du groupe productions fruitières en région alpine, en particulier Pierre-Yves Cotter pour les analyses Pimprenelle, Jean-Pierre Siegrist pour la conservation des fruits, Emmanuel Chassot et Pierre Jeltsch pour la récolte et le triage des lots, ainsi que Jonathan El Assad pour les mesures de potentiel hydrique en 2011.

### Bibliographie

- Ceymann M., Arrigoni E., Schäfer H., Baumgartner D., Bozzi Nising A. & Hurrell R., 2011. Rapid high performance screening method using UHPLC-MS to quantify 12 polyphenol compounds in fresh apples. *Anal. Methods* **3**, 1774–1778.
- Ceymann M., Arrigoni E., Schäfer H., Bozzi Nising A. & Hurrell R. F., 2012. Identification of apples rich in health-promoting flavan-3-ols and phenolic acids by measuring the polyphenol profile. *J. Food Compos. Anal.* **26**, 128–135.
- Drogoudi P. D. & Pantelidis G., 2011. Effects of position on canopy and harvest time on fruit physico-chemical and antioxidant properties in different apple cultivars. *Sci. Hort.* **129**, 752–760.
- Ferree D. C. & Warrington I. J., 2003. Apples: botany, production and uses. CAB publishing, CAB international, UK, 672 p.
- Garnier E. & Berger A., 1985. Testing water potential in peach trees as an indicator of water stress. *J. Hort. Sci.* **60**, 47–56.
- Gerhauser C., 2008. Cancer Chemopreventive Potential of Apples, Apple Juice and Apple Components. *Planta Med.* **74**, 1608–1624.
- Goodwin I. & Boland A.-M. 2002. Deficit irrigation practices Water reports - 22, 109 p. Accès: <http://www.fao.org/DOCREP/004/Y3655E/y3655e10.htm> [17 janvier 2013]
- Lampinen B. D., Shackel K. A., Southwick S. M., Olson W. H. & Dejong T. M., 2004. Leaf and canopy level photosynthetic responses of French prune (*Prunus domestica* L. 'French') to stem water potential based deficit irrigation. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* **79**, 638–644.
- Livellara N., Saavedra F. & Salgado E., 2011. Plant based indicators for irrigation scheduling in young cherry trees. *Agricultural Water Management* **98** (4), 684–690.
- Monney P., 2011. Fiche technique: Pratique de l'irrigation des vergers. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **43** (2), 98–102.
- Naor A., Klein I. & Doron L., 1995. Stem water potential and apple size. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* **120**, 577–582.
- Naor A., 2006. Irrigation scheduling and evaluation of tree water status in deciduous orchards. *Horticultural Reviews* **32**, 111–165.
- Naor A., Gal Y. & Peres M., 2006. The inherent variability of water stress indicators in apple, nectarine and pear orchards, and the variability of a leaf-selection procedure for water potential measurements. *Irrig. Sci.* **24**, 129–135.
- Naor A., Naschitz S., Peres M. & Gal Y. 2008. Responses of apple fruit size to tree water status and crop load. *Tree Physiol.* **28** (8), 1255–1261.
- Odriozola-Serrano I., Hernandez-Jover T. & Martin-Belloso O., 2007. Comparative evaluation of UV-HPLC methods and reducing agents to determine vitamin C in fruits. *Food Chem.* **105**, 1151–1158.
- Ortuño M. F., Garcia-Orellana Y., Conejero W., Ruiz-Sanchez M. C., Alarcon J. J. & Torrecillas A., 2006. Stem and leaf water potentials, gas exchange, sap flow and trunk diameter fluctuations for detecting water stress in lemon trees. *Trees* **20**, 1–8.
- Shackel K. A., Ahmadi H., Biasi W., Buchner R., Goldhamer D., Gurusinge S., Hasey J., Kester D., Krueger B., Lampinen B., McGourty G., Micke W., Mitcham E., Olson B., Pelletrau K., Philips H., Ramos D., Schwankl L., Sibbett L., Snyder R., Southwick S., Stevenson M., Thorpe M., Weinbaum S. & Yeager J., 1997. Plant water status as an index of irrigation need in deciduous fruit trees. *HortTechnology* **7** 1997, 23–29.
- Stefanelli D., Goodwin I. & Jones R., 2010. Minimal nitrogen and water use in horticulture: Effects on quality and content of selected nutrients. *Food Research International* **43**, 1833–1843.
- Thalheimer M. & Paoli N., 2004. Zur Bewässerung in Obstbau. *Obstbau Weinbau* **5**, 162–165.
- Wan Zaliha W. S. & Singh Z., 2010. Impact of regulated deficit irrigation on fruit quality and postharvest storage performance of 'Cripps Pink' apple. *Acta Hort.* (ISHS) 877,155–162. Accès: [http://www.actahort.org/books/877/877\\_13.htm](http://www.actahort.org/books/877/877_13.htm) [17 janvier 2013].



**Summary****Influence of regulated deficit irrigation for apple trees cv. 'Gala' on yield, fruit quality and water use**

The project aimed to analyse the influence of the regulated deficit irrigation for apple trees cv. Gala on the yield and the commercial, sensory and nutritional quality of the fruits, as well as the water use. Four irrigation treatments were tested in 2010 and 2011 based on the fruit development (first period P1 from full bloom to end of fruit cell division, second period P2 during fruit cell growth, third period P3 during fruit cell growth and maturation, about four weeks before harvest): T1: non-irrigated, T2: comfort irrigation from P1 to P3, T3: no irrigation during P2, T4: regulated deficit irrigation during P2 with a threshold at  $-1.2\text{MPa}$  for the midday stem water potential (MSWP). The irrigation treatments had no impact on the fruit yield and the increase of the trunk diameter. However, compared to comfort irrigation (T2), the absence of irrigation (T1, T3) increased the MSWP over  $-1.2\text{MPa}$  during P2 and influenced negatively the commercial quality of the fruits (fruit size and coloration). In contrast, for these two irrigation treatments, the increase in water stress was related with a slight increase in sugar content and firmness of the apples, as well as in their contents in vitamin C and polyphenols and in their antioxidant activity.

The regulated deficit irrigation (RDI, threshold for irrigation at  $-1.2\text{MPa}$  for the MSWP from 60 days after full bloom till four weeks before harvest) allowed to reduce water use of 47 % without loss in fruit yield and commercial, sensory and nutritional quality of the fruits.

**Key words:** apple, midday stem water potential, RDI, soil matrix potential, sub-drip-irrigation.

**Zusammenfassung****Einfluss der regulierten Defizitbewässerung in Apfelkulturen cv. 'Gala' auf den Ertrag, die Fruchtqualität und die Wassereinsparung**

Das Ziel dieses Projektes war den Einfluss der regulierten Defizitbewässerung (RDI) bei Apfelkulturen cv. 'Gala' auf den Ertrag und die äussere und innere Qualität der Früchte zu untersuchen. Vier Bewässerungsverfahren basierend auf der Fruchtentwicklung (Periode P1 von voller Blüte bis Ende Zellteilung, Periode P2 während dem Zellwachstum und Periode P3 während dem Zellwachstum und Reife, rund vier Wochen vor der Ernte) wurden im 2010 und 2011 verglichen: V1: nicht bewässert, V2: Komfort-Bewässerung von P1 bis P3, T3: keine Bewässerung während P2, T4: regulierte Defizit-Bewässerung während P2 mit einem Schwellenwert für die Bewässerung ab  $-1,2\text{MPa}$  Blattwasserpotential. Die Bewässerungsverfahren hatten keinen Einfluss auf den Fruchtertrag und die Zunahme des Stammdurchmessers. Dagegen, verglichen mit der Komfortbewässerung (V2), wurden in den Verfahren ohne Bewässerung (V1, V3) die Blattwasserpotentiale auf mehr als  $-1,2\text{MPa}$  während P2 erhöht, was die äussere Qualität (Fruchtgrösse und Farbanteil) negativ beeinflusste. Dagegen wiesen die Äpfel dieser beiden Verfahren mit erhöhtem Wasserstress leicht höhere Gehalte an Zucker, Vitamin C und Polyphenolen, sowie eine leicht höheres antioxydatives Potential und eine etwas höhere Festigkeit auf. Die regulierte Defizitbewässerung (RDI, Schwellenwert für die Bewässerung bei  $-1,2\text{MPa}$  Blattwasserpotential ab 60 Tagen nach voller Blüte bis vier Wochen vor der Ernte) hat eine Reduktion des Wasserverbrauchs von 47 % erlaubt, ohne den Ertrag und die äussere und innere Qualität der Früchte negativ zu beeinflussen.

**Riassunto****Influenza di un'irrigazione deficitaria sulla resa, la qualità delle mele 'Gala' e il risparmio idrico**

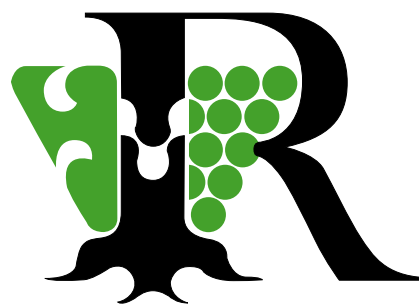
Per valutare l'effetto di un'irrigazione deficitaria sulla resa e la qualità commerciale, gustativa e nutrizionale dei frutti nel 2010 e nel 2011 sono state testate quattro varianti sulla varietà Gala. A dipendenza della fase di sviluppo del frutto: divisione cellulare (P1), una prima fase di ingrossamento cellulare (P2) e una seconda (P3), si sono applicate diverse quantità di acqua. Le varianti erano: un testimone non irrigato (V1), l'irrigazione di sostegno durante le 3 fasi (V2), l'assenza di irrigazione durante la P2 (V3) e una restrizione che induce uno stress moderato durante la P2 (V4) con una soglia del potenziale del tronco fissata a  $-1,2\text{MPa}$ . Il regime d'irrigazione non ha avuto alcun impatto misurabile sulla resa e l'aumento della sezione dei tronchi. Per contro, in rapporto ad un'irrigazione di sostegno (V2), l'assenza d'irrigazione (V1 e V2) ha indotto una diminuzione della qualità commerciale della raccolta (calibro dei frutti, % di prima scelta). D'altronde, per queste due varianti, l'aumento dello stress ha causato un leggero miglioramento del tenore zuccherino totale (dell'ordine di 0,5 % Brix) e della fermezza ( $0,3-0,5\text{kg/cm}^2$ ). Anche i tenori in vitamina C, in polifenoli e l'attività antiossidante (TEAC e FRAP) sono stati favoriti dallo stress idrico. Alle condizioni di questa prova (riduzione dell'irrigazione a partire dal sessantesimo giorno dopo la piena fioritura fino a 4 settimane prima della raccolta e soglia del potenziale del tronco fissata a  $-1,2\text{MPa}$ ), l'irrigazione deficitaria ha permesso di realizzare un risparmio idrico del 47 % in rapporto all'irrigazione di sostegno senza nuocere la resa e la qualità commerciale, gustativa e nutrizionale dei frutti.

# 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](mailto:rossetp@domainerosset.ch) - [www.domainerosset.ch](http://www.domainerosset.ch)



## Tracteur Loeffel Viti Plus avec pulvérisateur Ideal



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

[www.loeffel-fils.com](http://www.loeffel-fils.com)  
[contact@loeffel-fils.com](mailto: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



## Moyens de manutention Technique de stockage



rollen, transportieren  
stapeln, lagern  
sicher aufbewahren  
manutenion, sécurité  
[www.mapo.ch](http://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](mailto:ecublens@mapo.ch) - [www.mapo.ch](http://www.mapo.ch)



La pépinière romande à votre disposition

## Eurolplant S.à.r.l.

Scions fruitiers

toutes espèces fruitières

hautes tiges  
arbres formés

greffage sous contrat



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

Filtration de vins  
 Traitement d'eau  
 Micro-oxygénation

[www.keller.ch](http://www.keller.ch)

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

**KELLER**

**Z**  
 F. Zimmermann sa



[www.zimmermannsa.ch](http://www.zimmermannsa.ch)

## PIQUETS DE VIGNE

PIQUETS INTERMÉDIAIRES

- ZIGI R25
- ZIGI XL
- ZIGI 48/35
- ZIGI PRO
- OMEGA

**Galvanisés à chaud  
 100 microns**

PIQUETS DE TÊTE

- ZIGI R80
- ZIGI R60
- FER T

**Ecartereurs de fils  
 pour tous les piquets**

### TOUT POUR LE PALISSAGE

Echelas-tuteurs, amarres, fils Crapo et Crupal, tendeurs, attaches et protections diverses pour les plantes

**F. Zimmermann SA**  
**1268 BEGNINS**



Tél. 022 366 13 17 – Fax 022 366 32 53

## 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](mailto:info@gaud-bouchons.ch) - [www.gaud-bouchons.ch](http://www.gaud-bouchons.ch)

**DEPUIS 120 ANS À VOTRE SERVICE**

### Dupenloup SA

9, chemin des Carpières  
 1219 Le Lignon - GE  
 Tél. 022 796 77 66  
[contact@dupenloup.ch](mailto: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 Sàrl**



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



### Oeno-Pôle Sàrl

CP 57, 1183 Bursins  
 Tél. 078 716 40 00  
 Mail: [info@oeno-pole.ch](mailto:info@oeno-pole.ch)

**OENO  
 PÔLE**  
 Au service de la qualité

Et bien plus sur: **[WWW.OENO-POLE.CH](http://WWW.OENO-POLE.CH)**

# Lutte contre le psylle de la carotte (*Trioza apicalis*) par le traitement des semences

Serge FISCHER<sup>1</sup>, Françoise KLÖTZLI<sup>1</sup> et Catherine TERRETTAZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agroscope, 1260 Nyon

<sup>2</sup>Office d'arboriculture et cultures maraîchères du Valais, 1950 Sion-Châteauneuf

Renseignements: Serge Fischer, e-mail: serge.fischer@agroscope.admin.ch, tél. +41 22 363 43 83, www.agroscope.ch



Femelle adulte du psylle de la carotte *Trioza apicalis* s'alimentant sur un pétiole de sa plante-hôte.

## Introduction

Depuis la fin des années nonante, des dégâts du psylle de la carotte (*Trioza apicalis*; fig.1) sont régulièrement signalés dans plusieurs régions de production de carottes de notre pays. La biologie détaillée de l'insecte, qui ne présente qu'une seule génération par année, a été présentée dans un article antérieur (Freuler *et al.* 1998). Rappelons que les adultes hivernent sur les conifères, principalement l'épicéa, puis colonisent les parcelles de carottes entre mai et juillet. Nos suivis de vols, effectués dans le Chablais (Bas-Valais) au moyen de pièges jaunes, montrent que cette immigration pré-

sente un pic d'activité, souvent très court, vers la mi-juin. Lors des années de pullulation, ce pic atteint des niveaux considérables: ainsi, en 2007, plus de 1000 psylles ont été décomptés sur cinq pièges en une seule semaine.

En piquant le phloème des carottes pour se nourrir, les psylles immigrants provoquent une crispation systématique du feuillage (fig. 2), ainsi qu'un arrêt de croissance qui se marque également sur les racines des plantes-hôtes. Ces effets sont irréversibles et peuvent déjà être induits après un court contact entre un individu isolé et sa plante-hôte (Nissinen *et al.* 2007). Le seuil de nuisibilité est donc très bas, obligeant le producteur à intervenir dès qu'il est atteint.

Nos travaux ont cependant montré que, dans nos conditions, seules les jeunes plantules de carotte sont sensibles aux attaques; au-delà du stade 4–5 feuilles de la culture, le risque de pertes économiques devient quasi nul, même en cas de pression élevée du ravageur. C'est pourquoi, conformément à la stratégie de lutte proposée il y a une dizaine d'années (Fischer et Terretaz 2002), les producteurs n'interviennent désormais que sur les semis tardifs qui se trouvent aux stades phénologiques sensibles durant le vol du ravageur, évitant ainsi de nombreux traitements inutiles. Dans la région chablaisienne, les services officiels suivent chaque année par piégeage quelques parcelles représentatives et avertissent les producteurs dès l'apparition des premières captures.



Figure 2 | Plantules avec les crispations foliaires typiques dues aux piqûres de nutrition des adultes de *T. apicalis*.

**Résumé** Le psylle de la carotte *Trioza apicalis* est un ravageur redouté dans plusieurs régions maraîchères suisses. L'insecte hiverne sur les conifères et infeste les carottes à partir de mai. Entre la germination et le stade 4–5 feuilles des plantules, ses piqûres provoquent des déformations du feuillage et un arrêt de croissance racinaire. Actuellement, la lutte repose sur des pulvérisations d'insecticides, dont une grande partie se perd sur le sol nu en raison de la faible couverture foliaire lors du traitement. L'usage de semences traitées pourrait donc constituer une solution intéressante. Un essai en champ a été conduit avec trois produits d'enrobage à base de clothianidine (Poncho), clothianidine +  $\beta$ -cyfluthrine (Poncho Beta) et clothianidine + imidaclopride (Sepresto), comparés à une pulvérisation à base de  $\lambda$ -cyhalothrine (Karate, produit de référence) et à un témoin sans insecticides. Les résultats montrent que les dégâts sur plantules sont significativement réduits dans les procédés avec graines traitées par rapport à la référence pulvérisation et au témoin; cependant il n'y a pas de différences entre les trois enrobages testés. Le nombre de racines récoltées est significativement plus élevé dans tous les procédés insecticides que dans le témoin. Les échantillons de racines analysés n'ont montré aucune trace de résidus d'insecticide. En conclusion, il s'avère que l'enrobage de semences peut représenter une solution intéressante dans une stratégie raisonnée de lutte contre le psylle de la carotte.

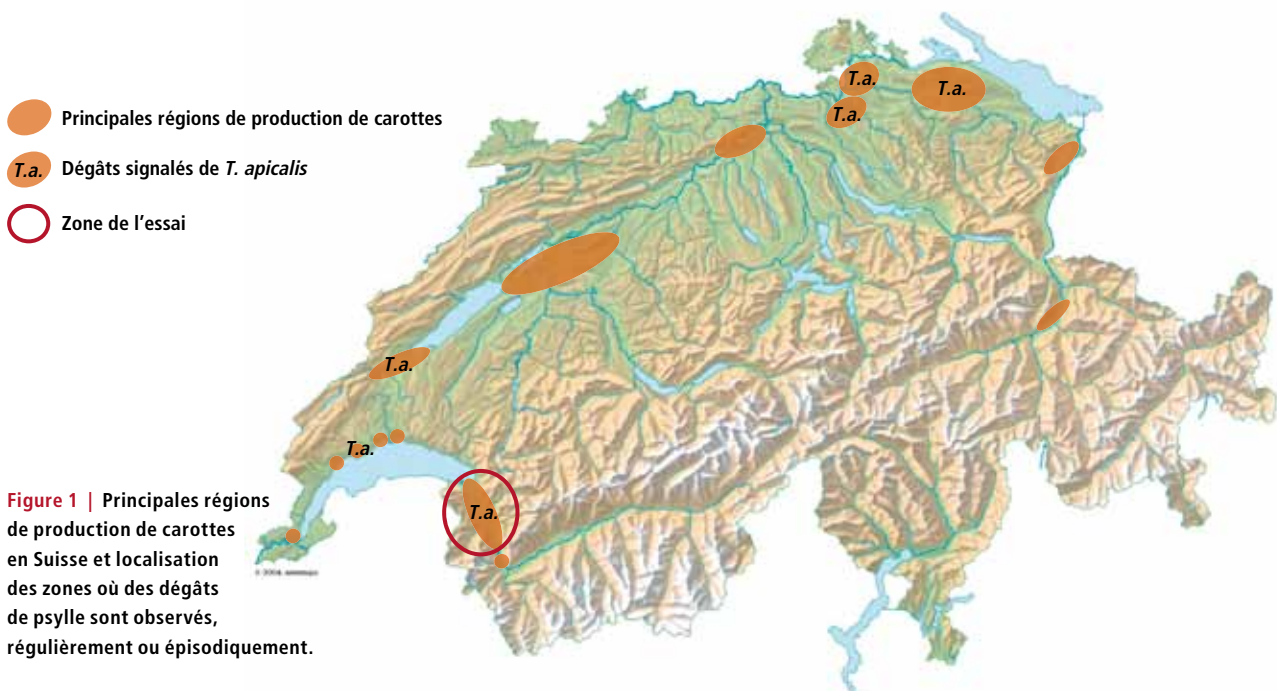


Figure 1 | Principales régions de production de carottes en Suisse et localisation des zones où des dégâts de psylle sont observés, régulièrement ou épisodiquement.

Lorsqu'elle est nécessaire, la lutte se base actuellement sur des pulvérisations de pyréthroïdes (notamment la  $\lambda$ -cyhalothrine). Bien qu'efficace, cette pratique présente des inconvénients: les substances employées, peu sélectives, ont un impact négatif sur l'entomofaune en général et la quasi-totalité de la bouillie est gaspillée sur le sol nu en raison du très faible développement foliaire de la culture au moment de l'application.

Parmi les alternatives envisagées figure l'usage de semences traitées avec des insecticides à effet systémique appartenant au groupe des néonicotinoïdes, une technique jusqu'ici développée essentiellement en grandes cultures. Cette technique permet d'optimiser l'action des substances actives et de limiter leur dispersion dans l'environnement en les localisant au niveau des plantules. Autre avantage, le producteur pourrait être dispensé d'effectuer un traitement en urgence lorsqu'il est averti de la présence du ravageur.

Il a donc semblé intéressant de tester le potentiel de cette méthode contre *T. apicalis*, bien qu'aucun insecticide de type néonicotinoïde ne soit actuellement homologué sur carotte en Suisse et en Europe, même en pulvérisation. Un essai a ainsi été mené avec trois produits d'enrobage en 2010.

Une telle approche avait déjà été tentée en 1998 et 1999, mais l'expérience s'est heurtée à des phénomènes de phytotoxicité, les insecticides testés n'ayant pas été conçus spécifiquement pour l'enrobage des semences (Fischer et Terrettaz 2002).

## Matériel et méthodes

### Site d'expérimentation

L'expérimentation s'est déroulée en 2010 à Collombey (VS), dans le Chablais. Cette plaine alluviale rhodanienne est entourée de versants montagneux riches en épicéas, offrant de nombreux sites d'hivernage au ravageur. Afin de profiter au mieux d'un effet d'attraction de masse sur le psylle, la parcelle d'essai proprement dite a été installée au bord d'un champ de production de carottes d'environ 2 ha. La culture a été conduite sur des buttes distantes de 0,6 m, en raison de la proximité de la nappe phréatique.

### Données culturales

La parcelle expérimentale a été semée le 25 mai au semoir manuel à une roue avec distribution sur un rang, à la densité de 100 graines/m. Les semences, calibrées et imprégnées des substances fongicides iprodione + thirame, appartenaient au cultivar 'Maestro' (Vilmorin).

L'essai a été récolté le 2 septembre. La surface d'une parcelle élémentaire (répétition) était de 90 m<sup>2</sup>, comprenant huit buttes de 15 m de longueur.

La parcelle d'essai a bénéficié de l'irrigation et des traitements herbicides et fongicides conventionnels appliqués par le producteur sur l'ensemble de son champ.

### Traitement des semences

Les insecticides utilisés pour le traitement des semences ont été gracieusement fournis par Bayer Suisse.

L'enrobage des graines a été réalisé par l'entreprise spécialisée Incotec (NL), par la technique du *onX-encrustment*<sup>®</sup>.

### Procédés

Les procédés mis en comparaison étaient les suivants: 1) témoin sans insecticide, 2)  $\lambda$ -cyhalothrine (Karate), substance de référence appliquée en pulvérisation le 24 juin, 3) clothianidine (Poncho), 4) clothianidine +  $\beta$ -cyfluthrine (Poncho Beta) et 5) clothianidine + imidaclopride (Sepresto), ces trois derniers comprenant les enrobages de semences. Le détail des modalités et des doses d'application est donné dans le tableau 1.

L'essai comptait trois répétitions disposées en blocs randomisés, totalisant quinze parcelles élémentaires.

### Contrôles

Le vol du psylle a été suivi de fin mai à début juillet, à l'aide de cinq plaques engluées jaunes de 20 x 20 cm (verre acrylique ICI 229). Les pièges étaient répartis le long de la bordure du champ la plus proche de la parcelle d'essai. Les captures ont été relevées chaque semaine.

Tableau 1 | Modalités d'application des insecticides testés

Produit commercial	Modalités d'application	Matière active	Dose d'application des matières actives
Karate	Pulvérisation	$\lambda$ -cyhalothrine	10 ml/ha
Poncho	Enrobage des semences	Clothianidine	3,19 g/100 g de semences
Poncho Beta	Enrobage des semences	Clothianidine	3,17 g/100 g de semences
		$\beta$ -cyfluthrine	0,42 g/100 g de semences
Sepresto	Enrobage des semences	Clothianidine	3,16 g/100 g de semences
		Imidaclopride	1,06 g/100 g de semences

L'efficacité des différents procédés a été contrôlée chaque semaine en observant dix séries de vingt plantules successives par parcelle élémentaire, jusqu'au stade cinq feuilles. Le taux de plantules montrant des symptômes de déformation du feuillage (crispations) a ensuite été calculé. Après transformation en fonction probit, les résultats de chaque date de contrôle ont été comparés entre eux par analyse de variance (ANOVA) associée à un test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

A la récolte, les racines ont été prélevées dans cinq portions de butte de un mètre linéaire réparties dans chaque parcelle élémentaire, puis décomptées et pesées. Ces données ont été traitées par ANOVA puis test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Enfin, sachant que les produits testés en enrobage comprennent des néonicotinoïdes, substances dont la persistance pose parfois problème dans les végétaux, un échantillon de racines issues de chacun des trois procédés d'enrobage a été envoyé au laboratoire du Service de la consommation et des affaires vétérinaires de Genève pour analyser les résidus.

## Résultats

### Pression du ravageur

Avec un total de 133 captures réalisées entre le 25 mai et le 6 juillet, l'infestation de la culture par *T. apicalis* n'était pas particulièrement importante en 2010 (fig. 3). Toutefois la pression du ravageur a persisté à un niveau moyen (de 30 à ~60 captures/semaine) pendant un mois environ, validant l'essai au niveau pratique. En effet, plus que l'intensité instantanée d'une attaque, c'est sa durée qui est déterminante pour juger de l'efficacité de l'enrobage de semences, car celui-ci doit assurer une protection couvrant l'ensemble des stades sensibles de la culture.

### Dégâts sur plantules

Jusqu'au stade 3–4 feuilles de la carotte, dans les trois modalités de traitements des semences, les taux d'attaque sont significativement plus bas que dans le témoin non traité (fig. 4). Au stade cinq feuilles, l'effet de protection reste perceptible, mais n'est plus assuré sta-

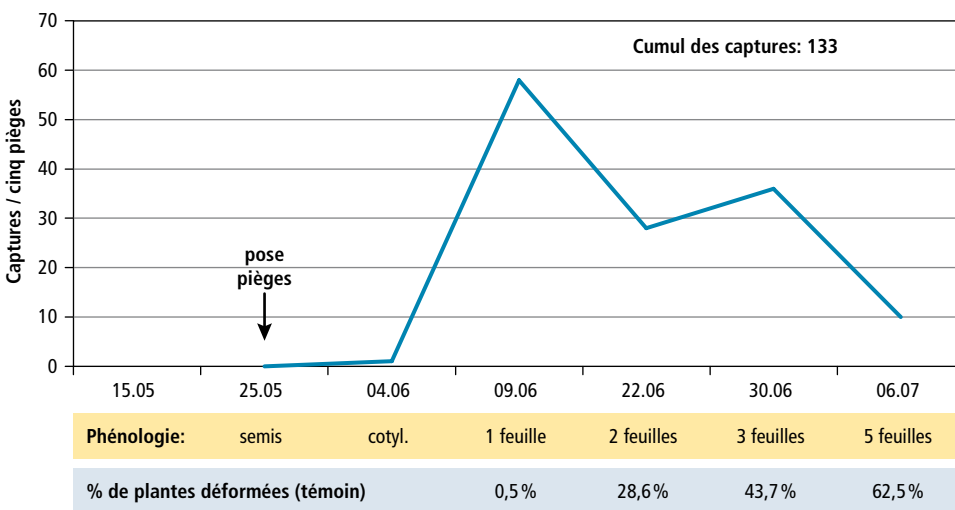


Figure 3 | Courbe de vol du psylle, avec les stades phénologiques de la parcelle d'essai et les taux de plantules touchées dans le témoin non traité.

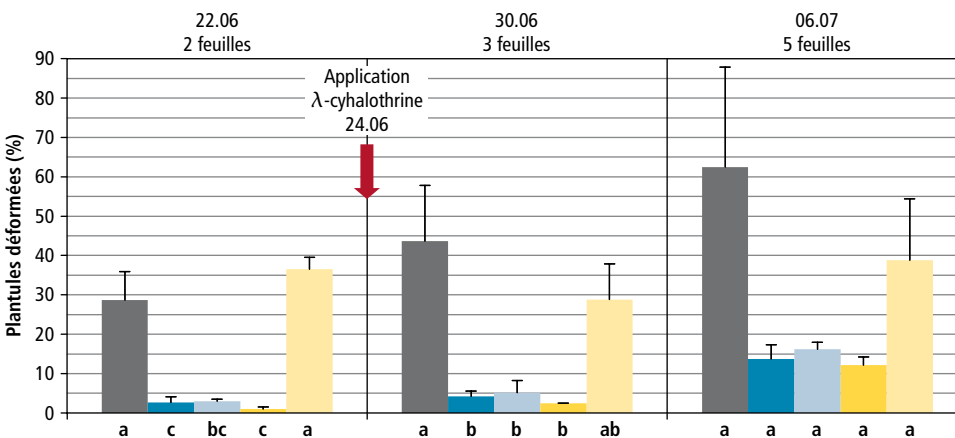


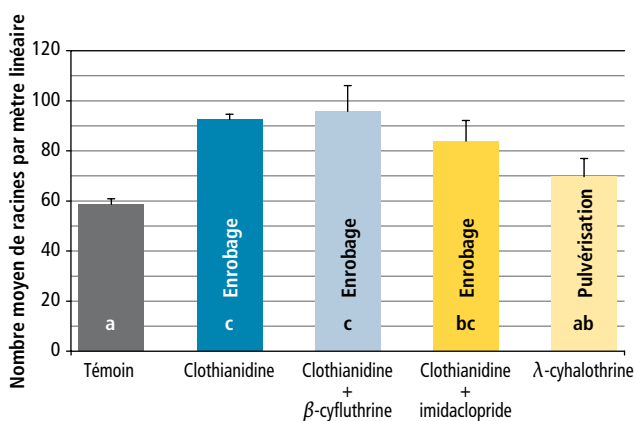
Figure 4 | Taux moyens de plantules endommagées (avec erreur-standard) dans les différentes modalités testées. A chaque date, les valeurs accompagnées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement ( $p \leq 0,05$ ).

- Témoin
- Clothianidine (enrobage)
- Clothianidine +  $\beta$ -cyfluthrine (enrobage)
- Clothianidine + imidaclopride (enrobage)
- $\lambda$ -cyhalothrine (pulvérisation)

tistiquement en raison de la variance importante entre répétitions, résultant du fort gradient d'attaque dégressif à partir de la bordure du champ.

Par contre, on remarque que la référence  $\lambda$ -cyhalothrine (Karate) en pulvérisation ne se différencie pas du témoin au cours des deux contrôles suivant son application. Plutôt qu'au manque d'efficacité du traitement lui-même, ce résultat est sans doute dû à une application trop tardive. En effet, le suivi du champ commercial adjacent, traité par le producteur avec ce même insecticide deux semaines auparavant, a enregistré des niveaux de dégâts plus faibles, intermédiaires entre ceux du témoin et ceux des modalités de semences enrobées de notre essai.

Enfin, signalons qu'au cours de nos contrôles visuels, aucune des modalités n'a montré d'effet phytotoxique ou phytodépresseur sur la culture.



**Figure 5** | Quantités moyennes de racines récoltées sur un mètre linéaire (avec erreur-standard).

Pour chaque modalité, les valeurs des procédés accompagnées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement ( $p \leq 0,05$ ).

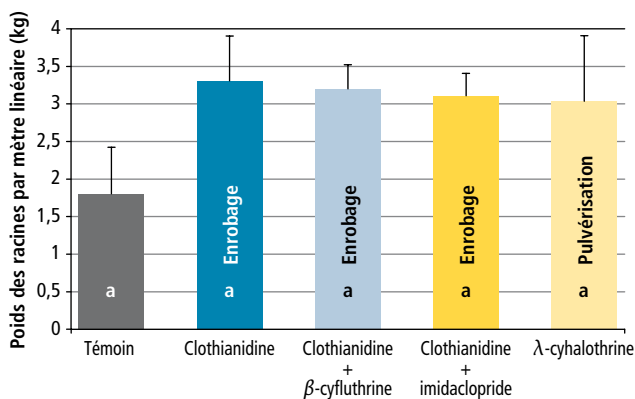
### Contrôle de récolte

Le nombre de racines récoltées dans les procédés avec semences traitées, notamment avec la clothianidine et clothianidine +  $\beta$ -cyfluthrine, était significativement plus élevé que dans le témoin, alors que le procédé pulvérisé à la  $\lambda$ -cyhalothrine ne se distinguait pas de ce dernier (fig. 5).

Le poids de la récolte par mètre linéaire s'est avéré nettement plus élevé en moyenne dans les procédés avec semences que dans le témoin et la variante traitée à la  $\lambda$ -cyhalothrine (fig. 6). Ces différences ne sont toutefois pas significatives en raison du nombre limité de répétitions.

### Analyses de résidus

Aucune trace d'insecticide, notamment de néonicotinoïdes, n'a été détectée dans les échantillons de récolte issus des trois procédés de semences traitées (tabl. 2),



**Figure 6** | Poids moyen des racines récoltées sur un mètre linéaire (avec erreur-standard).

Pour chaque modalité, les valeurs des procédés accompagnées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement ( $p \leq 0,05$ ).

**Tableau 2** | Résultats des analyses de résidus effectuées sur des échantillons des racines provenant des trois procédés avec graines enrobées

Produit d'enrobage testé (nom commercial)	Substance	Type	Quantité dépistée	Tolérance légale maximale
Clothianidine (Poncho)	Clothianidine	Insecticide	Non décelé	Aucune sur carotte
	Azoxystrobine	Fongicide	0,060 mg/kg	0,2 mg/kg
	Iprodione	Fongicide	0,024 mg/kg	0,5 mg/kg
Clothianidine + $\beta$ -cyfluthrine (Poncho Beta)	Clothianidine	Insecticide	Non décelé	Aucune sur carotte
	$\beta$ -cyfluthrine	Insecticide	Non décelé	Aucune sur carotte
	Azoxystrobine	Fongicide	0,053 mg/kg	0,2 mg/kg
	Iprodione	Fongicide	0,064 mg/kg	0,5 mg/kg
	Trifloxystrobine	Fongicide	0,013 mg/kg	0,1 mg/kg
Clothianidine + imidaclopride (Sepresto)	Clothianidine	Insecticide	Non décelé	Aucune sur carotte
	Imidaclopride	Insecticide	Non décelé	Aucune sur carotte
	Azoxystrobine	Fongicide	0,058 mg/kg	0,2 mg/kg
	Difénoconazole	Fongicide	0,010 mg/kg	0,2 mg/kg
	Iprodione	Fongicide	0,063 mg/kg	0,5 mg/kg



résultat aussi encourageant que surprenant pour un groupe de substances dont les effets de rémanence font régulièrement polémique.

## Discussion

L'efficacité des trois insecticides testés en enrobage s'est avérée intéressante dans les conditions de pression du ravageur de l'essai. Les données de piégeage enregistrées depuis une quinzaine d'années montrent que le vol de 2010 était d'intensité moyenne, mais de durée – environ cinq semaines – relativement longue. L'effet de l'enrobage des graines a cependant couvert l'ensemble des phases sensibles de la culture, de la levée jusqu'au stade quatre feuilles, soit pendant environ un mois à partir du semis.

Pour une pression d'infestation donnée, l'efficacité de cette méthode de lutte dépend donc essentiellement de l'adéquation entre la persistance de l'activité protectrice de l'enrobage et la vitesse de croissance des plantules, celle-ci étant directement liée aux conditions climatiques locales.

Ainsi, en Scandinavie, la croissance des cultures de carottes est moins rapide que sous nos climats et les populations de psylles, hormis le fait qu'elles sont beaucoup plus importantes, ont une période d'immigration étendue, pouvant dépasser deux mois (Nissinen *et al.* 2007). Cette conjonction de paramètres défavorables pourrait expliquer les résultats plutôt décevants obtenus en Norvège dans des essais de lutte avec des semences traitées (Arne Gillund 2010, comm. pers.).

En Suisse, et en Europe occidentale en général, le vol de *T. apicalis* se déroule à une période de l'année où

les conditions sont particulièrement propices à une croissance rapide des semis de carottes, qui passent du stade cotylédons au stade cinq feuilles en un mois seulement. L'emploi d'enrobage à longue durée d'activité insecticide n'est donc pas impératif pour le succès de la méthode.

Toutefois, si le développement de nouveaux insecticides destinés au traitement des semences pour des cultures d'importance planétaire est fortement soutenu par l'industrie agro-chimique, son extension aux cultures légumières reste plus incertaine. Elle dépendra de la volonté des firmes à monter des dossiers d'homologation qui, s'ils sont importants au niveau de la production maraîchère, auront un volume de marché limité pour ces produits phytosanitaires.

## Conclusions

- Les trois produits expérimentés en traitement des semences semblent aptes à assurer une protection satisfaisante contre le psylle de la carotte dans les conditions culturales et de phénologie du ravageur rencontrées en Suisse.
- Toutefois, aucun d'entre eux actuellement ne bénéficie d'une autorisation pour l'emploi en culture de carottes.
- Aucune des matières actives utilisées pour l'enrobage n'a laissé de résidus décelables lors de l'analyse des racines récoltées.
- Les possibilités d'application pratique de la technique de l'enrobage des semences contre le psylle de la carotte dépendront directement de l'intérêt des firmes agrochimiques. ■

### Remerciements

Les auteurs remercient le Dr Richard Rimle (Bayer Crop Science Schweiz) pour la fourniture des trois produits d'enrobage, ainsi que M. Pascal Lattion, maraîcher à Collombey (VS), pour la mise à disposition du terrain et l'entretien de la surface d'expérimentation.

### Bibliographie

- Fischer S. & Terrettaz C., 2002. Lutte raisonnée contre le psylle de la carotte. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (4), 159–165.
- Freuler J., Fischer S. & Terrettaz C., 1998. Le psylle de la carotte *Trioza apicalis* Förster: l'état de la question. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **30** (3), 217–223.
- Nissinen A., Vanhala P., Holopainen J. K. & Tiilikala K., 2007. Short feeding period of carrot psyllid (*Trioza apicalis*) females at early growth stages of carrot reduces yield and causes leaf discoloration. *Entom. Exp. et Appl.* **125**, 277–283.

## Summary ■ Control of the carrot psyllid (*Trioza apicalis*) using insecticide coated seeds

The carrot psyllid (*Trioza apicalis*) is a serious pest in several regions of carrot production in Switzerland. The insect overwinters on conifers and starts migration to carrot fields in mid- to late May. From seed germination to the 4–5 leaf stage, insect feeding on plantlets causes leaf curling and may completely block the development of roots. Currently, the control of the pest relies on insecticide sprayings on young plantlets, but this leads to a major waste of products on the bare soil as a consequence of the low foliage cover at the time of application. Thus, the use of coated seeds could be an interesting alternative to spraying. A field experiment was conducted to compare the efficiency of seeds coated with either clothianidin (Poncho), clothianidin +  $\beta$ -cyfluthrin (Poncho Beta) or clothianidin + imidacloprid (Sepresto) to a conventional spray application of  $\lambda$ -cyhalothrin (Karate) and an untreated control. Our results show that plantlets of coated seeds were significantly less damaged than those of the insecticide reference and the untreated control. However, no differences were found among the three types of seed coating. In autumn, a significant higher number of roots were harvested from all four insecticides treatments than from the untreated control. In laboratory analyses, no traces of insecticide residues could be detected in root samples. We conclude that seed coating could be an interesting and efficient measure for an IPM-strategy against the carrot psyllid.

**Key words:** *Trioza apicalis*, *Daucus carota*, seed treatment, plant protection.

## Zusammenfassung ■ Die Bekämpfung des Möhrenblattflohs (*Trioza apicalis*) mittels insektizid-gebeiztem Saatgut

Der Möhrenblattfloh *Trioza apicalis* ist ein bedeutender Schädling in mehreren Gemüseanbaugebieten der Schweiz. Das Insekt überwintert auf Nadelbäumen und befällt die Karotten ab Mai. Zwischen der Keimung und dem 4–5 Blattstadium der Sämlinge verursachen Einstiche des Möhrenblattflohs Blattverformungen und den Stopp des Wurzelwachstums. Derzeit basiert die Bekämpfung des Schädlings auf dem Spritzen von Insektiziden, welche aber wegen der geringen Blattfläche mehrheitlich auf den nackten Boden appliziert werden. Die Verwendung von gebeiztem Saatgut könnte daher eine interessante Alternative zu dieser Verschwendung sein. In einem Feldversuch wurde drei Beizmittel basierend auf Clothianidin (Poncho), Clothianidin +  $\beta$ -Cyfluthrin (Poncho Beta) oder Clothianidin + Imidacloprid (Sepresto) mit einer herkömmlichen Spritzung von  $\lambda$ -Cyhalothrin (Karate, Referenzprodukt) und einer unbehandelten Kontrolle verglichen. Die Resultate zeigen, dass die Schäden an gebeizten Sämlingen signifikant niedriger waren als im gespritzten Referenzverfahren oder in der unbehandelten Kontrolle. Zwischen den drei getesteten Beizungen konnten jedoch keine Unterschiede festgestellt werden. Daneben war die Anzahl geernteter Rüben in den insektizidbehandelten Verfahren signifikant höher als in der unbehandelten Kontrolle. Bei der Laboranalyse von Rübenproben konnten ausserdem keine Insektizidrückstände nachgewiesen werden. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass gebeiztes Saatgut in einer nachhaltigen Bekämpfungsstrategie gegen den Möhrenblattfloh eine interessante Lösung darstellen könnte.

## Riassunto ■ Lotta contro la psilla della carota (*Trioza apicalis*) mediante sementi conciate

La psilla della carota *Trioza apicalis* è un parassita pericoloso presente nella maggior parte delle regioni orticole svizzere. L'insetto sverna sulle conifere e infesta le carote a partire da maggio. Tra la germinazione e lo stadio 4–5 foglie delle piantine, le sue punture provocano delle deformazioni del fogliame e inibiscono la crescita delle radici. Attualmente la lotta si basa sulla polverizzazione di insetticidi che, a causa dello spreco dovuto alla debole copertura del fogliame nel corso del trattamento, risulta essere svantaggiosa. L'uso di sementi conciate potrebbe rappresentare un'interessante soluzione. È stata condotta una prova in campo utilizzando tre prodotti per la concia della semente a base di clotianidina (Poncho), clotianidina +  $\beta$ -ciflutrin (Poncho Beta) e clotianidina + imidacloprid (Sepresto), confrontati con una polverizzazione a base di  $\lambda$ -cialotrina (Karate, prodotto di riferimento) e a un testimone non trattato. I risultati mostrano che i danni sulle piantine sono significativamente meno elevati nei procedimenti con semente concia in rapporto al riferimento polverizzazione e al testimone; tuttavia, non vi sono differenze tra i tre metodi di concia testati. Il numero di radici raccolte risulta essere significativamente più elevato nelle procedure insetticide che nel testimone. Infine, i campioni di radici sono stati analizzati e non è stato rilevata alcuna traccia di residuo d'insetticida. In conclusione, si evidenzia che la tecnica della concia della semente rappresenta una soluzione interessante nella lotta integrata contro la psilla della carota.

# Récolte saine sans oïdium & Co



**Moon<sup>®</sup>**  
**EXPERIENCE**



- Excellente efficacité
- Action persistante
- Nouvelle matière active pour la prévention des résistances
- Epargne les auxiliaires
- Formulation liquide



Bayer (Schweiz) AG  
CropScience  
3052 Zollikofen  
Tel.: 031 869 16 66  
[www.agrar.bayer.ch](http://www.agrar.bayer.ch)

Moon Experience contient du Fluopyram et du tébuconazole.  
Observer les risques de danger et les mesures de sécurité sur les emballages.



150 Years  
Science For A Better Life

**Pépinières viticoles**

- 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.

**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

Le meilleur du monde  
 pour l'agriculture suisse



**Roundup®  
 PowerMax**

- **Innovant**
- **flexible**
- **plus sûr !**

**Nous choisissons la nouvelle génération Power**



**Innovation**  
 Roundup PowerMax apporte des avantages inégalés grâce à sa formulation avec sel de potassium et de nouveaux adjuvants.



**Comportement environnemental**  
 Roundup PowerMax n'est pas classé sous matières dangereuses (pas de phrases R)  
**Exempt de tallowamine !**  
 Moins de matière active pour la même efficacité, meilleure protection des ressources.



**Flexibilité**  
 Efficacité immédiate.  
 Avantages: Indépendance des conditions atmosphériques, délai d'attente plus court jusqu'au travail du sol. Miscibilité améliorée.



Stähler Suisse SA  
 Henzmannstrasse 17A  
 4800 Zofingen  
 Téléphone 062 746 80 00  
 Fax 062 746 80 08  
 www.staehler.ch

En cas de questions, nos spécialistes en phytosanitaires se tiennent volontiers à votre disposition.



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



ICEBITZZ™ 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](http://www.pangas.ch)

# Le spécialiste de vos installations vinicoles

Distributeur officiel des marques:

**DREIER OENOTECH SA**  
Machines vinicoles - Kellereimaschinen

**ARMBRUSTER**  
KELTEREI-TECHNOLOGIE



Matériel de réception

**PELLENC**



Matériel de chai

**KREYER**



Refroidisseurs / réchauffeurs

**Moeschle**

Behälterbau GmbH



Cuves en inox

**DELLA TOFFOLA**



Pressoirs



Filtres tangentiels

**FINER**



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

## 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

**Madex® & Capex®**

contre le carpocapse et le capua

- efficacité éprouvée et sélective
- pas de résidus
- un produit suisse

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

**Biocontrol**



Carpocapse (Cydia pomonella)

# Influence de la gestion des repousses du tronc et du bois de taille sur les densités de *Scaphoideus titanus*

Corrado CARA, Valeria TRIVELLONE, Christian LINDER, Jens JUNKERT<sup>1</sup> et Mauro JERMINI,  
Agroscope, 6954 Contone

<sup>1</sup>Ecole d'ingénieurs de Changins EIC

Renseignements: Mauro Jermini, e-mail: mauro.jermini@agroscope.admin.ch, tél. +41 91 850 20 32, www.agroscope.ch



Jeune larve de *Scaphoideus titanus*. (Photo P. Kehrl, Agroscope)

## Introduction

La flavescence dorée (FD) a fait son apparition au Tessin en 2004 (Schaerer *et al.* 2007). La stratégie de lutte obligatoire appliquée contre son vecteur, la cicadelle néarctique *Scaphoideus titanus* Ball (*Homoptera; Cicadellidae*), a donné de bons résultats à ce jour (Jermini *et al.* 2007). Une stratégie de lutte destinée à la viticulture biologique a également été élaborée, mais celle-ci a malheureusement un impact négatif sur les populations de typhlodromes (Gusberti *et al.* 2008). La mise

au point de mesures prophylactiques pour réduire la densité des populations du vecteur pourrait limiter le nombre d'applications de pyrèthrine. De nombreuses études ont mis en évidence la préférence des larves de *S. titanus* pour les repousses du tronc (Lozzia 1992; Cravedi *et al.* 1993; Bosio et Rossi 2000), puisque les femelles préfèrent pondre leurs œufs dans le bois âgé de deux ans ou plus (Linder *et al.* 2010; Bagnoli et Gargani 2011; Gargani *et al.* 2011). L'ébourgeonnage régulier des repousses et le retrait des bois de taille (branche à fruit de deux ans et sarments de l'année)

hors de la parcelle constituent ainsi des mesures prophylactiques potentiellement intéressantes (Cazenove et Planas 1991).

Cette étude avait pour but de quantifier l'impact de l'ébourgeonnage régulier du tronc et de la gestion du bois de taille sur les densités de populations larvaires de *S. titanus* présentes sur la haie foliaire de la vigne. Parallèlement, la distribution de la cicadelle sur les repousses du tronc par rapport à la haie foliaire a également été étudiée.

## Matériel et méthodes

### Parcelle d'essai

Les essais ont été effectués en 2008 et 2009 dans une parcelle située à 206 mètres d'altitude à Contone (TI). La vigne de Gamaret greffée sur *Riparia x Rupestris* 3309 était conduite en culture mi-haute (Guyot simple). Les distances de plantation étaient de 2,2 m entre les rangs et 0,80 m entre les ceps. Dans ce secteur exempt de FD, aucun insecticide n'a été appliqué durant la durée de l'expérimentation.

### Essai 2008

Deux variantes ont été comparées pour étudier l'impact d'un ébourgeonnage régulier du tronc sur les populations de *S. titanus* durant la période d'éclosion (tabl.1). Elles ont été disposées alternativement sur deux lignes contiguës avec six répétitions pour chaque variante. La parcelle élémentaire comprenait dix ceps avec un cep tampon entre les répétitions. Les formes immatures ont été décomptées une fois par semaine par contrôle visuel. Sur la branche à fruit, tous les sarments de chaque cep ont été contrôlés en choisissant deux feuilles par sarment dans le tiers inférieur des pousses (Jermini et Baillod 1996). Le tronc a été divisé en trois secteurs égaux. Quatre repousses ont été choisies au hasard dans chaque secteur et le contrôle a porté sur

**Tableau 1 | Mesures prophylactiques contre *Scaphoideus titanus* examinées dans le vignoble de Contone en 2008 et 2009**

2008	2009
Variantes	
1 Ebourgeonnage régulier des troncs durant la période d'éclosion	1 Avec bois de taille et ébourgeonnage des troncs
	2 Retrait du bois de taille et ébourgeonnage des troncs
2 Troncs non ébourgeonnés	3 Bois de taille broyé et ébourgeonnage des troncs
	4 Avec bois de taille et sans ébourgeonnage des troncs

**Résumé** En 2008 et 2009, deux essais ont été conduits au Tessin pour évaluer l'influence de la gestion des repousses du tronc et du bois de taille de la vigne sur la densité des populations de *S. titanus* dans la haie foliaire. Les résultats montrent que les individus des premiers stades larvaires se concentrent sur les feuilles des repousses du tronc. En 2008, l'ébourgeonnage de ces organes a permis de réduire significativement la densité de *S. titanus* sur la haie foliaire, mais cet effet n'a pas été observé en 2009. Cette opération associée au retrait ou au broyage du bois de taille n'a pas significativement modifié les densités de populations de *S. titanus* même si ponctuellement des diminutions de 8 à 52 % ont été observées. Globalement, ces mesures préventives induisent une diminution des densités de populations de *S. titanus* sur la haie foliaire, mais restent complémentaires à la stratégie de lutte obligatoire.

une feuille située de préférence dans le tiers inférieur de la repousse. Dans la variante ébourgeonnée, les repousses présentes aux diverses dates d'observation ont été contrôlées selon la méthode décrite ci-dessus.

### Essai 2009

Le second volet de l'essai, réalisé dans le cadre d'un travail de bachelor de l'École d'ingénieurs de Changins, examinait si le retrait ou la destruction du bois de taille par broyage associé à un ébourgeonnage régulier du tronc permettait d'abaisser le nombre de formes immatures de *S. titanus* sur la haie foliaire pendant la période d'éclosion. Quatre variantes répétées quatre fois ont été comparées (tabl.1). Chaque parcelle élémentaire comprenait cinq ceps avec un cep tampon entre les répétitions. Le bois de taille de chaque parcelle a été disposé sur le sol de l'interligne juste après la taille (sauf variante 2). Au printemps, le bois de la variante 3 a été broyé. Les formes immatures de la cicadelle ont été comptées sur chaque cep par contrôle visuel. Une feuille a été choisie au hasard dans le premier tiers de tous les sarments de la branche à fruit et du cornet du cep (Jermini et Baillod 1996). Le tronc a été divisé en deux secteurs égaux. Quatre repousses ont été choisies au hasard dans chaque secteur et une feuille par repousse a été contrôlée, de préférence dans le tiers inférieur des repousses.

Le même dispositif expérimental a été appliqué parallèlement à Trélex (VD). Les résultats de cette étude ne sont pas présentés ici, en raison des faibles densités de *S. titanus* dans ce vignoble.

### Dynamique des populations

Durant les deux saisons, la dynamique des populations de *S. titanus* a été suivie dans la parcelle d'essai (en dehors de la zone d'étude), en utilisant la technique de frappage adaptée de l'arboriculture (Steiner 1962): trente ceps ont été secoués chaque semaine au-dessus d'un entonnoir de toile muni d'un récipient pour récolter les insectes. Ceux-ci étaient ensuite congelés rapidement puis comptés sous la loupe binoculaire au laboratoire. Les stades immatures ont été identifiés à l'aide de la clé de Della Giustina *et al.* (1992). Les suivis de populations commençaient en mai.

## Résultats et discussion

### Influence de l'ébourgeonnage du tronc

Les premiers individus de *S. titanus* ont été observés le 19 mai et l'éclosion s'est poursuivie jusqu'au 10 juin. A cette date, la population de la haie foliaire était constituée majoritairement de larves du deuxième stade (fig.1). Au début des éclosions, la population, même faible, était significativement plus élevée dans la variante ébourgeonnée et ce n'est que les 4 et 10 juin que l'on a observé une réduction significative de la population de respectivement 33 et 36 % (tabl. 2). Ce résultat confirme celui de Cazenove et Planas (1991) qui ont observé une diminution de la population de 50 % sur les plantes régulièrement ébourgeonnées.

La comparaison des densités de populations de la haie foliaire et des repousses du cep, exprimées en densité moyenne des trois secteurs du tronc, a clairement

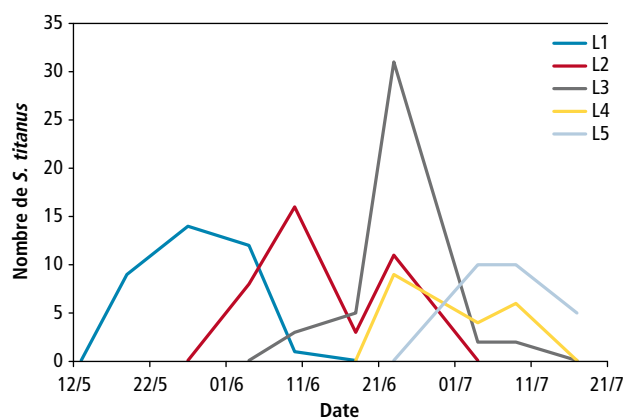


Figure 1 | Evolution des stades immatures de *Scaphoideus titanus* dans le vignoble de Contone en 2008.

mis en évidence que les populations sont significativement plus élevées sur les repousses durant la période d'éclosion (tabl. 3). Ce n'est qu'au dernier contrôle du 10 juin, correspondant à la fin des éclosions, que l'on n'a plus observé de différences entre ces deux parties de la plante. Ce résultat correspond à l'évolution de la structure d'âge et de la mobilité de la population, qui conduit à une répartition homogène des individus sur la plante.

La distribution de la population entre les repousses des trois secteurs du tronc a montré au début des éclosions une préférence de l'insecte pour le secteur inférieur (tabl. 4). Par la suite, la répartition s'est homogénéisée à partir du contrôle du 4 juin. Les repousses du tronc abritent donc la plus haute densité de cicadelles

Tableau 2 | Densité moyenne des formes immatures de *Scaphoideus titanus* sur la haie foliaire et écart-type

Date de contrôle	Variante 1	Variante 2	t	P
19 mai	0,26 ± 0,10	0,06 ± 0,02	-4,77	< 0,001
27 mai	0,68 ± 0,25	0,53 ± 0,15	-1,23	0,244
4 juin	0,66 ± 0,23	0,98 ± 0,20	2,54	0,029
10 juin	0,60 ± 0,13	0,94 ± 0,29	2,57	0,027

Variante 1 = avec ébourgeonnage hebdomadaire des repousses du tronc. Variante 2 = sans ébourgeonnage du tronc. La valeur t du t-test de Student et le niveau de probabilité (P) sont indiqués.

Tableau 3 | Comparaison entre les densités moyennes des formes immatures de *Scaphoideus titanus* sur la haie foliaire et celles des repousses avec écart-type

Date de contrôle	Sarment de la branche à fruit (haie foliaire)	Repousse du tronc	t	P
19 mai	0,06 ± 0,02	0,65 ± 0,13	-10,29	< 0,001
27 mai	0,53 ± 0,15	1,54 ± 0,21	-9,28	< 0,001
4 juin	0,98 ± 0,20	1,58 ± 0,23	-4,60	< 0,001
10 juin	0,94 ± 0,29	0,72 ± 0,21	1,51	0,163

La valeur t du t-test de Student et le niveau de probabilité (P) sont indiqués.

Tableau 4 | Comparaison entre les densités moyennes des formes immatures de *Scaphoideus titanus* sur les repousses des trois secteurs du tronc avec écart-type

Date de contrôle	Secteur inférieur	Secteur central	Secteur supérieur
19 mai	1,07 ± 0,14 a	0,50 ± 0,23 b	0,41 ± 0,19 b
27 mai	1,86 ± 0,39 a	1,28 ± 0,25 b	1,52 ± 0,15 ab
4 juin	1,70 ± 0,49 a	1,48 ± 0,33 a	1,51 ± 0,21 a
10 juin	0,64 ± 0,18 a	0,68 ± 0,23 a	0,83 ± 0,35 a

Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les variantes. Analyse de variance à un facteur. Test de Tukey  $p < 0,05$ .



durant la période d'éclosion, conformément aux observations de divers auteurs (Lozzia 1992; Cravedi *et al.* 1993; Bosio et Rossi 2000; Lessio et Alma 2006), et en particulier à celles de Rigamonti *et al.* (2011) qui ont développé sur cette base des plans d'échantillonnage pour détecter l'éclosion et prévoir le développement de l'insecte par le biais d'un modèle phénologique.

Si l'ébourgeonnage régulier du tronc ne réduit pas drastiquement les populations des sarments de la branche à fruit, les nouvelles repousses apparues entre deux contrôles montrent toujours une forte colonisation de 3,51 à 5,15 cicadelles par feuille, indépendamment du nombre et de la taille des feuilles. Cette agrégation des jeunes nymphes sur les repousses est certainement liée au comportement des femelles lors de l'oviposition. Linder *et al.* (2010) et Bagnoli *et al.* (2010) ont démontré que cette dernière avait surtout lieu sur le bois de deux ans et plus et que le bois d'un an n'abritait que très peu d'œufs. Vu le mode de conduite adopté dans la parcelle (Guyot), les populations qui colonisent les repousses proviennent nécessairement de pontes déposées sur le tronc ou le cornet de la réserve, ce que confirment les résultats de Bagnoli et Gargani (2011) et de Gargani *et al.* (2011). La forte agrégation des insectes sur les repousses traduit également la faible mobilité du premier stade de développement qui tend à rester principalement sur les premières feuilles colonisées (Lessio et Alma 2006). L'ébourgeonnage régulier du tronc pendant la période des éclosions pourrait donc entraîner une diminution, même limitée, des populations de *S. titanus* présentes ensuite sur la haie foliaire.

### Influence du bois de taille

En 2009, les premières larves ont été observées le 18 mai et les éclosions se sont poursuivies jusqu'à début juin (fig. 2). Au dernier contrôle visuel du 18 juin, la population de cicadelles était composée d'individus du deuxième au quatrième stade de développement.

Cazenove et Planas (1991) ont montré que le retrait du bois de taille de la parcelle permettait de réduire les populations de 25 %. Nos résultats confirment ces observations. En effet, l'enlèvement (variante 2) ou le broyage du bois de taille (variante 3), associé à l'ébourgeonnage du tronc, réduit la densité des populations de la haie foliaire de 31 à 52 % pour la variante 2 et de 8 à 32 % pour la variante 3 par rapport à la variante 1 (avec bois de taille et ébourgeonnage du tronc). Cette réduction ne constitue toutefois qu'une tendance, en l'absence de différences significatives (tabl. 5).

Contrairement à 2008, l'ébourgeonnage du tronc, associé ou non à l'élimination du bois de taille, n'a pas

diminué en 2009 significativement la densité de la population sur la haie foliaire (tabl. 5) et, surtout, les deux pratiques n'ont pas produit d'effet cumulé. Cependant, comme en 2008, la comparaison des densités de population de la haie foliaire et des repousses du tronc de la variante 4 confirme que les individus des premiers stades se concentrent de préférence sur les repousses. Sur celles-ci, en effet, la densité a varié de  $2,90 \pm 0,61$  à  $0,69 \pm 0,30$  cicadelles/feuille entre le début et la fin des éclosions contre  $0,65 \pm 0,22$  à  $0,46 \pm 0,20$  cicadelle/feuille sur la haie foliaire. L'ébourgeonnage du tronc est donc certainement une mesure qui réduit la densité des populations, mais son efficacité est partielle et varie selon les années. Enfin, même s'il est prouvé que les larves des deux premiers stades préfèrent se concentrer sur les repousses du tronc, il existe probablement un niveau variable de migration active vers la haie foliaire qui influence directement les densités qui y sont observées. >

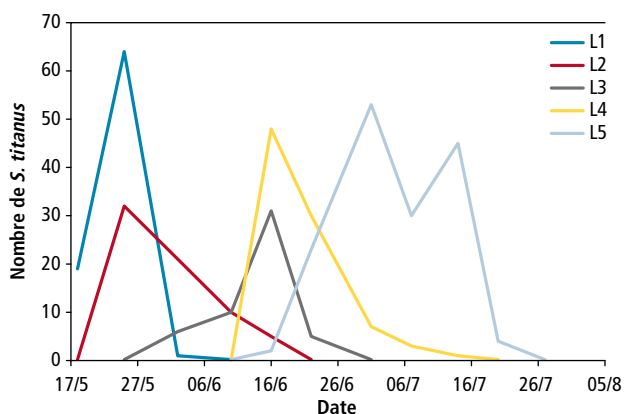


Figure 2 | Evolution des stades immatures de *Scaphoideus titanus* dans le vignoble de Contone en 2009.

Tableau 5 | Densité moyenne des formes immatures de *Scaphoideus titanus* sur la haie foliaire avec écart-type

Date de contrôle	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
22 mai	$0,92 \pm 0,51a$	$0,53 \pm 0,26a$	$0,85 \pm 0,44a$	$0,65 \pm 0,22a$
26 mai	$0,73 \pm 0,30a$	$0,48 \pm 0,24a$	$0,67 \pm 0,21a$	$0,77 \pm 0,10a$
3 juin	$0,42 \pm 0,29a$	$0,28 \pm 0,04a$	$0,38 \pm 0,15a$	$0,65 \pm 0,05a$
10 juin	$0,33 \pm 0,26a$	$0,16 \pm 0,13a$	$0,23 \pm 0,14a$	$0,46 \pm 0,20a$
17 juin	$0,26 \pm 0,12a$	$0,18 \pm 0,04a$	$0,18 \pm 0,08a$	$0,22 \pm 0,11a$

1 = Avec bois de taille et ébourgeonnage des troncs.

2 = Retrait du bois de taille et ébourgeonnage des troncs.

3 = Bois de taille broyé et ébourgeonnage des troncs.

4 = Avec bois de taille et sans ébourgeonnage des troncs.

Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les variantes. Analyse de variance à un facteur. Test de Tukey  $p < 0,05$ .

## Conclusions

- Les relations entre maladie, plante et vecteur sont très peu connues. Bressan *et al.* (2006) ont montré que, dans des vignes à forte incidence de FD, la proportion d'insectes infectieux augmente en fin de saison avec la densité.
- La tolérance du cépage à la FD joue également un rôle important dans la proportion d'insectes infectés et donc dans la progression de la maladie (Bressan *et al.* 2005).
- Il est par conséquent impossible de fixer des seuils de tolérance et donc de connaître la densité de population acceptable dans un vignoble. De ce fait, l'application de mesures préventives même partiellement efficaces comme l'ébourgeonnage ne permet pas de diminuer le nombre de traitements insecticides ou de limiter la lutte obligatoire dans le temps.
- Pour développer des stratégies de lutte intégrée contre *Scaphoideus titanus*, une meilleure connaissance des relations entre vecteur, maladie et plante s'avère donc fondamentale.
- Au niveau de la pratique, nos résultats montrent que:
  - l'ébourgeonnage doit être réalisé au plus tôt lors du pic d'éclosion des œufs et régulièrement répété durant cette période;
  - l'efficacité de cette mesure varie d'une année à l'autre;
  - enlever ou broyer le bois de taille n'a pas un effet direct significatif sur les densités de population même si une tendance à la baisse peut être observée.
- Ces pratiques contribuent cependant à diminuer les densités de population du vecteur de la FD, mais doivent être considérées comme complémentaires à la stratégie de lutte obligatoire contre *S. titanus*. ■

### Remerciements

Nos remerciements s'adressent à MM. G. Belossi pour la mise à disposition de la parcelle d'essai et à P. Kehrlri pour la traduction des résumés.

### Bibliographie

- Bagnoli B. & Gargani E., 2011. Survey on *Scaphoideus titanus* egg distribution on grapevine. *IOBC/wprs Bulletin* **67**, 233–237.
- Bosio G. & Rossi A., 2001. Ciclo biologico in Piemonte di *Scaphoideus titanus*. *L'Informatore agrario* **21**, 75–78.
- Bressan A., Spiazzi S., Girolami V. & Boudon-Padieu E., 2005. Acquisition efficiency of Flavescence dorée phytoplasma by *Scaphoideus titanus* Ball from infected tolerant or susceptible grapevine cultivars or experimental host plants. *Vitis* **44** (3), 143–146.
- Bressan A., Larrue J. & Boudon-Padieu E., 2006. Patterns of phytoplasma-infected and infective *Scaphoideus titanus* leafhoppers in vineyards with high incidence of Flavescence dorée. *Entomologia experimentalis et applicata* **119** (1), 61–69.
- Cazenove R. & Planas R., 1991. Lutte contre la flavescence dorée de la vigne dans le cadre de l'agriculture biologique. *Progrès Agricole et Viticole* **108** (2), 44–46.
- Cravedi P., Mazzoni E. & Cervato P., 1993. Osservazioni sulla biologia di *Scaphoideus titanus* Ball. (*Homoptera: Cicadellidae*). *Redia* **76** (1), 57–70.
- Della Giustina W., Hogrel R. & Della Giustina M., 1992. Description des différents stades larvaires de *Scaphoideus titanus* Ball (*Homoptera, Cicadellidae*). *Bull. Soc. ent. Fr.* **97** (3), 269–276.
- Gargani E., Torrini G., Caradonna S. & Bagnoli B., 2011. *Scaphoideus titanus* and *Metcalfa pruinosus*: egg distribution on different woody parts of Kober 5BB grapevine. In: Proceeding of the IOBC meeting of the working group Integrated Protection and Production in Viticulture, 2–5 October, Lacanau, France, 10.
- Gusberti M., Jermini M., Wyss E. & Linder C., 2008. Efficacité d'insecticides contre *Scaphoideus titanus* en vignobles biologiques et effets secondaires. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **40** (3), 173–177.
- Jermini M. & Baillod M., 1996. Proposition d'une méthode de contrôle des populations de *Scaphoideus titanus* Ball dans le vignoble. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 201–204.
- Jermini M., Linder C., Colombi L. & Marazzi C., 2007. Lutte obligatoire contre le vecteur de la flavescence dorée au Tessin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **39** (2), 102–106.
- Lessio F. & Alma A., 2006. Spatial distribution of nymphs of *Scaphoideus titanus* (*Homoptera: Cicadellidae*) in grapes and evaluation of sequential sampling plans. *Journal of Economic Entomology* **99** (2), 578–582.
- Linder C., Schaub L. & Klötzli F., 2010. Efficacité du traitement à l'eau chaude contre les œufs de *Scaphoideus titanus*, vecteur de la flavescence dorée de la vigne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **42** (2), 132–135.
- Lozzia G. C., 1992. Distribuzione, biologia e controllo di *Scaphoideus titanus* Ball. In: *Atti giornate fitopatologiche* 1992 **1**, 173–182.
- Rigamonti I., Trivellone V., Brambilla C., Jermini M. & Baumgärtner J., 2011. Research and management oriented sampling plans for vine plant inhabiting *Scaphoideus titanus* Grape leafhopper nymphs. In: Abstract book of the IOBC Meeting Integrated Protection and Production in viticulture, 2–5 October 2011, Lacanau, France, 10.
- Schaefer S., Johnston H., Colombi L. & Gugerli P., 2007. Flavescence dorée: la maladie et son extension. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **39** (2), 107–110.
- Steiner H., 1962. Methoden zur Untersuchung der Populationsdynamik von Obstanlagen. *Entomophaga* **7**, 207–214.

**Summary****Influence of the suckers and pruning wood management on *Scaphoideus titanus* density**

In 2008 and 2009 two trials were carried out to measure the influence of the suckers and pruning wood management on population densities of *S. titanus* in the vine canopy. Our results showed that individuals of the first larval instars concentrated on suckers leaves. In 2008 the disbudding of these organs reduced significantly the density of *S. titanus* in the canopy, but this effect could not be observed in 2009. Thus, this practice accompanied by the removal or chopping of the pruning wood does not allow to reduce significantly populations densities of *S. titanus*, although reductions between 8 to 52 % were observed locally. Even if these prophylactic measures may induce a density decline of *S. titanus* in the foliage, they have to be considered as complementary tools to the mandatory control strategy.

**Key words:** mandatory control, leafhopper, spatial distribution, Flavescence dorée.

**Zusammenfassung****Einfluss des Managements von Stockausschlägen und Schnittholz auf den *Scaphoideus titanus* Bestand**

2008 und 2009 wurden im Tessin zwei Versuche durchgeführt, die den Einfluss des Managements von Stockausschlägen und Schnittholzentfernung auf die Dichte der *S. titanus* Population im Blattwerk abschätzten. Unsere Ergebnisse zeigten, dass sich die Individuen der ersten Larvenstadien auf den Blättern der Stockausschläge konzentrieren. 2008 reduzierte das Ausgeizen dieser Organe den *S. titanus* Bestand im Blattwerk nachweisbar, aber dieser Effekt liess sich 2009 jedoch nicht mehr feststellen. Auch wenn der *S. titanus* Bestand punktuell um 8 bis 52 % reduziert wurde, so hatte das Ausgeizen verknüpft mit der Entfernung oder Zerkleinerung des Schnittholzes insgesamt keinen nachweisbaren Einfluss auf die Populationsdichte des Überträgers. Diese beiden vorbeugenden Massnahmen verringern zwar geringfügig den *S. titanus* Bestand im Blattwerk, doch sie können insgesamt nur als Ergänzung zur obligatorischen Bekämpfungsstrategie betrachtet werden.

**Riassunto****Influsso della gestione dei polloni del tronco della vite e del legno di potatura sulle densità di *Scaphoideus titanus***

Due prove sono state eseguite in Ticino nel 2008 e 2009 per valutare l'influsso della gestione dei polloni del tronco e del legno di potatura sulle densità delle popolazioni di *S. titanus* della parete fogliare. I risultati hanno mostrato che gli individui dei primi stadi larvali si concentrano di preferenza sulle foglie dei polloni del tronco. Nel 2008, la spollonatura di questi organi ha permesso di ridurre significativamente le densità di *S. titanus* sulla parete fogliare. Questo effetto non è stato tuttavia osservato nel 2009. Tale pratica associata all'eliminazione o alla trinciatura del legno di potatura non ha avuto effetti significativi sulla densità delle popolazioni di *S. titanus* malgrado si siano osservate delle diminuzioni puntuali dall'8 % al 52 %. Globalmente queste misure profilattiche inducono una diminuzione delle popolazioni di *S. titanus* sulla parete fogliare, ma devono essere considerate solo come dei complementi alla strategia di lotta obbligatoria.

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



**HAUSWIRTH**  
Maîtrise fédérale  
BURSINS S.A.

Machines viticoles 021 824 11 29

Concessionnaire agréé **BUCHER**  
vaslin



**STHIK**  
LE RESPECT DE VOTRE VENDANGE



**FISCHER**



Cuverie inox  
Tonnellerie Nadalié  
Sécaters Felco

## Alphatec



*Optimiser la protection de vos cultures avec nous*

1350 Orbe Tél: 024 442 85 40

alphatec@alphatec-sa.ch

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

Martin Auer Pépinières Viticoles 8215 Hallau

Tél. 052 681 26 27 · Fax 052 681 45 63  
auer@rebschulen.ch · www.rebschulen.ch



Assortiment complet: Cépages de cuve et de table.  
Porte-greffes de 34, 42 et 50 cm. Réservez dès  
maintenant vos plants de haute tige 85 cm pour 2013.

- 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

**CUVES & MACHINES  
DE  
CAVES**

Gerard Nellen  
bgnellen@gmail.com  
Tél. 024 481 32 74 - Fax 024 481 39 24

## Système de Levage

avec frein de Parc



rollen, transportieren  
stopfen, lagern  
sicher aufbewahren  
montieren, säubere  
www.mapo.ch

Visitez notre expo



*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

La solution vraie et simple au problème:

# MAUSKILLER U2

www.schneiteragro.ch



Seulement permis à des personnes qualifiées.

## Schneiter AGRO SA

Industrie Birren 30 5703 Seon Tél. 062 893 28 83

## 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.

## PANECO TECH GMBH

MACHINES ET INSTALLATIONS DE CAVE

PATRICK NEHER  
079 301 76 43



patrick.neher@panecotech.ch / www.panecotech.ch

**BCS**

CULTIVEZ VOS PASSIONS ...  
TRACTEURS BCS POUR TOUT USAGE!

**SNOPEX**  
www.snopex.com

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

## Nouveauté Framboise TulaMagic®

avec deux récoltes

Croisement: Autumn Bliss x Tulameen

Fruits: gros (5-6 g), de couleur rouge clair et restant stables. Arôme délicieux et intense, bien équilibré et sucré. Supportent bien le transport

Récolte: autour du 25 juin sur les tiges de l'année précédente, (10 jours avant Tulameen), sur les tiges de l'année à partir d'août jusqu'aux gelées

Croissance: moyenne à forte, plante résistante et robuste

Des plantes de qualité pour un meilleur rendement



BAUMSCHULEN · GARTEN-CENTER

Tel. +41 (0)44 879 11 22  
info@hauenstein-rafz.ch  
www.hauenstein-rafz.ch



# Le terroir: mythe ou réalité pour les consommateurs de vin?

Frédérique JOURJON, Damien WILSON et Ronan SYMONEAUX, Laboratoire GRAPPE – UMT VINITERA – ESA Angers, 49007 Angers Cedex 01

Renseignements: Frédérique Jourjon, e-mail: f.jourjon@groupe-esa.com, tél. +33 2 41 23 55 55, www.groupe-esa.com



Dégustation de vins de terroir: quand le mythe devient réalité sensorielle...

## Introduction

### Typicité et terroir, des concepts incertains pour le consommateur non averti

Les notions de terroir et de typicité sont complexes et comportent plusieurs dimensions assez peu connues hors de la filière du vin. Maîtrisées par les producteurs et les metteurs en marché, ces notions pourraient être des vecteurs de communication pertinents si les consommateurs les comprennent. En effet, il est connu que les nouveaux consommateurs adoptent et comprennent de nouveaux concepts à partir de ceux qu'ils ont déjà en tête. Le postulat que nous faisons est que le terroir et la typicité sont trop difficiles à communiquer dans leur intégralité. Pour les nouveaux marchés

et les nouveaux consommateurs, cette complexité peut se révéler un obstacle à l'adoption du concept. Ce fait nous a motivés à étudier la *perception générale* des concepts de terroir et de typicité par les consommateurs français de vin pour poser les bases d'une communication adaptée aux différents consommateurs et à leur niveau « d'implication » dans le monde du vin.

Dans le cas de notre projet de recherche, la définition exacte du «terroir» n'est pas importante en soi; l'objectif est de savoir ce que le consommateur comprend du mot terroir et ce que ce mot représente pour lui. Nous voulons aussi connaître l'importance du terroir dans l'acte d'achat et comment améliorer cette importance (Aurier *et al.* 2005). La recherche internationale a prouvé que le niveau d'implication est un des meilleurs facteurs prédictifs du comportement des consommateurs pour le choix d'un vin, avant la démographie ou la nationalité (Lockshin *et al.* 1998; 2003). Cette notion **d'implication du consommateur** paraît donc clairement intéressante pour étudier l'importance du concept de terroir dans la décision d'achat des consommateurs de vin.

## Matériel et méthodes

Le travail de recherche mené dans le cadre de l'UMT VINITERA par le laboratoire Grappe a démarré en 2007 en deux étapes. Une première phase d'enquête qualitative auprès de 41 consommateurs dits «impliqués» interviewés chez les cavistes, des producteurs et en grandes et moyennes surfaces (GMS) a permis d'explorer la signification des mots terroir et typicité et de construire le questionnaire pour la phase suivante. Cette deuxième étape consistait en une enquête quantitative menée auprès de 250 consommateurs angevins interrogés en GMS pour cerner leur image du terroir lors du second achat et identifier les critères de ré-achat.

Le questionnaire a été complété en 2008 par une enquête sur Internet envoyée à 4000 consommateurs de vins sélectionnés à partir de deux fichiers: les consommateurs inscrits sur le site Internet des Vignerons Indépendants et le fichier des Anciens élèves de

l'ESA d'Angers. Six cent quatre réponses ont été comptabilisées, représentatives de la France (consommateurs de presque tous les départements) mais avec une surreprésentation d'hommes (83 %) et une majorité d'individus vivant en couple. Toutes les catégories d'âges étaient représentées. Des consommateurs de vins (69 % d'occasionnels et 27 % de réguliers) avec des niveaux d'implication différents ont répondu à ce questionnaire. Globalement, le niveau d'engagement était assez élevé sans doute à cause de la particularité des fichiers de consommateurs utilisés.

Les consommateurs ont répondu à des questions sur leur comportement d'achat et de consommation de vin, puis à deux questions ouvertes: «Pouvez-vous nous définir ce qu'est le terroir» et «Pouvez-vous nous définir ce qu'est la typicité d'un vin». Par ailleurs, une série de questions pour définir leur niveau d'implication face au vin permettait d'identifier si le consommateur interrogé s'intéressait ou non au vin et à la filière vitivinicole, s'il avait une démarche active de recherche et de découverte du monde du vin.

## Résultats et discussion

Parmi les dix premiers critères cités par les consommateurs pour définir le terroir, huit sont en lien avec la notion d'origine géographique (sol, climat, région, origine, lieu..) ou avec le goût du vin. Par ailleurs, 80 % des répondants considèrent le terroir comme important pendant l'achat, mais sans pouvoir le décrire clairement. Les consommateurs les plus âgés et les hommes ont davantage de vocabulaire pour définir le terroir.

Les principaux résultats (fig. 1) montrent que les trois principaux critères utilisés pour définir le terroir sont le sol, la région et le climat. Le cépage, le savoir-faire, l'exposition de la parcelle, les conditions pédocli-

**Résumé** A travers le monde, les consommateurs utilisent divers critères pour évaluer le vin pendant le processus d'achat. Cependant, une des raisons communément invoquées dans ce processus est la notion de «région». Pour les consommateurs français, la notion de région peut représenter davantage que le seul lieu géographique et s'associe souvent à celle de «terroir». Le défi pour les producteurs européens est de savoir quelles sont les caractéristiques associées à la notion de terroir, quelle importance y accordent les consommateurs et ensuite comment en assurer la communication. Peu de travaux sont consacrés aujourd'hui à la perception du terroir par les consommateurs; cette étude met en évidence l'importance accordée au terroir par les consommateurs mais aussi les différents niveaux d'appropriation de ce concept. La majorité des réponses associent la notion de terroir à celle de l'origine géographique. Le nombre de termes utilisés par les consommateurs pour décrire le terroir varie selon le niveau d'engagement des consommateurs vis-à-vis du vin. Ces résultats permettent de proposer des pistes pour orienter et adapter la communication aux différents types de consommateurs.

matiques, l'histoire, les pratiques viticoles, etc. arrivent ensuite mais avec des fréquences de citation beaucoup plus faibles.

Concernant la typicité des vins, les réponses obtenues restent relativement simples et se focalisent essentiellement sur le lieu où le vin est produit, avec parfois des commentaires supplémentaires permettant de

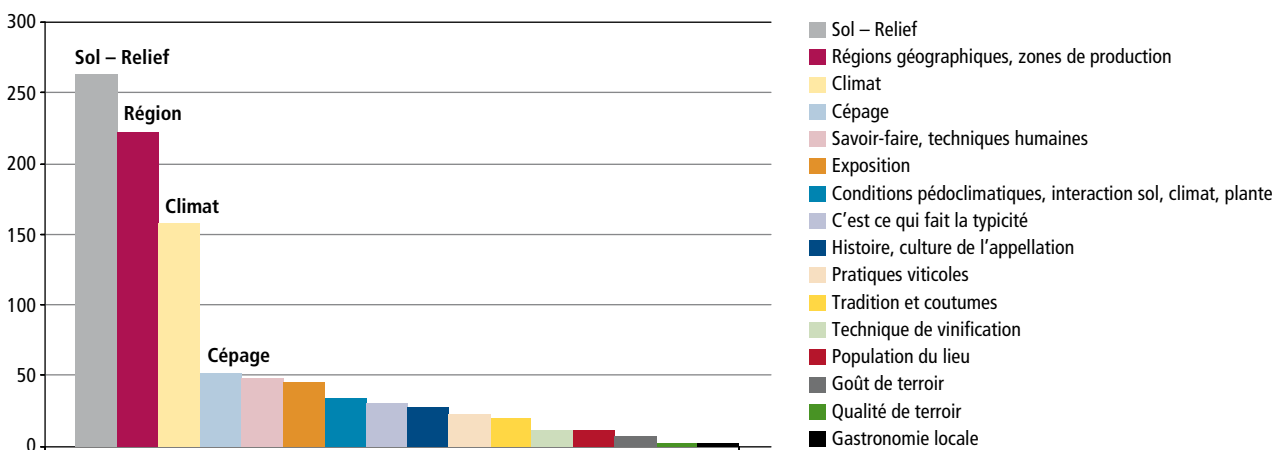


Figure 1 | Principaux critères utilisés par les consommateurs pour définir le terroir. Enquête Internet.

définir plus précisément ce «lieu». Il semble donc qu'une grande partie des **consommateurs ne fait pas de lien direct entre la typicité et les caractéristiques sensorielles du produit** ou ne mentionne pas cela de manière explicite. Il est intéressant de noter par ailleurs que de nombreux consommateurs expliquent la **typicité en faisant référence au terroir**.

Les résultats obtenus dans ce travail ont confirmé le lien établi entre le niveau d'implication des consommateurs et l'importance accordée au concept de terroir. Quand on étudie la définition donnée du terroir en fonction du niveau d'engagement, on observe un effet important du niveau d'engagement sur la connaissance du concept de terroir. Dans les premières enquêtes, 28 % des consommateurs avec un niveau **faible d'implication** citent tous sans exception **la région**, la zone de production pour définir le terroir. Certains mentionnent d'autres critères mais c'est vraiment la région qui domine. Les 69 % de consommateurs avec un **niveau d'implication élevé** citent moins fréquemment la région (31 %), mais plus **le sol** (86 %), le climat (48 %), puis les autres modalités plus précises, comme l'exposition ou le savoir-faire. Ces consommateurs indiquent par ailleurs que **le terroir est un critère plus important** pour l'achat de vin que ceux qui sont «peu impliqués».

Dans l'enquête sur Internet, deux groupes de consommateurs sont clairement ressortis en fonction de leur niveau d'implication: 100 % des **consommateurs «peu impliqués»** citent **la région** pour décrire le terroir contre seulement 31 % de ceux avec un **niveau d'implication élevé**. Ces derniers citent plus souvent le **sol et le climat** et utilisent plus de termes pour décrire le terroir. Enfin, les résultats montrent que **le «terroir» est un critère d'achat plus important pour les consommateurs «engagés»**.

Il est intéressant de noter que le sexe, l'âge, la fréquence de consommation n'ont pas d'effet sur la défi-

inition du concept de terroir. Globalement, tous les consommateurs savent que le terroir est lié à la zone de production mais en fonction de la connaissance, de l'intérêt pour le vin et le milieu viticole, le consommateur est plus précis dans sa définition du terroir.

Par ailleurs, l'importance de différents critères de choix pour acheter «un vin qui exprime le terroir» a également été étudiée selon la méthode «*Best-Worst*» (Locksin *et al.* 2006). Les consommateurs devaient choisir le critère le plus important (*Most*) et le moins important (*Least*) entre la localisation, le(s) type(s) de sol, les pratiques viticoles, les pratiques œnologiques, le climat, l'histoire du vin d'une région. **La localisation ressort comme étant le critère primordial pour communiquer sur le terroir**. Le sol arrive ensuite. L'histoire du vin est le critère le moins important dans l'acte d'achat.

## Conclusions

### Clarification des messages pour les nouveaux consommateurs

- Cette étude montre qu'il est nécessaire de clarifier le message sur le «terroir» pour les nouveaux consommateurs. En effet, en marketing, un message clair et cohérent est la voie d'une communication efficace.
- Les résultats de cette étude indiquent que **la communication doit être centrée en premier lieu sur la région de production pour sensibiliser les nouveaux consommateurs à la notion de terroir**, leur permettant ainsi d'appréhender le concept de manière plus simple.
- Des informations plus complexes peuvent être ajoutées ensuite en fonction du niveau d'engagement des consommateurs, sur des marchés plus traditionnels (Wilson *et al.* 2007; 2010).

### Stratégie de communication différenciée selon la maturité des marchés

- Les résultats de cette étude confirment combien les notions de typicité et de terroir sont différemment connues et comprises en fonction des consommateurs.
- Ces résultats laissent entrevoir des pistes pour mieux valoriser les vins de terroir grâce à une adaptation du discours et de la communication en fonction des marchés et des consommateurs.
- Un nouveau consommateur sera perdu si on lui présente toutes les composantes du terroir et de la typicité alors qu'un consommateur régulier sera sans doute déçu si on simplifie à outrance cette communication. ■

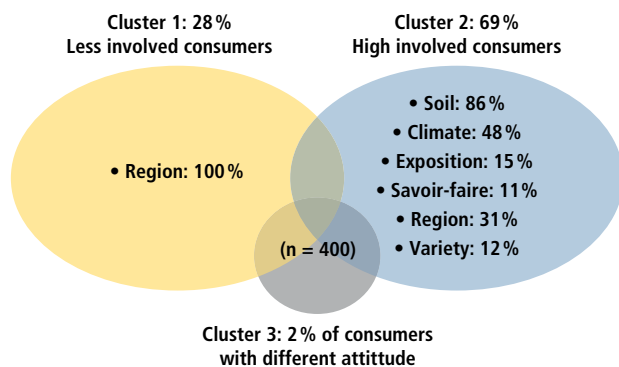


Figure 2 | Segmentation des consommateurs en fonction du niveau d'implication. Enquête Internet.



## Summary

## ■ Terroir: myth or reality for the wine consumers?

Across export markets, consumers use a range of criteria in their evaluation of wine during the process of purchasing. However, one common purchasing criteria is the notion of the 'region' recognised as one of the most important criteria in this process. For French consumers, the concept of region may represent more than just a specific location and is frequently associated with the 'terroir'. The challenge for European producers is to recognise the characteristics pertinently expressing terroir for consumers, and then the way to communicate them to consumers. The literature is relatively poor about the consumer's knowledge on terroir. The present study could establish that French consumers consider terroir to be important, but with little consensus on the meaning of this concept. Most of the responses related terroir to geographical origin. Variations in the number of terms provided for explaining terroir correlated with the evaluation of consumer's level in wine involvement. These results confirm that an appropriate communication strategy using terroir must focus on the wine's provenance and be adapted to the consumers degree of wine involvement.

**Key words:** terroir, consumers, best-worst method, involvement, wine purchasing.

## Zusammenfassung

## ■ 'Terroir': Mythos oder Realität für den Weinkonsumenten?

Weltweit benutzen die Konsumenten während des Kaufprozesses eine Palette von Kriterien in ihrer Weinbewertung. Ein gemeinsames Kaufkriterium ist jedoch die Terroir, welches als eines der wichtigsten Kriterien in diesem Prozess erkannt ist. Für die französischen Verbraucher bedeutet die Definition von Terroir weit mehr als nur die spezifische Stellenbezeichnung. Die Herausforderung für die europäischen Produzenten besteht darin zu erkennen, welche charakteristische Bedeutung die Terroir für die Kunden hat und dann die Besonderheiten und die tatsächliche Bedeutung ihnen zu erklären. Zur Zeit gibt es bisher wenige Studie über die umfassende Bedeutung des Begriffes Terroir bei Weinkonsumenten. Die meisten Antworten aus der Studie vereinigen den Begriff von Terroir mit dem geographischen Ursprung. Die Anzahl der verbrauchten Wörter für die Beschreibung des Terroirs korreliert mit einer hohen Verwicklung der Konsumenten im Thema Wein. Die Ergebnisse erlauben den Hinweis vorzuschlagen, die Kommunikation nach den Verbrauchern auszurichten, mit besonderer Beachtung die Informationen einfach und klar verständlich darzustellen.

## Riassunto

## ■ Il 'Terroir': mito o realtà per i consumatori di vino?

Attraverso il mondo, i consumatori utilizzano una gamma di criteri nella loro valutazione di vino durante il processo di acquisto. Tuttavia, un criterio comune di acquisto è la nozione di 'regione' riconosciuta come uno dei criteri più importanti in questo processo. Per i consumatori francesi, la nozione di 'regione' ricupera spesso più lontano della sola area specifica ed associa spesso la nozione di 'terroir'. La sfida per i produttori europei è di sapere quale sono le caratteristiche associate alla nozione di 'terroir' e l'importanza accordata dai consumatori e poi come assicurarne la comunicazione. Pochi lavori riguardano oggi la conoscenza del consumatore nei confronti al 'terroir'; questo studio mette in evidenza l'importanza accordata al terroir per i consumatori ma con pochi consensi in quanto a ciò che il concetto trascina. La maggioranza delle risposte associa la nozione di terroir a quella di origine geografica. Il numero di termini utilizzati dai consumatori per descrivere il terroir è in legame col livello di impegno dei consumatori nei confronti il vino. Questi risultati permettono di proporre delle piste per orientare la comunicazione verso i consumatori secondo il loro livello di implicazione.

## Remerciements

Ce travail a été fait avec le soutien financier d'INTERLOIRE et de VINIFLOR et en collaboration avec F. Brugière.

## Bibliographie

- Aurier P., Fort F. & Sirieux L., 2005. Exploring Terroir Product Meanings for the Consumer. *Anthropology of Food* 4 (5), 22.
- Lockshin L., 1998. Involved or not involved? *Australian and New-Zealand Wine Industry Journal*, 302.
- Lockshin L. & Hall J., 2003. Consumer purchasing behaviour for wine: what we know and where we are going. In: Lockshin L. & Rungie C. (Eds.) *International Colloquium in Wine Marketing 2003*, Adelaide, University of South Australia.
- Lockshin L., Jarvis W., D'Hauteville F. & Perrouty J.-P., 2006. Using simulations from discrete choice experiments to measure consumer sensitivity to brand, region, price, and awards in wine choice. *Food Quality and Preference* 17, 166–178.
- Wilson D., Parker E., Melnick M. & Jourjon F., 2007. The Concept of Terroir as the Cornerstone of a European Marketing Strategy: Implications from Wine Consumer Research BACCHUS, St. Catharines, Ontario, Canada, Brock University.
- Wilson D. & Jourjon F., 2010. "Promoting Wine by 'Terroir'". In: The 5th International Academy of Wine Business Research conference to be held at the University of Auckland, February 8–10, 2010.

# DUVOISIN Puidoux



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



## Ne laissez pas le mauvais temps détruire le fruit de votre travail !

Nous assurons vos vignes, les bois de vigne et les jeunes vignes à l'aide d'une couverture complète contre la grêle et autres calamités naturelles.



Case postale, 8021 Zurich  
Tél.: 044 257 22 11  
Fax: 044 257 22 12  
info@grele.ch  
www.grele.ch



**Schweizer Hagel  
Suisse Grêle  
Assicurazione Grandine**  
AU SERVICE DE L'AGRICULTURE

## BERNARD FREI

soulever ↑ déplacer → transporter

Bernard Frei + Cie SA  
rue des Moulins 22  
2114 Fleurier  
tél. 032 867 20 20  
info@bernardfrei.ch  
www.bernardfrei.ch



[www.bobcat.ch](http://www.bobcat.ch)

## BOBCAT SORT SES GRIFFES

INCOMPARABLES: CHARGEUSES ET PELLES COMPACTES



### PELLES COMPACTES BOBCAT

- pilotage fin et précis
- puissance hors norme
- poste de conduite confortable et accueillant
- large palette d'accessoires

### CHARGEUSES COMPACTES BOBCAT

- maniable, faible encombrement
- modèles à roues ou à chenilles
- grande force de levage et de poussée
- N°1 mondial incontesté



## 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



## SOL • CONSEIL



*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

## PÉPINIÈRES VITICOLES

JEAN-CLAUDE



La Tronche  
73250 FRÉTERIVE • FRANCE

TÉL. 00 33 479 28 54 18

PORT. 00 33 680 22 38 95

FAX 00 33 479 65 68 12

E-MAIL: jeanclaude.fay@wanadoo.fr

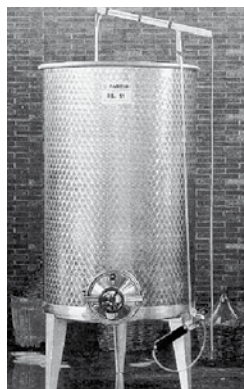
www.plants-de-vigne-fay.com

- 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



## 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



Un broyage irréprochable,  
la clé de la réussite  
en viticulture et en arboriculture.

**KUHN, c'est  
ma force !**



Vos vignes et vos vergers sont les clés de votre réussite. KUHN vous propose une large gamme de broyeurs avec de nombreux avantages. Que vous soyez viticulteur ou arboriculteur, nos machines sont conçues afin de vous accompagner dans tous vos travaux. Si vous souhaitez savoir comment les produits ou les services de KUHN peuvent améliorer votre rentabilité, rendez-vous chez votre Partenaire Agréé KUHN.

**KUHN Center Schweiz, 8166 Niederweningen**

Téléphone +41 44 857 28 00

Fax +41 44 857 28 08

www.kuhncentresuisse.ch

**Responsable Suisse Romande :**

Jacques-Alain Pfister, Tél. 079 928 38 97

Cultures | Elevages | Paysages

**be strong, be KUHN**

# Stades phénologiques repères des fruits à pépins (pommier et poirier)

Bernard BLOESCH et Olivier VIRET, Agroscope, 1260 Nyon – Avec la collaboration technique de Carole PARODI  
Renseignements: Bernard Bloesch, e-mail: [bernard.bloesch@agroscope.admin.ch](mailto:bernard.bloesch@agroscope.admin.ch), tél. +41 22 363 43 76, [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)



## Introduction

La phénologie est l'étude de l'apparition d'événements annuels périodiques dans le monde vivant, déterminée par les variations saisonnières du climat.

Chez les végétaux, les différentes étapes constituant ces événements sont par exemple le développement foliaire, la floraison et la fructification aboutissant à la maturation des fruits.

En arboriculture, plusieurs systèmes de description accompagnés de dessins représentatifs des principaux stades repères des arbres fruitiers ont été proposés. Le plus couramment utilisé est le code Baggiolini subdivisé en 16 stades de A à P (Baggiolini 1952).

Dans les années 1990, un code décimal (de 00 à 100) appelé échelle BBCH a finalement permis de disposer d'un système uniforme pour décrire le développement de l'ensemble des plantes cultivées. Adopté par les chercheurs, les techniciens et les praticiens, il facilite notamment l'échange des données informatiques (Lancashire *et al.* 1991; Hack *et al.* 1992).

La définition des stades repères des arbres fruitiers proposée par les différents auteurs n'est pas toujours la même. Les phénomènes végétatifs décrits ou leur période d'apparition peuvent d'ailleurs différer d'une espèce fruitière ou d'une variété à l'autre. L'établissement d'une correspondance entre les différents systèmes a donc été nécessaire.

## NOUVEAU! | Les stades repères en format poster

Le développement phénologique du pommier et celui du poirier sont également présentés en deux posters didactiques de 100 x 70 cm en français, en allemand ou en italien. Ils peuvent être commandés (CHF 30.– le poster, port inclus) auprès de:

AMTRA, M<sup>me</sup> Antoinette Dumartheray, route de Duillier 50, 1260 Nyon 1, tél. 079 659 48 31, [info@revuevitiarbohorti.ch](mailto:info@revuevitiarbohorti.ch), ou sur Internet: [www.revuevitiarbohorti.ch](http://www.revuevitiarbohorti.ch)

Ce document propose une nouvelle présentation, accompagnée d'illustrations originales, harmonisant les données actuellement reconnues. Le développement des fruits à pépins, en l'occurrence celui du pommier et du poirier, est ainsi décrit du débourrement à la maturation des fruits sous une forme synthétique. Les stades décrits par Baggiolini, encore très utilisés dans la pratique, sont mis en correspondance avec l'échelle internationale BBCH.

Les photos ont été réalisées durant deux années de végétation dans les vergers expérimentaux d'Agroscope à Changins (VD, Suisse), sur la variété Gala pour le pommier et William's pour le poirier.













Dans le tableau des pages suivantes, cinq stades principaux de l'échelle BBCH, subdivisés en stades secondaires, ont été retenus pour le codage du développement des fruits à pépins. ■














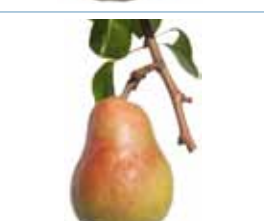
Stade 0	Repos hivernal
Stade 5	Apparition de l'inflorescence
Stade 6	Floraison
Stade 7	Développement des fruits
Stade 8	Maturation des fruits

## Bibliographie

- Baggiolini M., 1952. Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Revue romande d'Agriculture et d'Arboriculture* 8 (1), 4–6.
- Lancashire P. D., Bleiholder H., Van Den Boom T., Langelüddeke P., Stauss R., Weber E. & Witzemberger A., 1991. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann. appl. Biol.* 119, 561–601.
- Hack H., Bleiholder H., Buhr L., Meier U., Schnock-Fricke U., Weber E. & Witzemberger A., 1992. Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. – Erweiterte BBCH-Skala, Allgemein. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 44 (12), 265–270.

Code BBCH	Code Baggiolini	<b>Pommier</b> Stade repère (Gala)	Description	<b>Poirier</b> Stade repère (William's)
<b>0 = Repos hivernal</b>				
00	A		<b>BOURGEON D'HIVER (dormance)</b> Les bourgeons sont fermés et recouverts de leurs écailles protectrices.	
<b>5 = Apparition de l'inflorescence</b>				
51	B		<b>GONFLEMENT DES BOURGEONS</b> Premier gonflement visible du bourgeon floral; les écailles ont des taches claires et s'allongent.	
53	C		<b>ÉCLATEMENT DES BOURGEONS</b> Les extrémités des feuilles entourant les fleurs sont visibles.	
54	C3		<b>OREILLE DE SOURIS</b> Les extrémités des feuilles dépassent les écailles de 10 mm, les premières feuilles se séparent.	
56	D		<b>BOUTON VERT</b> Les fleurs encore fermées commencent à se séparer.	

Code BBCH	Code Baggiolini	<b>Pommier</b> Stade repère (Gala)	Description	<b>Poirier</b> Stade repère (William's)
<b>5 = Apparition de l'inflorescence</b>				
57	E		<b>BOUTON ROSE</b> Les sépales s'ouvrent légèrement, les pétales s'allongent et deviennent visibles.	
59	E2		<b>BALLONNETS</b> La plupart des fleurs forment avec leurs pétales un ballon creux.	
<b>6 = Floraison</b>				
61	F		<b>DÉBUT FLORAISON</b> Environ 10 % des fleurs sont ouvertes.	
65	F2		<b>PLEINE FLORAISON</b> Plus de 50 % des fleurs sont ouvertes, les premiers pétales tombent.	
67	G		<b>FLORAISON DÉCLINANTE</b> La plupart des pétales sont tombés.	
69	H		<b>FIN FLORAISON</b> Tous les pétales sont tombés.	

Code BBCH	Code Baggiolini	Pommier Stade repère (Gala)	Description	Poirier Stade repère (William's)
<b>7 = Développement des fruits</b>				
71	I		<b>NOUAISON</b> Diamètre des fruits jusqu'à 10 mm, chute physiologique des jeunes fruits.	
72	J		<b>TAILLE NOISETTE</b> Diamètre des fruits jusqu'à 20 mm.	
74			<b>STADE T</b> Fruits dressés, la base du fruit et sa tige forment un T, diamètre des fruits jusqu'à 40 mm.	
77			<b>CROISSANCE DES FRUITS</b> Les fruits ont atteint 70 % de leur taille finale.	
<b>8 = Maturation des fruits</b>				
81			<b>DÉBUT MATURATION</b> Les fruits ont atteint leur taille finale, la couleur spécifique de la variété apparaît.	
85			<b>MATURITÉ AVANCÉE</b> Intensification de la coloration spécifique de la variété.	
87–89			<b>RÉCOLTE, PLEINE MATURITÉ GUSTATIVE</b> Goût et consistance des fruits typiques de la variété.	

## Paw paw: de la banane indienne à l'eau-de-vie

Sonia PETIGNAT et Kaspar HUNZIKER, Agroscope, 8820 Wädenswil

Renseignements: Sonia Petignat, e-mail: sonia.petignat@agroscope.admin.ch, tél. +41 44 783 63 43, www.agroscope.ch

Le fruit de l'asiminier (*Asimina triloba* ou *paw paw*) possède une chair très savoureuse. Largement répandu dans l'est des Etats-Unis, ce fruit de goût et d'aspect exotiques est bien adapté à notre climat et ne requiert que peu de soins. Des essais de culture ont déjà été menés en Suisse depuis longtemps pour approvisionner le marché local, mais jusqu'ici ce fruit n'a pas réussi à trouver sa place, même en tant que produit de niche. Cet échec est peut-être dû à la forte concurrence qui règne sur le marché des fruits exotiques ainsi qu'à l'aspect peu attrayant du fruit et à sa chair assez consistante. Afin de valoriser malgré tout les cultures existantes, les chercheurs d'Agroscope à Wädenswil ont essayé de fabriquer de l'eau-de-vie de *paw paw*. Les résultats sont prometteurs.



Verger de *paw paw*.

Egalement appelé bananier indien, le *paw paw* (*Asimina triloba*) appartient à la famille des Annonacées (*Annonaceae*). Les huit espèces du genre *Asimina* forment des buissons et des arbres de petite taille, croissant dans la strate inférieure des zones subtropicales et tempérées d'Amérique du Nord. L'aire d'extension naturelle des *paw paw* couvre de vastes régions de l'est du continent nord-américain, de l'Ontario au Texas. Sa capacité à se développer dans des zones climatiques

différentes rend cette espèce tolérante aux conditions du milieu et très résistante aux froids hivernaux. Fleurissant au printemps (de mi-mai à fin mai en Suisse), elle ne craint pas le gel.

Pour l'instant, le *paw paw* n'a pas trouvé sa place sur le marché économique mondial. Pour tenter d'inverser cette tendance, des essais américains et européens, notamment dans les Universités du Maryland et de Florence, cherchent depuis longtemps à adapter les variétés et les systèmes de culture pour cette espèce.

En Suisse, ACW possède depuis 1999 un petit verger de *paw paw* sur le domaine expérimental des fruits à noyau de Breitenhof, sans toutefois en faire un essai intensif. De leur côté, quelques producteurs suisses font le pari de cultiver ces fruits à l'aspect exotique et au goût sucré, qu'ils vendent directement au marché.

### Le fruit

Réunis en grappe, les fruits pèsent chacun 120 à 250 g, selon la variété et la charge. Généralement jaune, ou parfois orange, leur chair renferme de grosses graines. Sa texture est douce et crémeuse et son goût sucré est mêlé d'arômes de mangue, d'abricot et de banane et souvent d'une pointe de vanille. Sa teneur en eau est relativement faible, mais elle contient en revanche une assez grande quantité de graisse, de protéines, de fibres et d'hydrates de carbone. Avec 80 kilocalories par 100 grammes de chair, le fruit du *paw paw* possède une haute valeur nutritive. Les teneurs en vitamines A et C sont également élevées (Raths et Rusterholz 1997). Traditionnellement, les fruits du *paw paw* sont consommés frais, coupés en deux et dégustés à la cuillère. Seules les graines et la peau ne sont pas consommées. Certaines personnes ne supportent pas le fruit cru, qui peut provoquer des brûlures d'estomac, parfois des nausées ou des diarrhées.

### La culture

En principe, le *paw paw* se cultive dans des zones fertiles et pas trop sèches. Des essais menés à Feldbach, au bord du lac de Zurich, montrent que les fruits arrivent à maturité à peu près en même temps que les pommes «Braeburn», la variété «Overleese» mûrissant même deux à trois semaines avant. La période de végétation est donc assez longue.



Les pépinières et jardinerie suisses proposent principalement les variétés «Prima», «Sunflower» et «Overleese». Un peu plus précoce que les deux autres, cette dernière convient aux vergers moins bien situés, mais elle n'est pas autofertile et donne des récoltes un peu moins abondantes. Les deux autres variétés sont autofertiles. Pour les cultivateurs professionnels, il est conseillé de planter plusieurs variétés afin d'augmenter le rendement.

Exposé au soleil (c'est-à-dire hors de son environnement naturel ombragé), le *paw paw* atteint 3 à 5 m et prend la forme d'une pyramide. Dans un verger professionnel, la distance de plantation conseillée est de 2,5 x 4,3 m. Les jeunes plants sont greffés sur des porte-greffe de semis. En l'absence de normes standard, les propriétés des semis peuvent présenter de grandes différences. Il est recommandé d'utiliser de jeunes plants provenant de culture en conteneur, car les plants à racines nues subissent un énorme choc à la plantation, ce qui peut retarder jusqu'à deux ans le moment où



Fruits de *paw paw* près de la maturité.



Aspect externe et interne du fruit de *paw paw*.

l'arbre commence à donner des fruits (Raths et Rusterholz 1997). Afin d'entrer plus tôt en production, les jeunes plants peu vigoureux devraient recevoir un apport d'éléments nutritifs. La fumure et l'entretien du sol des lignes de *paw paw* sont les mêmes que pour les arbres fruitiers à pépins. Dans l'ensemble, cette culture requiert peu de soins. Sous nos latitudes, la protection phytosanitaire n'est pratiquement pas nécessaire contre les maladies et les ravageurs. Même aux Etats-Unis, les ravageurs spécifiques qui s'y développent ne posent pas de gros problèmes.

Les travaux de taille sont limités. A la différence de nombreuses autres espèces fruitières, le *paw paw* ne nécessite pas de taille de formation. Les fruits poussant sur le bois jeune, il est important de régénérer régulièrement la branche fruitière. De son côté, la couronne devrait être éclaircie de temps en temps.

Diverses sources indiquent qu'il est primordial de polliniser les fleurs du *paw paw* manuellement pour la réussite de la production. Les expérimentations menées depuis de nombreuses années sur le domaine de Breitenhof et à Feldbach n'ont pas confirmé cette observation. Les fleurs violettes dégagent une odeur nauséabonde qui attire divers insectes et la pollinisation manuelle ne fait pas augmenter le rendement de manière notable. Dans l'ensemble, les rendements varient considérablement et sont faibles par rapport au nombre d'arbres. Lorsqu'il atteint sa pleine production, un arbre donne environ 10 kg de fruits, selon le site et l'année. Les fruits peuvent être récoltés lorsqu'ils passent du vert au jaune et que leur chair ramollit légèrement. Après cueillette, ils peuvent être stockés plusieurs semaines dans des entrepôts frigorifiques à une température d'environ 2 à 3°C. Ces fruits délicats doivent être manipulés avec précaution pour éviter les blessures.

## La commercialisation

Il est difficile de commercialiser le *paw paw*. Contrairement à d'autres fruits exotiques, ce fruit souffre d'un manque de notoriété qui handicape sa mise en marché, malgré ses grandes qualités nutritives et gustatives. Son aspect peu attrayant et sa digestibilité parfois médiocre sont des raisons supplémentaires pour qu'il ne se soit pas imposé, même sur le marché local. Lorsque le producteur a un contact direct avec le consommateur et qu'il lui explique les avantages de la culture du *paw paw* (aucun traitement phytosanitaire!), il peut en écouler de petites quantités, par exemple sur le marché de Rapperswil (SG). En revanche, ces fruits se vendent difficilement en grandes quantités, car leur entreposage est délicat.

Il faut par conséquent envisager un autre mode de consommation que le fruit frais. Une possibilité serait de réduire le fruit en purée conservable au congélateur, pour l'utiliser ensuite dans la fabrication de glaces, de frappés ou autres. Toutefois, la forte teneur en sucre et l'arôme très intense du *paw paw* pourraient aussi se révéler très bien adaptés à la production d'eau-de-vie. Des essais ont été effectués dans ce sens par Agroscope à Wädenswil.

## Du fruit à l'eau-de-vie

Comme pour toutes les eaux-de-vie, seuls les meilleurs fruits du *paw paw* permettent d'obtenir un produit fini de grande qualité. Une cueillette manuelle est donc indispensable pour prélever exclusivement des fruits mûrs. Avant la fermentation, ceux-ci peuvent être conservés sans problème au réfrigérateur durant quelques semaines.

Le processus de fermentation débute par un nettoyage méticuleux, le tri et le partage des fruits en deux. Leurs graines assez grosses et leur peau épaisse peuvent être laissées. De la pectinase est ajoutée au moût pour qu'il se liquéfie rapidement au foulage. Ainsi, le jus se forme promptement et l'oxygène restant peut être extrait au plus vite. Le jus doit être acidifié pour atteindre un pH de 3,2, le pH du fruit avoisinant 6,0. A cette fin, on utilise un mélange composé à égalité d'acide lactique et d'acide phosphorique. L'ajout de levure de culture pure (Lalvin W15, au dosage prescrit par le fabricant) garantit une fermentation rapide et propre des fruits. Celle-ci dure 21 jours. Pendant cette période, le moût est placé dans des récipients fermés hermétiquement et munis de bondes de fermentation, puis distillé immédiatement. Les graines déposées au fond de la cuve de fermentation ne devraient pas être distillées, car elles peuvent induire la formation de carbamate d'éthyle.

Comme tous les fruits exotiques, le *paw paw* contient de nombreuses composantes aromatiques sulfuriques. Il est donc indispensable de travailler proprement et de disposer d'un alambic recouvert de cuivre. Enfin, il est très important de maintenir une température de chauffe constante et un déroulement lent de la distillation.

A ACW, la distillation a été réalisée avec deux plateaux à cloche. La séparation des alcools de tête s'est basée sur une analyse sensorielle (brûlant, dissolvant, vernis à ongles), celle de l'eau-de-vie de cœur est intervenue lorsque le col de cygne a atteint une température de 84 °C et celle des queues de distillation à 94 °C. Seule la séparation délicate et maîtrisée des alcools de tête et des queues de distillation permet d'obtenir un produit fini impeccable.

L'eau-de-vie contient environ 79 % du volume d'alcool et, après avoir reposé pendant deux mois, de l'eau désionisée lui a été additionnée à trois reprises pour atteindre une teneur de 43 % du volume. L'abaissement progressif du taux d'alcool évite que le distillat ne se trouble et permet à l'arôme de se développer pleinement dans le produit non filtré.

### Analyse sensorielle

- **Odeur (arômes, caractéristiques du fruit):** très fraîche et fruitée, de mangue, d'abricot et de banane, complétée par une touche de vanille et de caramel ainsi que de discrètes composantes de fruits secs.
- **Goût et sensation en bouche:** doux, gouleyant et long en bouche.
- **Impression générale (harmonie):** eau-de-vie fruitée très harmonieuse avec des composantes exotiques.
- **Valeurs intrinsèques et rendement du fruit au moment de la distillation:** pH 6,0; sucre 15–19° Brix; rendement 8 %.

### Commercialisation de l'eau-de-vie

Pour l'instant, deux entreprises suisses ont produit et commercialisé de l'eau-de-vie fine de *paw paw*. Les dégustateurs sont souvent surpris par l'arôme fruité du distillat et certains sont même assez téméraires pour l'acheter. La plupart du temps cependant, les consommateurs optent par habitude pour le kirsch. Cette attitude conservatrice montre qu'il est indispensable de faire déguster les nouveaux produits. L'entreposage de l'eau-de-vie de *paw paw* est simple: conservée à l'abri de la lumière et dans un récipient adéquat, celle-ci garde son arôme fruité et frais sans problème un an après sa fabrication. ■

Publicité



«Grâce à Pergado mes raisins ne sont pas touchés par le mildiou.»

Constant Jomini  
Vigneron/encaveur, Chexbres/VD  
www.syngenta.ch

syngenta

## Mauro Jermini, gardien de la porte du Sud

Chef du groupe de recherche sur la protection des végétaux au sud des Alpes, Mauro Jermini porte sa «méridionalité» dans son accent ensoleillé et son rire généreux. Il soutient que sa vocation lui est venue «par hasard», tandis qu'il secondait son père dans les vignes familiales du Malcantone. Après une maturité scientifique au Collège de Lugano, il part étudier l'agronomie au Poly de Zurich. Il éprouve d'emblée un vrai coup de foudre pour la protection des végétaux, se passionnant pour les insectes et les champignons pathogènes auxquels il consacre tous ses travaux d'étudiant.

Son diplôme «d'ing.agr.» obtenu, il a l'opportunité de revenir au pays natal: engagé par Giorgio Jelmini au Centre de Cadenazzo pour un stage de quatre mois sur l'infection florale de la vigne par *Botrytis cinerea*, il obtient dès 1987 le poste d'adjoint scientifique libéré par Remo Caccia. Ses projets et centres d'intérêt sont multiples: gestion du mildiou et de la cicadelle verte pour la vigne, maladies de la tomate, incidence du changement climatique sur les cultures maraîchères sous abri, etc., le tout selon les principes de la production intégrée alors en plein essor. Il sourit à ce souvenir: «Giorgio Jelmini m'a laissé une totale liberté...»

### Le contact et l'ouverture

Ces différents domaines de recherche l'amènent à développer de fructueuses collaborations avec la Station de Wädenswil, le Centre des Fougères à Conthey, l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL ou encore les producteurs tessinois à travers le Forum extension maraîchère. Sa conviction se renforce que les problèmes sanitaires s'inscrivent dans une approche globale de la plante et qu'une culture constitue un système. «Lorsqu'un nouveau parasite survient: 1. on évalue les dégâts, 2. on voit comment le contrer. Par exemple, les dégâts spectaculaires de la mineuse américaine ont prouvé qu'ils ne mettaient pas la vigne en danger, ce qui laisse le temps d'élaborer une stratégie pour favoriser les parasitoïdes naturels de cette espèce.»

### Le Tessin, tremplin du Sud vers le Nord

Responsable du Centre de Cadenazzo en 2005, puis chef du Groupe de protection des végétaux au sud des Alpes, Mauro Jermini obtient son doctorat en 2010 sur l'influence du mildiou sur le comportement de la vigne. Profondément ancré dans son terroir, il a une vision précise de sa mission: le Tessin est la «porte sud» de la Suisse, que franchissent les nouveaux organismes – souvent



Mauro Jermini (photo Thierry Castellazzi, Agroscope)

en avion ou en camion – auxquels les conditions plus chaudes permettent de s'acclimater: ravageurs, maladies et plantes néophytes envahissantes. La région prend ainsi le rôle de «laboratoire en plein air» pour le jour où les nuisibles passeront la barrière des Alpes et s'installeront au nord de la Suisse. Il s'agit donc de trouver des solutions qui, demain, seront utiles dans les régions plus froides, comme ce fut le cas pour la flavescence dorée de la vigne ou le ravageur du maïs *Diabrotica virgifera*.

Le Tessin est aussi une région à forte biodiversité, qu'il faut inventorier et surveiller: rien que dans la vigne, 247 espèces d'araignées ont été recensées (22% des espèces suisses, dont 12 nouvelles) et 441 espèces de plantes (14,3% de la flore suisse, dont 6,7% sont sur la liste rouge ou d'autres sont des néophytes envahissantes), une diversité «violente dans sa richesse» qui éclipsé les espèces semées dans la vigne mais peut aussi servir à favoriser les parasitoïdes en lutte biologique.

Bon vivant, ce fan du Hockey-Club de Lugano apprécie l'instant présent, la lecture, les amis, son jardin et sa profession qui lui permet de faire ce qu'il aime.

*Sei fortunato, ragazzo!*

Eliane Rohrer, Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture

Tant qu'il ne saura pas voler,  
vous pourrez compter sur la Rega.



Devenez donateur: [www.rega.ch](http://www.rega.ch)



## Ecole supérieure de technicien vitivinicole

En septembre 2013 débutera la première volée de l'Ecole supérieure ES. Ce nouveau diplôme, jouissant d'une reconnaissance sur le plan national et international, offrira une formation étoffée intégrant la viticulture et l'œnologie, complétée d'un solide bagage en gestion d'entreprise. Il correspondra grosso modo au double diplôme en viticulture et œnologie de l'Ecole spécialisée actuelle, avec un renforcement du marketing et de la gestion ainsi que l'apprentissage de l'allemand.

### Profil professionnel de technicien/ne vitivinicole ES

Le/la technicien/ne vitivinicole ES produit et commercialise du vin issu essentiellement de sa propre vendange. Ses clients sont notamment des particuliers, des restaurateurs et des négociants qui s'inscrivent principalement dans un contexte de proximité.

### Compétences opérationnelles principales

Elle/il est capable de:

- analyser la situation actuelle de son entreprise et ainsi de définir sa stratégie entrepreneuriale;
- conduire son vignoble de manière à assurer une vendange de qualité et dans le respect de l'environnement;
- vinifier sa récolte selon les exigences de qualité et les besoins des consommateurs;
- s'insérer dans le réseau de commercialisation national et d'être le plus près possible de ses clients. Cela implique la connaissance d'une seconde langue nationale. Par ailleurs, elle/il utilise les méthodes modernes de marketing;
- gérer la conduite de son personnel.

### Durée des études ES

24 mois à plein temps ou 48 mois à temps partiel.

### Contenu des études

- Cours et travaux pratiques: 1600 h
  - Travail personnel: 800 h
  - Stages pratiques: 720 h
  - Travail de diplôme: 320 h
  - Voyage d'études et travail de semestre: 160 h
- Total: 3600 h d'enseignement.

### Titres décernés

- Technicien/ne vitivinicole dipl. ES
- Dipl. Weinbautechniker/in HF
- Tecnico vitivinicolo dipl. SSS



### Préparation aux examens finaux du Brevet et de la Maîtrise de viticulteur, de caviste, d'arboriculteur

Les modules de préparation à ces examens fédéraux sont intégrés à l'Ecole supérieure de technicien vitivinicole.

### Conditions d'entrée à l'Ecole supérieure

Etre détenteur/trice d'un CFC de viticulteur/trice ou CFC de caviste et faire la preuve de douze mois d'expérience professionnelle après CFC, achevés avant l'entrée à l'ES.

Les détenteurs d'un autre CFC ou d'une maturité gymnasiale sont astreints à passer un CFC de viticulteur ou de caviste: dans ce cas, il n'y a pas d'obligation de bénéficier d'une expérience professionnelle après ce CFC. ■

Philippe Dupraz, professeur

# Amaline Flow, une nouvelle composante dans la stratégie de lutte contre le mildiou de la vigne

Une stratégie optimale de protection phytosanitaire en viticulture doit comporter plusieurs produits avec des matières actives de groupes différents. Syngenta reste fidèle à ce principe en dotant son assortiment d'un nouveau fongicide, Amaline Flow.

Amaline Flow est le nouveau fongicide de Syngenta contre le mildiou de la vigne; il contient, outre du cuivre, du zoxamid, une matière active possédant un mécanisme d'action différent de celui des fongicides courants. C'est pourquoi Amaline Flow s'intègre parfaitement dans le programme de traitement de Syngenta contre les maladies de la vigne. Il s'utilise trois fois, de préférence après la floraison, dans une suite de traitements comportant les produits Quadris Max et Pergado. Il est recommandé d'utiliser les produits en alternance. Amaline Flow est miscible avec les anti-oïdium Slick ou Astor. Amaline Flow peut être utilisé pour le dernier traitement de couverture en août, car il contient aussi du cuivre.

## Recommandations pour la lutte contre l'oïdium

Les fongicides à base de strobilurine sont utilisés avec succès depuis de nombreuses années. Des pertes d'activité sur oïdium ont toutefois été constatées dans quelques régions du Valais. Syngenta a reconnu ce problème et adapté ses recommandations en conséquence. Selon ces recommandations, Quadris Max ne devrait pas être utilisé plus de deux fois de suite sur les trois applications annuelles autorisées. Nous recommandons en outre d'ajouter à chaque traitement 0,25% de Thiovit Jet (3-4 kg/ha). Dans les régions ayant enregistré une forte perte d'activité, les fongicides à base de strobilurine ne doivent être appliqués qu'en alternance avec des produits aux matières actives différentes. Slick ou Astor conviennent particulièrement bien à cet effet.

## Produits de Syngenta contre le mildiou

Avec Pergado, un dérivé de l'acide mandélique, Syngenta a dans son assortiment un produit anti-mildiou maintenant bien connu, qui se distingue par son excellente durée d'action. Grâce à son fort pouvoir de fixation à la surface des feuilles et des baies, ce produit garantit une protection prolongée et efficace des rafles et des baies en développement.



Le mildiou de la vigne (*Plasmopara viticola*).

Ayant enrichi notre offre en introduisant Amaline Flow, Syngenta offre au viticulteur une stratégie de lutte complète contre le mildiou ainsi que contre l'oïdium.

## Avec Switch contre le botrytis

Le botrytis (pourriture grise) est l'une des maladies les plus importantes de la vigne, à côté du mildiou et de l'oïdium. Cette maladie est sûrement contrôlée avec Switch, partenaire fiable qui a fait ses preuves. Appliqué dans une zone de grappes bien dégagée peu avant la fermeture des grappes, il protège efficacement le raisin de la pourriture. Malgré une longue utilisation, Switch reste le standard incontesté dans la lutte contre le botrytis.



Informations et conseils techniques par téléphone au 0900 800 008  
Syngenta Agro AG, Rudolf-Maag-Strasse 5, 8157 Dielsdorf

# Chauffage

refroidissement

# Ventilation

climatisation

# Sanitaire

# Un seul partenaire

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](http://www.vonauw.ch)



**Demandez l'original**

Wenger Technologie de Boissons SA  
Rte de Granges 50  
CH-1616 Attalens  
Tel. +41 21 947 44 10 - Fax +41 21 947 44 11  
Natel +41 79 675 03 33  
email : info@wengertechnologie.ch