

VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



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

Portes ouvertes

L'alimentation de demain:
un défi pour la recherche d'aujourd'hui

18-19-20 juin 2010
Changins, Nyon (VD)

Protection des végétaux

Lutte contre la pourriture grise et résidus de fongicides
dans les raisins et le vin **Page 86**

Viticulture

Enherbement du vignoble genevois: bilan et perspectives **Page 96**

Arboriculture

Aptitude des variétés de pommes à la transformation industrielle **Page 138**

profilsager

plastic in form

steinfix®

profils de bordure pour des jardins soignés



steinfix rund

Pour des lisières vertes de chemins et terrasses.



steinfix gerade



steinfix netz

Maintient la pierre bien en place grâce à une large assise.



steinfix kombi

Lignes claires dans la conception de jardins.

Sommaire

Mars–Avril 2010 | Vol. 42 | N° 2



Photographie de couverture :
La Station de recherche
Agroscope Changins-Wädenswil
ACW ouvre ses portes à
Changins du vendredi 18 au
dimanche 20 juin 2010

Nos revues sont référencées 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.amtra.ch

Rédaction

Judith Auer (directrice et rédactrice en chef), Eliane Rohrer et Sibylle Willi. Tél. +41 22 363 41 54, fax +41 22 363 41 55,
E-mail: eliane.rohrer@acw.admin.ch

Comité de lecture

J.-Ph. Mayor (directeur général ACW), O. Viret (ACW),
Ch. Carlen (ACW), N. Delabays (ACW), B. Graf (ACW),
U. Zürcher (ACW), L. Bertschinger (ACW), C. Briguet (directeur EIC),
Dominique Barjolle (directrice Agridea Lausanne)

Publicité

inEDIT Publications SA, Serge Bornand
Rue des Jordils 40, CP 135, 1025 Saint-Sulpice, Tél. +41 21 695 95 67

Préresse

inEDIT Publications SA, 1025 Saint-Sulpice

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.

Service des abonnements

Abonnement annuel
Suisse CHF 43.–
France (Euros) 34.–
Autres pays CHF 49.–

Renseignements et commandes

Cathy Platiau, Agroscope Changins-Wädenswil ACW,
1260 Nyon 1, Suisse
Tél. +41 22 363 41 51, fax +41 22 363 41 55
E-mail: cathy.platiau@acw.admin.ch, www.amtra.ch

Versement

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

Commande de tirés-à-part

Vous trouverez la liste et les prix de nos tirés-à-part sous
www.amtra.ch.

Tous nos tirés-à-part peuvent être commandés en ligne sur le site
www.agroscope.ch, publications, shop.

85	Editorial
	Protection des végétaux
86	Lutte contre la pourriture grise et résidus de fongicides dans les raisins et le vin Olivier VIRET, Pierre-Henri DUBUIS, Bernard BLOESCH, Edmond ZUFFEREY, Patrick EDDER, Didier ORTELLI, Emanuelle COGNARD et Alexandre DE MONTMOLLIN
	Viticulture
96	Enherbement du vignoble genevois: bilan et perspectives Elisabeth FORTIER, Tal SHANI et Stéphane BURGOS
	Petits fruits
106	Fraisiers sur substrat: quelles alternatives à la tourbe? André ANCAY, Fabien FREMIN et Pascal SIGG
	Actualités
117	Portes ouvertes à Changins du 18 au 20 juin 2010
	Culture maraîchère
122	Economie d'énergie sous serre par intégration des températures en culture de tomate sur substrat Céline GILLI, André GRANGES et Christoph CARLEN
	Protection des végétaux
132	Efficacité du traitement à l'eau chaude contre les oeufs de <i>Scaphoideus titanus</i>, vecteur de la flavescence dorée de la vigne Christian LINDER, Lukas SCHAUB et Françoise KLÖTZLI-ESTERMANN
	Arboriculture
138	Aptitude des variétés de pommes à la transformation industrielle Emira MEHINAGIC, Erwan BOURLES et Frédérique JOURJON
	Actualités
147	Acception des vins de cépages résistants par les consommateurs Markus VAN DER MEER, Franco WEIBEL, Dominique LÉVITE, Andi HÄSELI, Dominique VOMBACH et Daniel WYSS
151	Page de l'EIC
153	Portrait

VITICULTURE VITICULTURE VITICULTURE

Notre programme pour la protection des cultures.

Toutes les meilleures solutions au sein d'une même gamme.

Les produits peuvent léser la santé ou l'environnement. Absolument observer les mesures de précaution sur les emballages.
 © Marque déposée de BASF, Ludwigshafen, D. / ©1 de Makhteshimi/Agan, I.L. / ©2 de Monsanto, USA / ©3 de Ishihara Sangyo Kaisha Ltd., Japan. / ©4 de Genetec Electric Co., USA

● **Cabrio® Star**

- efficace contre toutes les maladies importantes

● **Vivando®**

- le fongicide contre l'oïdium

● **Mildicut®3**

- le fongicide anti-mildiou hautement actif

● **Forum® Star**

- le fongicide combiné pénétrant contre le mildiou

● **Cantus® + Silwet®4 L-77**

- protection inédite contre le botrytis

● **Pyrinex®1**

- idéal contre les ravageurs

● **Roundup®2 Turbo**

- pour des vignes propres

● **Oscar**

- herbicide à action systémique et résiduaire

● **Glifonex®2**

- un glyphosate avec conditions super intéressantes

**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

Tous les
fongicides sur
www.omya-agro.ch

LEGEND* et VERITA®

Vos vignes méritent la meilleure protection fongique

Magistral contre l'oïdium et le mildiou
 Sécurité d'efficacité sur feuilles et sur grappes
 Bonne durée d'efficacité



Omya (Schweiz) AG
AGRO

CH-5745 Safenwil Tel. 062 789 23 41
www.omya-agro.ch

Marques enregistrées
 Observer les indications de risques et les conseils de sécurité figurant sur l'emballage

Editorial

Portes ouvertes d'Agroscope Changins-Wädenswil ACW Site de Changins les 18, 19 et 20 juin 2010



Jean-Philippe Mayor
Directeur général ACW

L'alimentation de demain: un défi pour la recherche d'aujourd'hui

C'est bien connu, par le passé (peut-être parfois encore aujourd'hui ?), certains milieux avaient tendance à considérer la recherche comme travaillant dans sa tour d'ivoire à l'abri de tout regard. Or, pour Agroscope Changins-Wädenswil ACW tel n'est pas le cas et ne l'a jamais été puisqu'elle communique très régulièrement les résultats de sa recherche auprès des professionnels, des écoles, des consommateurs et également du grand public. Dans cette démarche, **les Portes ouvertes du site de Changins** constituent une chance pour ACW de s'adresser à un large public de professionnels et de non-professionnels curieux, tous avides de connaissances nouvelles.

Bien que la recherche agronomique ait un coût pour le législateur, nous pouvons vous assurer que cet argent est bien investi. Maintenant déjà, mais encore davantage ces prochaines années, notre défi majeur, à nous acteurs agronomiques, sera de nourrir neuf milliards de personnes d'ici à 2050, soit deux milliards et demi de plus qu'aujourd'hui, sans disposer davantage de terre ni d'eau et en affrontant les premiers effets sérieux du réchauffement climatique. En outre, et comme depuis fort longtemps, il faudra que tous les acteurs travaillent dans le plus grand respect de l'environnement afin de lui assurer la durabilité indispensable au maintien d'une large biodiversité, garante de stabilité. Vaste programme ! Pour ce faire, les besoins en connaissances et en recherche sont considérables.

Agroscope y travaille déjà dans une large mesure et c'est dans cet esprit que nous avons élaboré le programme d'activité actuel que nous vous invitons à découvrir lors des **portes ouvertes d'Agroscope ACW à Changins les 18, 19 et 20 juin 2010**.

Vous aurez donc l'occasion de vous familiariser avec les domaines de prédilection d'ACW :

- Un environnement préservé
- La plante et son milieu
- La sécurité et la suffisance alimentaire
- La qualité, le plaisir et la santé
- L'éthique et l'alimentation

Désireux d'assurer l'efficacité de leurs travaux à moyen et à long terme, les chercheuses et chercheurs d'ACW montrent leur capacité à anticiper les problèmes, à inscrire leurs travaux dans des réseaux de collaboration et de compétences nationaux et internationaux et à garantir la diffusion de leurs résultats aux partenaires concernés. A cet égard, il leur tenait à cœur non seulement de présenter leurs travaux, mais aussi de montrer leur utilité dans la chaîne de valeur ajoutée que représentent les différents acteurs des filières. Pour cette raison, plusieurs partenaires nous font l'amitié d'être des nôtres. Ils sont le prolongement légitime de notre activité. Un grand merci à eux d'avoir saisi l'importance nationale que représente cette occasion rare de présenter au grand public une large part des activités agronomiques.

En outre, plusieurs animations sont prévues pour le plaisir d'abord des enfants, mais aussi de leurs parents et aînés. Alors, rendez-vous à la source et venez nombreuses et nombreux, vous ne serez pas déçu. Et que brille le soleil pour nos **portes ouvertes 2010 du site de Changins !**

Lutte contre la pourriture grise et résidus de fongicides dans les raisins et le vin

Olivier VIRET¹, Pierre-Henri DUBUIS¹, Bernard BLOESCH¹, Edmond ZUFFEREY¹, Patrick EDDER²,
Didier ORTELLI², Emanuelle COGNARD² et Alexandre DE MONTMOLLIN³

¹Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 1260 Nyon 1

²Service de la consommation et des affaires vétérinaires, 1211 Genève

³Service de la viticulture du canton de Genève, 1228 Plan-les-Ouates

Renseignements: Olivier Viret, e-mail: olivier.viret@acw.admin.ch, tél. +41 22 363 43 82



La pourriture grise peut provoquer d'importantes pertes économiques (Gamay 5–44, Changins, 28.9.06).

Introduction

La pourriture grise, causée par le champignon *Botrytis cinerea*, est un des principaux problèmes pathologiques de la vigne. Elle peut altérer complètement la récolte à quelques semaines des vendanges, à l'exemple de l'année 2006 (Viret *et al.* 2007). L'utilisation des fongicides

spécifiques doit être aussi limitée que possible, en raison des risques importants de résistance du champignon aux matières actives. *B. cinerea* est en effet particulièrement problématique, en raison de sa très grande capacité d'adaptation, son large spectre de plantes hôtes et ses caractéristiques saprophytes (revue complète sur le sujet par Pezet *et al.* 2004). Des isolats résis-

tants peuvent exister dans la nature avant même qu'un fongicide spécifique y soit appliqué. Cet élément, ainsi que la pénétration limitée de la bouillie après le stade de la fermeture des grappes et la difficulté de déposer suffisamment de matière active sur les baies sphériques et hydrophobes, expliquent l'efficacité souvent décevante des traitements dans la pratique.

En Suisse, les recommandations de lutte en viticulture préconisent l'alternance stricte des matières actives, et l'application de fongicides spécifiques uniquement à la fermeture des grappes et à la véraison. Les infections florales (McClellan et Hewitt, 1973; Pezet et Pont, 1986; Nair *et al.* 1995; Viret *et al.* 2004), bien que pouvant être à l'origine d'environ 30 % de la pourriture visible aux vendanges (Keller *et al.* 2003), sont généralement combattues par l'usage de matières actives à efficacité partielle engagées contre le mildiou. Les matières actives de synthèse sont applicables jusqu'à mi-août au plus tard, et jusqu'à fin août pour le cuivre. Selon la date des vendanges et la précocité des cépages, des viticulteurs demandent parfois des applications plus tardives, ce qui pose la question du risque de résidus dans le raisin et le vin. Pour les produits phytosanitaires, des valeurs limites ou de tolérance sont fixées pour chaque molécule dans le raisin et le vin par l'Office fédéral de la santé publique et publiées dans l'Ordonnance fédérale sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires (RS 817.021.23). Ces valeurs maximales ne doivent en aucun cas être dépassées et sont sous la surveillance des chimistes cantonaux. De manière générale, les produits phytosanitaires appliqués sur les grappes se dégradent durant les étapes d'élaboration du vin, à l'exception de certaines molécules (Cabras *et al.* 2001; Cabras et Angioni, 2000). L'analyse de 250 vins suisses et étrangers prélevés dans le commerce a montré que la majorité des vins contenaient des traces de produits phytosanitaires, bien qu'à des taux inférieurs aux limites tolérables (Edder et Ortelli, 2005). Ce résultat positif ne doit toutefois pas faire oublier l'objectif de produire des vins si possible exempts de traces de produits phytosanitaires. A la suite de l'étude de Edder et Ortelli (2005), qui a observé un niveau de concentration plus élevé en résidus (principalement en fenhexamide) dans les vins suisses, de nombreuses variantes de traitement anti-botrytis ont été testées afin de déterminer les stratégies permettant de minimiser les résidus tout en contrôlant efficacement la pourriture grise (Edder *et al.* 2009).

Cet article présente la synthèse de trois ans d'expérimentation de lutte contre la pourriture grise en relation avec l'efficacité et les résidus de produits phytosa-

Résumé ■ La pourriture grise est un des principaux pathogènes de la vigne. L'efficacité des stratégies de lutte est souvent limitée par les conditions météorologiques du mois de septembre. En Suisse, l'application de fongicides spécifiques n'est pas autorisée après mi-août. Malgré l'important délai que représente cette échéance jusqu'aux vendanges, le risque de résidus de produits phytosanitaires dans les raisins et le vin n'est pas négligeable. Des essais ont été conduits de 2006 à 2008 sur du Gamay, sur le domaine d'Agroscope ACW à Changins (VD), afin de connaître le taux de résidus dans les raisins et le vin en fonction des stratégies de lutte contre la pourriture grise. Ces stratégies avaient fourni, dans une précédente étude, le meilleur compromis entre efficacité et faible quantité de résidus. De manière générale, les matières actives utilisées contre la pourriture grise, le mildiou et l'oïdium se dégradent partiellement durant l'élaboration du vin. Les quantités de résidus analysées dans le vin sont infimes et toujours largement inférieures aux tolérances admises. La production de vin sans trace de produits phytosanitaires anti-botrytis, bien que souhaitable, ne peut être garantie que par la plantation de cépages résistants, comme le Gamaret.

nitaires analysés dans les raisins et le vin. La problématique des résidus dans le vin est également discutée.

Matériel et méthodes

Essais de lutte

Les essais ont été conduits à Agroscope ACW, Changins, sur du Gamay (clone 5-44) sensible à la pourriture et sur du Gamaret (résistant), greffés sur 3309 et conduits en cordon permanent de 2006 à 2008 (parcelles élémentaires: 70 m²). Les fongicides spécifiques contre la pourriture ont été appliqués à l'aide d'un turbodiffuseur (Fischer) monté sur une chenillette, calibré selon la méthode Caliset (Viret et Siegfried, 2009), aux périodes suivantes:



Tableau 1 | Stratégies de lutte anti-botrytis efficaces et permettant de minimiser le niveau de résidus dans le vin. Les variantes 1 à 3 ont été répétées durant trois ans, les variantes 4 à 8 durant deux ans.

	Traitements		
	A	B	C
Variante 1	folpet (1,2)	cyprodinil (0,45) fludioxonil (0,3)	–
Variante 2	folpet (1,2)	–	cyprodinil (0,45) fludioxonil (0,3)
Variante 3	fenhexamide (0,77)	cyprodinil (0,45) fludioxonil (0,3)	–
Variante 4	folpet (1,2)	folpet (1,2) trifloxystrobine (0,15)	–
Variante 5	folpet (1,2)	folpet (1) trifloxystrobine (0,15) iprovalicarbe (0,16)	–
Variante 6	folpet (1,2) trifloxystrobine (0,15)	cyprodinil (0,45) fludioxonil (0,3)	–
Variante 7	folpet (1) trifloxystrobine (0,15) iprovalicarbe (0,16)	cyprodinil (0,45) fludioxonil (0,3)	–
Variante 8	folpet (1,2)	cyprodinil (0,45) fludioxonil (0,3)	folpet (1,2) trifloxystrobine (0,15)
Témoin	folpet (1,2)	–	–

A = floraison (environ 80 % de la chute des capuchons floraux); B = avant la fermeture de la grappe; C = début véraison. Les valeurs entre parenthèses indiquent la quantité de matière active appliquée en kg/ha.

- A : à la fin de la floraison (21.6.06, 7.6.07, 24.6.08);
- B : avant la fermeture des grappes (11.7.06, 6.7.07, 16.7.08);
- C : au début de la véraison (15.8.06, 26.7.07, 8.8.08).

Les traitements B et C ont été concentrés dans la zone des grappes avec un volume de bouillie de 300 l/ha, et le traitement A sur tout le feuillage à 250 l/ha. Les variantes sont décrites dans le tableau 1. La lutte contre le mildiou et l'oïdium a été réalisée de manière homogène dans toutes les parcelles avec des fongicides sans effets secondaires contre *B. cinerea* (folpet, cymoxanil, fosétyl-AI, iprovalicarbe, contre le mildiou et soufre mouillable, difénoconazol et spiroxamine contre l'oïdium). Les jours précédant les vendanges (28.9.06, 19.9.07, 23.9.08), la pourriture visible a été contrôlée sur 3 x 50 grappes par variante en estimant, pour chaque grappe, la proportion de la surface lésée (0, 1/10, 1/4, 1/2, 3/4, 100 %) permettant de calculer le

pourcentage moyen de grappes atteintes et l'intensité moyenne de la pourriture. L'efficacité de la lutte a été calculée pour chaque variante par rapport à l'intensité de l'infection dans les témoins non-traités.

Vinification

Chaque variante a été récoltée et vinifiée séparément à la cave expérimentale d'Agroscope ACW à Changins. La récolte a été égrappée, foulée et macérée durant 10 jours; les marcs ont été pressés avant la fermentation malolactique (FML) induite par l'inoculation de bactérie lactique (*Leuconostoc oenos*). Après la FML, les vins ont été stabilisés à l'aide d'acide sulfureux (solution aqueuse à 5 %) et filtrés avant la mise en bouteille.

Analyse des résidus

1,5 kg de raisin par variante, prélevé aux vendanges, et 250 ml de vin fini en bouteille ont été transmis au Service de la consommation et des affaires vétérinaires du canton de Genève qui a analysé les résidus selon la procédure décrite par Edder *et al.* (2009). Les résultats sont présentés en mg/kg (ppm).

Résultats et discussion

Le développement de la pourriture grise est très fortement influencé par les conditions météorologiques proches de la récolte. En 2006, après les abondantes pluies du mois d'août, les premiers foyers infectieux sont apparus à l'intérieur des grappes et ont provoqué d'importants dégâts vers la fin du mois de septembre, marqué par des conditions humides et chaudes. Aux vendanges, l'intégralité des grappes des témoins non-traités étaient infectées avec une intensité moyenne de 58,9 % et étaient impropres à la vinification. En 2007, la pression de la maladie était nettement moins importante, malgré un été très mouillé. Dans les témoins, 45 % des grappes étaient atteintes avec une intensité moyenne de 14,5 %, en raison des conditions sèches de la première quinzaine de septembre. Le millésime 2008, caractérisé par un mois de septembre mouillé (200 % de la norme de trente ans) avec une concentration des précipitations durant les 15 premiers jours du mois, a été proche de 2006, avec toutefois une intensité des infections moins importante (47,9 %; fig. 1). Dans ces conditions d'expérimentation, le Gamaret sans traitement anti-botrytis n'a jamais pourri (fig. 1), confirmant son excellente résistance qui permet une optimisation de la maturation basée sur la date des vendanges.

Dans les variantes répétées durant trois ans (fig. 1),

l'efficacité d'une application spécifique à la fermeture des grappes (var. 1: 38,8 % à 80,3 %) ou à la véraison (var. 2: 56,8 % à 60,2 %) varie en fonction du millésime et de la dynamique de l'épidémie. Les meilleures efficacités (76,1 % à 85 %) ont été obtenues en appliquant deux traitements spécifiques à la fin de la floraison et à la fermeture des grappes (var. 3). Les variantes 1 à 3 étaient toutes constituées de trois matières actives. Dans les variantes expérimentées durant deux ans (fig. 2), l'augmentation du nombre de matières actives de 2 (var. 4), 3 (var. 5), 4 (var. 6 et 8) à 5 (var. 7) n'est pas cor-

relée avec une amélioration de l'efficacité, mais augmente potentiellement le risque de résidus dans le raisin. Lorsque la pression de la maladie est forte en raison de conditions climatiques favorables à la pourriture, comme en 2008, les performances des fongicides sont limitées, indépendamment des matières actives engagées (fig. 2). Seul le potentiel de résistance du cépage, comme pour le Gamaret (Pezet *et al.* 2003) permet de produire des raisins sains, sans l'application de fongicides spécifiques, évitant tout risque de résidus de ces matières actives dans les raisins et le vin. >

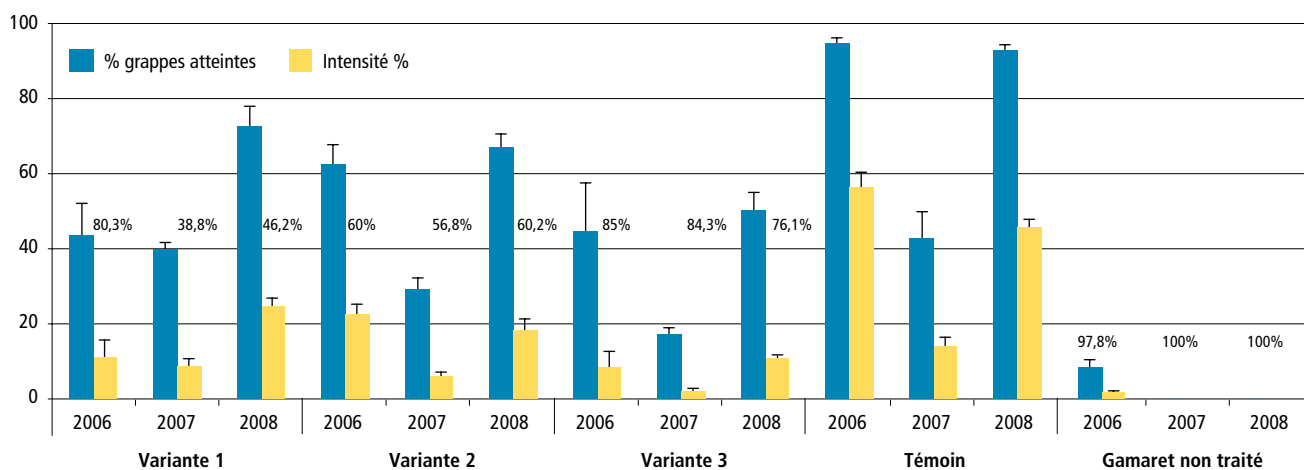


Figure 1 | Pourriture visible aux vendanges en fonction des variantes (tabl. 1) de lutte contre *Botrytis cinerea* en 2006, 2007 et 2008, exprimée en % de grappes atteintes et intensité (%). Les poutres représentent les moyennes et écart-types de 3 x 50 grappes par variantes. Les valeurs en % indiquent l'efficacité de la variante par rapport aux témoins non-traités.

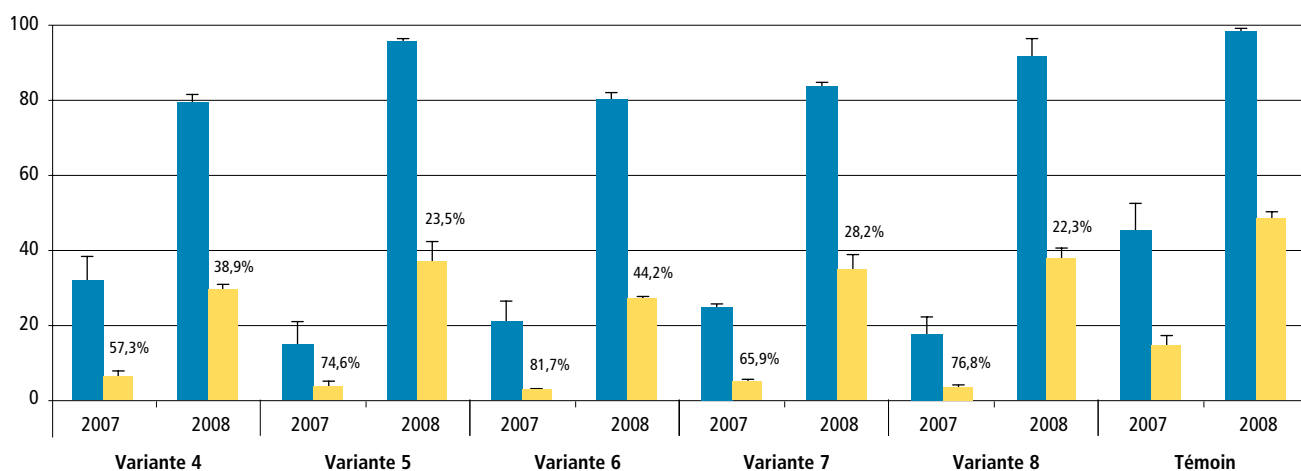


Figure 2 | Pourriture visible aux vendanges en fonction des variantes (tabl. 1) de lutte contre *Botrytis cinerea* en 2007 et 2008, exprimée en % de grappes atteintes et intensité (%). Les poutres représentent les moyennes et écart-types de 3 x 50 grappes par variantes. Les valeurs en % indiquent l'efficacité de la variante par rapport aux témoins non-traités.

Tableau 2 | Quantité de matière active retrouvée sur le raisin et dans les vins comparée à sa valeur de tolérance pour le raisin et le vin. Ensemble des variantes de traitement contre la pourriture grise, le mildou et l'oïdium.

Matière active	Raisin	VT _{raisin}	Vin	VT _{vin}
Folpet	0,23 à 5,8	3	– à 0,07	
Cyprodinil	0,014 à 0,37	3	– à 0,048	0,5
Fludioxonil	– à 0,31	3	– à 0,037	0,5
Spiroxamine	– à 0,08	1	0,006 à 0,022	1
Trifloxystrobine	– à 0,047	5	–	0,3
Iprovalicarb	0,01 à 0,031	2	0,019 à 0,055	1
Pyriméthanol	0,013	5	–	1
Fenhexamide	– à 0,01	5	– à 0,022	1,5
Cymoxanil	–	0,05	–	
Difénoconazole	–	0,2	–	
Fosétyl-Al	nt	1,5	nt	

VT = valeur de tolérance (mg/kg); – = aucun résidu détecté; nt = non testé. Valeurs données sous forme de fourchettes avec le minimum et le maximum de toutes les variantes.

Analyse des résidus

Le tableau 2 présente, pour chaque matière active appliquée contre la pourriture grise, le mildiou et l'oïdium, les résidus quantifiés dans les raisins et le vin en bouteille. La fourchette donne la valeur de résidu minimum et maximum mesurée pour la matière active considérée. Dans le vin, les valeurs de résidus sont toujours nettement en-dessous des valeurs de tolérance. Il en est de même pour le raisin (à l'exception du folpet, qui dépasse, dans 4 échantillons sur 22, la valeur limite de 3 mg/kg). Le folpet a été appliqué dans certaines variantes pour son efficacité partielle contre *B. cinerea*, mais il est avant tout appliqué contre le mildiou, seul ou en mélange avec d'autres matières actives. En 2008 par exemple, un total de 7,2 kg de folpet a été appliqué par hectare contre le mildiou dans toutes les variantes. En considérant la limite maximale de résidu (LMR) de l'Union européenne (5 mg/kg pour le folpet), seul un lot

de raisin dépassait ce seuil avec 5,8 mg/kg. Dans le vin, le folpet est rarement détecté, et en quantités infimes (tabl. 3). Même en considérant le phtalimide, un produit de dégradation du folpet, seules de très faibles quantités sont présentes dans le vin (tabl. 4).

Les quantités de résidus diminuent dans la majorité des cas très nettement entre le raisin et le vin (tabl. 2 et 4). Ceci s'explique par les étapes de transformation durant les vinifications, telles que la fermentation, le débouillage, le retrait des lies ou la filtration. Chaque matière active, du fait de ses propriétés physicochimiques, possède un potentiel d'extraction des baies et une cinétique de dégradation différents. Parmi les fongicides utilisés pour lutter contre le mildiou et l'oïdium (cymoxanil, difénoconazol, spiroxamine et fosétyl-Al), seuls des résidus de spiroxamine ont été retrouvés dans 13 des 22 vins analysés, ainsi que du folpet dans 3 vins, mais toujours en-dessous des valeurs de tolérance admises. Le fosétyl-Al n'a quant à lui pas été recherché. Pour un même plan de traitement, les quantités de résidus varient parfois fortement d'une année à l'autre (tabl. 3). La technique d'application et les conditions culturales n'ayant pas varié, seuls des facteurs environnementaux et climatiques peuvent expliquer ces différences. Le moment de l'application d'un anti-botrytis spécifique n'influence pas la quantité de résidus retrouvés dans le vin. Ces matières actives pénètrent dans les baies et se lient chimiquement aux éléments constitutifs des raisins, limitant leur dégradation dans le temps. Plus le nombre de matières actives appliquées est élevé, plus le nombre de molécules différentes retrouvées dans le vin risque d'être élevé (tabl. 3 et 4), sans gain d'efficacité significatif (fig. 1 et 2). De manière générale, par rapport à la quantité de matière active appliquée, une infime partie de la quantité d'anti-botrytis se retrouve dans les raisins aux vendanges (tabl. 4). Dans le vin, seules des traces de résidus sont observées pour toutes les matières actives. Le cyprodinil et l'iprovalicarb, également retrouvés sous forme de traces, restent relativement stable du raisin au vin fini.

Les méthodes analytiques permettant de détecter des teneurs toujours plus faibles de résidus posent la question de la définition des traces et de leurs éventuelles conséquences pour la santé humaine. Bien que l'objectif soit de produire des vins sans résidus de produits phytosanitaires, le débat sur les traces et leur cumul doit être pris au sérieux en vue de trouver des solutions agronomiques permettant de minimiser ces résidus. ➤

Tableau 3 | Résidus des fongicides anti-botrytis retrouvés dans le vin pour les 8 variantes du tableau 1 en fonction des années, de 2006 à 2008.

	Matières actives	2006	2007	2008	VT _{vin}
Variante 1	folpet	–	–	–	
	cyprodinil	0,045	–	0,025	0,5
	fluodioxonil	0,037	–	0,008	0,5
Variante 2	folpet	–	–	–	
	cyprodinil	0,046	–	0,030	0,5
	fluodioxonil	0,029	0,023	0,021	0,5
Variante 3	fenhexamide	0,022	–	–	1,5
	cyprodinil	0,048	–	–	0,5
	fluodioxonil	0,030	–	–	0,5
Variante 4	folpet	nt	–	–	
	trifloxystrobine	nt	–	–	0,3
Variante 5	folpet	nt	–	–	
	trifloxystrobine	nt	–	–	0,3
	iprovalicarbe	nt	0,019	0,055	1
Variante 6	folpet	nt	–	–	
	trifloxystrobine	nt	–	–	0,3
	cyprodinil	nt	–	0,024	0,5
	fluodioxonil	nt	–	–	0,5
Variante 7	folpet	nt	–	0,046	
	trifloxystrobine	nt	–	–	0,3
	iprovalicarbe	nt	–	0,020	1
	cyprodinil	nt	–	0,027	0,5
	fluodioxonil	nt	–	–	0,5
Variante 8	folpet	nt	–	0,070	
	cyprodinil	nt	–	0,023	0,5
	fluodioxonil	nt	–	–	0,5
	trifloxystrobine	nt	–	–	0,3
Témoin	folpet	–	–	0,061	

VT = valeur de tolérance (mg/kg); – = aucun résidu détecté; nt = non testé.

Tableau 4 | Quantité de matière active anti-botrytis appliquée par kg de raisin produit et résidus retrouvés dans le raisin et le vin en 2008.

	Matières actives	Rendement [kg/m ²]	Matières actives appliquées (mg/kg raisin produit)	Résidus raisin (mg/kg)	VT _{vin}
Variante 1	folpet	1,250	96	2,60 (–)*	–(0,033)*
	cyprodinil		36	0,350	0,025
	fluodioxonil		24	0,080	0,008
Variante 2	folpet	1,240	97	1,40 (–)*	–(0,043)*
	cyprodinil		36	0,025	0,030
	fluodioxonil		24	–	0,021
Variante 3	fenhexamide	1,504	51	–	–
	cyprodinil		30	0,370	–
	fluodioxonil		20	0,150	–
Variante 4	folpet	1,269	189	2,10 (–)*	–(0,029)*
	trifloxystrobine		12	0,018	–
Variante 5	folpet	1,300	169	2,10 (–)*	–(0,017)*
	trifloxystrobine		12	0,009	–
	iprovalicarbe		12	0,011	0,055
Variante 6	folpet	1,257	95	0,74 (–)*	–(0,017)*
	trifloxystrobine		12	–	–
	cyprodinil		36	0,220	0,024
	fluodioxonil		24	0,089	–
Variante 7	folpet	1,569	64	0,89 (0,11)*	0,046 (0,011)*
	trifloxystrobine		10	–	–
	iprovalicarbe		10	0,010	0,020
	cyprodinil		29	0,100	0,027
	fluodioxonil		19	0,044	–
Variante 8	folpet	1,249	192	0,23 (0,5)*	0,07 (0,026)*
	cyprodinil		36	0,190	0,023
	fluodioxonil		24	0,066	–
	trifloxystrobine		12	–	–
Témoin	folpet	1,441	83	1,70 (1,1)*	0,061 (0,016)*

* = quantité de phtalimide, produit de dégradation du folpet;

– = aucun résidu détecté;

VT = valeur de tolérance (mg/kg).

Conclusions

- Les études réalisées précédemment ont permis de sélectionner 8 stratégies de lutte anti-botrytis, efficaces et générant de très faibles quantités de résidus de pesticides dans le vin.
- La lutte contre la pourriture grise reste difficile. Son efficacité dépend essentiellement des conditions météorologiques du mois de septembre.
- Parmi les variantes de traitements retenues, l'application de matières actives spécifiques au moment de la fermeture des grappes ou de la véraison montre une efficacité variable en fonction du millésime et peu de différences en termes de résidus dans les raisins et le vin.
- De manière générale et dans les conditions expérimentales décrites, la plupart des fongicides pénétrants appliqués contre la pourriture mais également contre le mildiou et l'oïdium se retrouvent en traces sur les grappes et dans le vin.
- Le folpet a occasionnellement dépassé la tolérance admise sur le raisin, mais disparaît presque intégralement lors de la vinification.
- Durant la vinification, les traces de produits phytosanitaires diminuent, à l'exception de l'iprovalicarbe, qui reste stable.
- La production de vin sans aucune trace de fongicides reste un objectif à poursuivre, nécessitant des investigations expérimentales complémentaires. ■

Bibliographie

- Cabras P. & Angioni A., 2000. Pesticides residues in grapes, wine, and their processing products. *J. Agric. Food. Chem.* **48**, 967–973.
- Cabras P., Angioni A., Garau V., Pirisi F., Cabitza F., Pala M. & Farris G., 2001. Fenhexamid residue in grapes and wine. *Food Addit. Contamin.* **18**, 625–629.
- Edder P., Ortelli D., Viret O., Cognard E., De Montmollin A. & Zali O., 2009. Control strategies against grey mould (*Botrytis cinerea* Pers.: Fr.) and corresponding fungicide residues in grapes and wines. *Food Additives and Contaminants* **26** (5), 719–725.
- Edder P. & Ortelli D., 2005. Survey of pesticide residues in Swiss and foreign wines. *Trav. Chim. Aliment Hyg.* **96**, 311–320.
- Keller M., Viret O. & Cole F. M., 2003. Botrytis cinerea infection in grape flowers: defense reaction, latency, and disease expression. *Phytopathology* **93** (3), 316–322.
- McClellan W. D. & Hewitt W. B., 1973. Early Botrytis rot of grapes: time of infection and latency of *Botrytis cinerea* Pers. in *Vitis vinifera* L. *Phytopathology* **63**, 1151–1157.
- Nair N. G., Guilbaud-Oulton S., Barchia I. & Emmett R., 1995. Significance and carryover inoculum, flower infection and latency on the incidence of *Botrytis cinerea* in berries of grapevines at harvest in New South Wales. *Aust. J. Exp. Agric.* **35**, 1177–1180.
- Pezet R. & Pont V., 1986. Infection florale et latence de *Botrytis cinerea* dans les grappes de *Vitis vinifera* (var. Gamay). *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **18**, 317–322.
- Pezet R., Viret O. & Gindro K., 2004. Plant-microbe interaction: the Botrytis grey mould of grapes, biology, biochemistry, epidemiology, and control management. *Advances in Plant Physiology* **7**, 71–116.
- Pezet R., Viret O., Perret C. & Tabacchi R., 2003. Latency of *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. and biochemical studies during growth and ripening of two grape berry cultivars, respectively susceptible and resistant to grey mould. *J. Phytopath.* **151**, 208–214.
- Viret O., Keller M., Jaudzems V. G. & Cole F. M., 2004. Botrytis cinerea infection of grape flowers: light and electron microscopical studies of infection sites. *Phytopathology* **94** (8), 850–857.
- Viret O. & Siegfried W., 2009. Réglage du pulvérisateur. In: *Le Guide viti d'ACW 2009–2010*. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **41** (1), 26–27.
- Viret O. & Gindro K., 2007. La pourriture grise en 2006. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **39** (1), 61–63.

■ Summary Control strategies against grey mould and level of fungicide residues in grapes and wine

Botrytis grey mould is one of the most important grapevine diseases. Efficacy of specific fungicides is often limited by the climatic conditions in September. In Switzerland, the use of botryticides is only allowed until mid-August. In spite of the long period of time until harvest, the fungicides residues in the berries and wine have to be considered. Experiments have been conducted on the variety Gamay from 2006 to 2008 at Agroscope ACW Changins (VD) to analyse the level of residues depending on different control strategies. The strategies have been chosen according to previous experiments showing the best compromise between efficacy and residues. In general, the fungicides used against Botrytis, downy and powdery mildew, are degraded during winemaking. The level of residues in the wine is very low and was always largely under the accepted tolerance (MLR). The production of wines without traces of botryticides is desirable, but can only be guaranteed with gray mould resistant varieties, as Gamaret.

Key words: grey mould, *Botrytis cinerea*, fungicide residues, control strategies, grapevine.

■ Bekämpfungsstrategien gegen Botrytis und Rückstände in den Trauben und im Wein

Die Traubenfäule ist eine der wichtigsten Rebenkrankheit. Die Wirkung der spezifischen Fungizide ist oft durch die September-Witterungen beschränkt. In der Schweiz ist die Anwendung der Botrytizide nur bis Mitte August möglich. Trotz der langen Wartezeit bis zur Ernte müssen die Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in den Trauben und im Wein betrachtet werden. Versuche wurden von 2006 bis 2008 auf der Sorte Gamay von Agroscope ACW in Changins (VD) durchgeführt mit dem Ziel die Rückstände von Botrytiziden bezogen auf verschiedene Bekämpfungsstrategien zu untersuchen. Die Strategien wurden ausgewählt weil sie aus Vorversuche, die besten Wirkung – Rückstände Kompromisse darstellten. Generell werden die Fungizide gegen Botrytis, falschen und echten Mehltau während der Weinbereitung abgebaut. Die im Wein analysierten Rückstände sind sehr tief und immer deutlich unter der Markt toleranz. Die Herstellung von Weine ohne Spuren von Botrytiziden ist anzustreben, kann aber nur mit Resistenten Sorten wie Gamaret garantiert werden.

■ Riassunto Lotta contro botrytis e livello di residui nell'uva e nel vino

Il marciume grigio è uno dei principali patogeni della vite. L'efficacia delle strategie di lotta è spesso limitata dalle condizioni climatiche durante il mese di settembre. In Svizzera non è permesso applicare fungicidi specifici dopo la metà di agosto. Malgrado il lungo periodo di tempo che intercorre tra i trattamenti e la vendemmia, non è possibile escludere il rischio di residui di prodotti fitosanitari nell'uva e nel vino. Dal 2006 al 2008 Agroscope Changins-Wädenswil ACW (VD) ha condotto delle prove su Gamay con lo scopo di conoscere il tasso di residui nell'uva e nel vino in funzione delle strategie di lotta contro il marciume grigio. Queste strategie sono state scelte sulla base di precedenti prove che hanno dato il migliore compromesso tra efficacia e presenza di residui debole. In generale, i residui delle sostanze attive utilizzate contro il marciume, la peronospora e l'oidio sono degradati durante le vinificazioni. Il livello di residui analizzati nei vini è sempre molto basso e chiaramente sotto le soglie di tolleranza ammesse. Produrre vini senza tracce di prodotti fitosanitari antibotritici rimane un obiettivo che può essere garantito con delle varietà resistenti come il Gamaret.

perspectives réjouissantes

fischerUNDryser BASEL

Grâce à WIR vous
**augmentez votre
nombre de clients,
chiffre d'affaires
et bénéfice**

Appelez-nous
sans tarder:
021 613 06 70

Banque WIR
depuis 1934

www.banquewir.ch

Lausanne • Bâle • Berne • Lugano • Lucerne • St-Gall • Zurich


MASSEY FERGUSON
SERVICE


ROUGE ET LEADER

VISIONNAIRE PIONNIER LEADER SÉRIEUX FIABLE
DISPONIBLE ENGAGÉ FIER

Avec sa série de tracteurs spéciaux MF 3600 disponibles en 14 modèles dans les versions S, V, GE et F, la marque MF propose une gamme de tracteurs adaptés à chaque type d'utilisation. Vous bénéficierez ainsi de moteurs économiques et disposant d'un couple ainsi que d'un confort très élevés.

CV
69 - 100

MF3600

GVS-Agrar

GVS-Agrar AG, CH-8207 Schaffhausen
Tél. 052 631 19 00, Fax 052 631 19 29
info@gvs-agrar.ch, www.gvs-agrar.ch

selon la nature:
Bouchons en liège
certifiés FSC et ECOCERT

www.swisscork.ch

info@swisscork.ch • Tél. 055 618 40 30 • Fax 055 618 40 37

Groupe de vannes électriques Adaptable sur pulvérisateur et atomiseur Contrôle et réglage en cabine



- vanne générale + filtre + pression + débitmètre +
- vannes de 2 à 5 secteurs
- affichage et réglage en cabine

AgriTechno L'agriculture de précision

Case postale 24 - CH-1066 Epalinges
Tél. 021 784 19 60 - Fax 021 784 36 35

E-mail: agritechno-lambert@bluewin.ch - www.agritechno.ch

**Pépinières
viticoles**

Pierre Richard
Le Clozet
Route de l'Etraz 4
1185 Mont-sur-Rolle

Tél. 021 825 40 33
Fax 021 826 05 06
Nuitel 079 632 51 69

- Grand choix de cépages.
- Divers clones et portes-greffe.
- Production de plants en pots et traditionnels.
- Plantation machine.
- Location tarrière.
- Location arrache souches.

E-mail: pepiniere.richard@hispeed.ch

Enherbement du vignoble genevois : bilan et perspectives

Elisabeth FORTIER, Tal SHANI et Stéphane BURGOS, Ecole d'ingénieurs de Changins, 1260 Nyon

Renseignements: S. Burgos, e-mail: stephane.burgos@eichangins.ch, tél. +41 22 363 40 50



L'enherbement du vignoble genevois est de plus en plus courant. Mais quelle est sa composition ?

Introduction

La mise en place d'une couverture végétale dans les vignobles est une pratique de plus en plus courante. En France, 33 % des surfaces viticoles sont enherbées, avec un maximum de 85 % pour la région alsacienne (Grosman et Bourgouin, 2009). En Suisse, la région romande emboîte tranquillement le pas à la Suisse alémanique et au Tessin. Ce choix est justifié par différents motifs, d'ordre écologique (biodiversité), agronomique (lutte contre l'érosion) et législatif (paiements directs). Les vigneronnes sont ainsi confrontés à une nouvelle problématique: gérer avec efficacité cette flore spontanée. Pour cela, il est nécessaire de connaître les caractéris-

tiques de cet enherbement cohabitant avec la vigne (Delabays *et al.* 2009). Un premier inventaire de la végétation des vignes en Suisse romande a été effectué en 2004 par Clavier et Delabays (2006) sur une très grande superficie, allant de Genève au Valais, avec des conditions géo-pédo-climatiques très variables. En complément à cette première étude, un relevé botanique de 59 parcelles du vignoble genevois a été effectué en 2008 et 2009. Ces relevés ont pour objectif de répertorier les plantes présentes dans l'environnement genevois, en mettant l'accent sur les espèces dominantes et leur spectre biologique et écologique, tout en reliant les techniques d'entretien du sol au type de couverture végétale. Cette étude s'est accompagnée

d'une réflexion sur la possibilité de mettre en valeur l'enherbement selon des critères de biodiversité dans le cadre des prestations écologiques requises (PER). Enfin, dans une optique de protection des sols, une discussion sur les possibilités d'enherbement des parcelles désherbées est amorcée.

Matériel et méthodes

L'étude porte sur 59 parcelles (51 enherbées et 8 désherbées chimiquement) bien réparties sur l'ensemble du vignoble (fig. 1). Toutes font partie d'un réseau de recherche sur la caractérisation du potentiel climatique du terroir genevois mené par l'Ecole d'Ingénieurs de Changins (EIC). Les 59 parcelles sont plantées de gamaret ou de gamay sur porte-greffe 3309c, sans restriction quant au mode de conduite et d'entretien du sol. Les parcelles étant établies depuis plus de 8 ans, elles sont censées avoir atteint le niveau d'équilibre en termes de diversité et de dominance des espèces, en partant du principe que la gestion a été constante au cours de ces années.

Les relevés floristiques ont été effectués sur une longueur de 10 m au centre de la parcelle, représentant entre 10 et 25 m² selon la largeur de l'interligne. A l'exception de quelques parcelles, deux relevés ont été fait, en novembre 2008 et juin 2009, de manière à couvrir tout le spectre de la végétation. Les espèces ont été identifiées à partir du Nouveau Binz (Aeschiman et Burdet, 1994), du Flora Helvetica (Lauber et Wagner, 1998) et du Flora Vegetativa (Eggenberg et Möhl,



Figure 1 | Répartition des relevés botaniques dans les vignes du canton de Genève.

Tableau 1 | Conversion de l'échelle de Londo en pourcentage de recouvrement.

Echelle de Londo	0,1	0,2	0,4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Recouvrement relatif (%)	1	2	4	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Résumé ■ Au cours des dernières années, le vignoble genevois a considérablement modifié ses habitudes en matière d'entretien du sol : l'enherbement est devenu une pratique courante. Cet article dresse l'état des lieux de l'enherbement du canton et lance une réflexion sur les possibilités d'amélioration. Il démontre que la flore du vignoble est diversifiée mais dominée par quelques espèces typiques des prairies grasses. Le nombre de fauches ne semble pas avoir d'influence sur cette composition. Quelques petits efforts supplémentaires permettraient de considérer la majorité des parcelles enherbées comme surface de compensation écologique, avantage non négligeable pour les vignerons bénéficiant des paiements directs. Pour les parcelles désherbées étudiées, 50 % pourraient être enherbées sans risque trop important.

2008). La dominance, c'est-à-dire la surface occupée par chaque espèce, a été estimée à l'aide de l'échelle de Londo (Londo, 1976), puis convertie en pourcentage et appelée «recouvrement relatif» (tabl. 1). Le recouvrement relatif indique donc la proportion de la surface occupée par une espèce par rapport à l'ensemble de la surface couverte par la végétation. Cette mesure de recouvrement relatif permet de mieux comprendre la répartition des plantes selon différents critères (type biologique et groupe écologique), obtenus à partir du Flora Helvetica (Lauber et Wagner, 1998).

Les valeurs de richesse spécifique sont obtenues en additionnant le nombre d'espèces présentes sur une parcelle.

Une enquête auprès des vignerons a permis de rassembler des informations sur le nombre de fauches et la vigueur des parcelles.

Résultats et discussion

Inventaire floristique

Richesse spécifique

Les parcelles enherbées comptent entre 5 et 37 espèces différentes (moyenne 17), tandis que les parcelles dés-herbées en comptent entre 2 et 25 (moyenne 9) en incluant les plantes présentes sous les ceps (fig. 2). Au total, 104 espèces différentes ont été recensées.

La largeur relative de l'enherbement influence si- gnificativement la richesse de la parcelle : plus la bande enherbée occupe une proportion importante de la sur- face, plus le nombre d'espèces relevées est grand. Le nombre de fauches des parcelles enherbées n'a pas in- fluencé la richesse (données non présentées). Les plantes présentes dans les parcelles dés-herbées ont

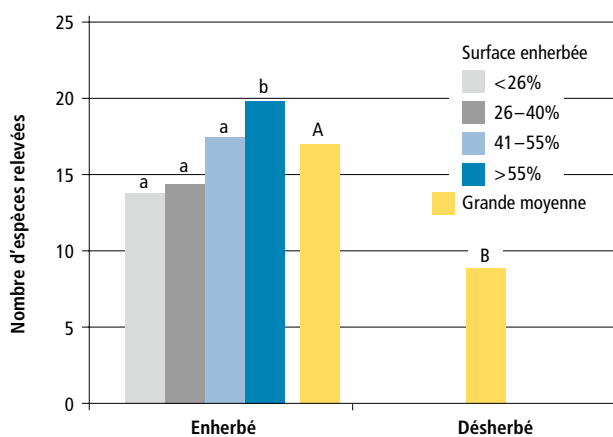


Figure 2 | Richesse spécifique selon le type d'entretien du sol. Les lettres différentes indiquent que les valeurs se distinguent significativement ($P < 0,05$).

échappé au traitement herbicide ou sont capables d'un développement très rapide leur permettant de croître entre 2 traitements. L'étude des spectres biolo- giques et écologiques des plantes relevées renseignera davantage sur les types de plante favorisés par le mode d'entretien du sol.

Fréquence et dominance des espèces dans l'interligne

Le nombre d'espèces relevé peut paraître impres- sionnant et témoigner d'une très grande variabilité de l'en- herbement du vignoble genevois. Toutefois, l'étude des plantes colonisant l'interligne démontre que ce n'est pas le cas. Les espèces présentes dans un nombre élevé de parcelles sont peu nombreuses (fig. 3). Au contraire, une grande majorité d'espèces n'apparaît que dans peu de relevés : près de 50 plantes différentes ne sont apparues que dans 1 à 4 relevés. Comme le mentionnent Clavien et Delabays (2006), cette distri- bution s'explique principalement par des conditions défavorables au développement des plantes dues aux nombreuses perturbations humaines. Ainsi, seules des espèces bien adaptées aux conditions culturales ac- tuelles de la vigne se rencontrent régulièrement dans les parcelles. Parmi les plantes peu communes, men- tionnons la présence à quelques reprises de la picride fausse vipérine (*Picris echioides*), espèce vulnérable en Suisse (risque élevé d'extinction) selon la Liste Rouge des fougères et plantes à fleurs menacées de Suisse (fig. 4).

Les quelques espèces fréquemment retrouvées oc- cupent une superficie au sol relativement importante (tabl. 2). Ainsi, l'ivraie vivace (*Lolium perenne*) était présente dans plus de 9 parcelles enherbées sur 10, y occupant en moyenne plus du tiers de la surface. Cette

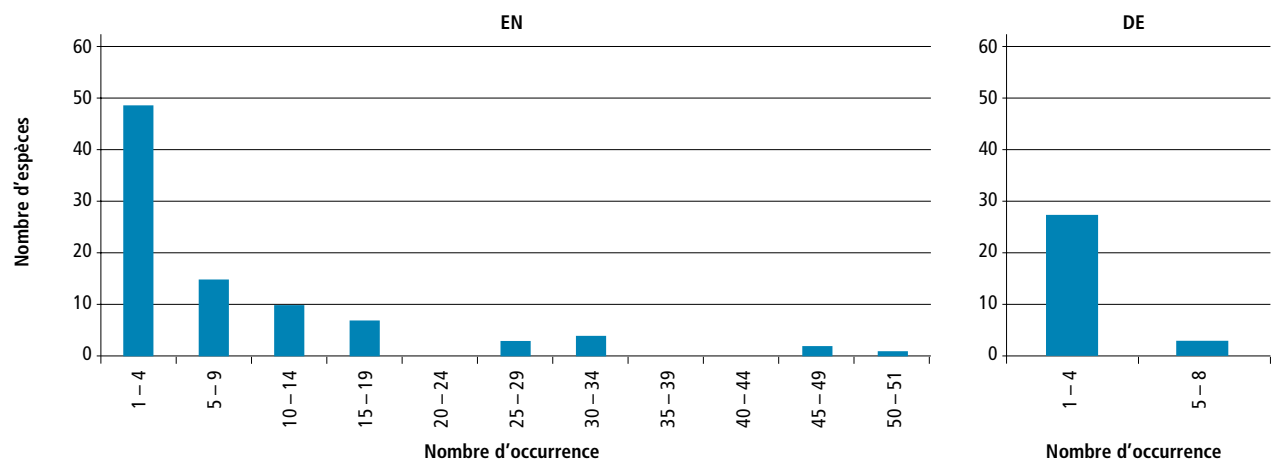


Figure 3 | Fréquence des espèces pour les vignes enherbées (EN) et dés-herbées (DE). La fréquence correspond au nombre de parcelles dans lesquelles une même plante a été relevée.



Figure 4 | *Picris echioides*: espèce vulnérable de Suisse présente dans quelques vignobles du canton situés à l'est du lac Léman (crédit photographique : Stemonitis).

espèce peut ainsi être qualifiée de dominante dans le vignoble genevois enherbé, à l'instar des vignobles de la Suisse romande (Clavien et Delabays, 2006). En conditions désherbées, des résultats similaires, et sans grande surprise, sont obtenus avec le liseron des champs (*Convolvulus arvensis*).

Types de végétation

L'analyse du recouvrement relatif des plantes de l'interligne permet de mieux comprendre la répartition des plantes selon différents critères. Parmi ces critères, le type biologique de Raunkier (Raunkier, 1934), permet de regrouper les plantes selon leur stratégie de survie pendant l'hiver. Ainsi, dans le vignoble genevois, un enherbement permanent favorise principalement le développement d'hémicryptophytes (h; fig. 5). Les hémicryptophytes sont des plantes pluriannuelles dont les bourgeons sont situés au niveau du sol ou juste au-dessous du sol (ex. ivraie vivace et pissenlit). Ce type biologique, fort utile pour la protection des sols contre l'érosion, est largement représenté par des graminées. Dans les parcelles désherbées, on retrouve une plus

Tableau 2 | Principales espèces présentes dans les vignes enherbées (EN) et désherbées (DE) et leur recouvrement relatif.

EN	Fréquence (%)	Recouvrement relatif (%)
Pissenlit (<i>Taraxacum officinale</i>)	100,0	12,0
Trèfle rampant (<i>Trifolium repens</i>)	94,1	9,5
Ivraie vivace (<i>Lolium perenne</i>)	92,2	33,9
Grand plantain (<i>Plantago major</i>)	64,7	3,3
Pâturin annuel (<i>Poa annua</i>)	64,7	7,6
Véronique de Perse (<i>Veronica persica</i>)	62,7	1,2
Liseron des champs (<i>Convolvulus arvensis</i>)	60,8	2,2
Plantain lancéolé (<i>Plantago lanceolata</i>)	52,9	3,8
Pâturin des prés (<i>Poa pratensis</i>)	51,0	16,7
Pâquerette (<i>Bellis perennis</i>)	49,0	1,2

DE	Fréquence (%)	Recouvrement relatif (%)
Liseron des champs (<i>Convolvulus arvensis</i>)	75,0	53,8
Véronique de Perse (<i>Veronica persica</i>)	75,0	18,0
Séneçon commun (<i>Senecio vulgaris</i>)	75,0	11,0
Pâturin annuel (<i>Poa annua</i>)	50,0	30,9
Vergerette du Canada (<i>Conyza canadensis</i>)	25,0	5,3

Le recouvrement relatif en italique signifie que ce recouvrement n'est pas dans les plus importants.

forte proportion de géophytes (g) et de thérophyte-hémicryptophytes (u). Ces plantes survivent durant l'hiver soit avec des bourgeons complètement cachés sous la terre (ex. ail des vignes et liseron des champs), soit par le biais de graines et/ou de bourgeons au niveau du sol (ex. pâturin annuel et véronique de Perse). Ces plantes sont adaptées à leur environnement : elles

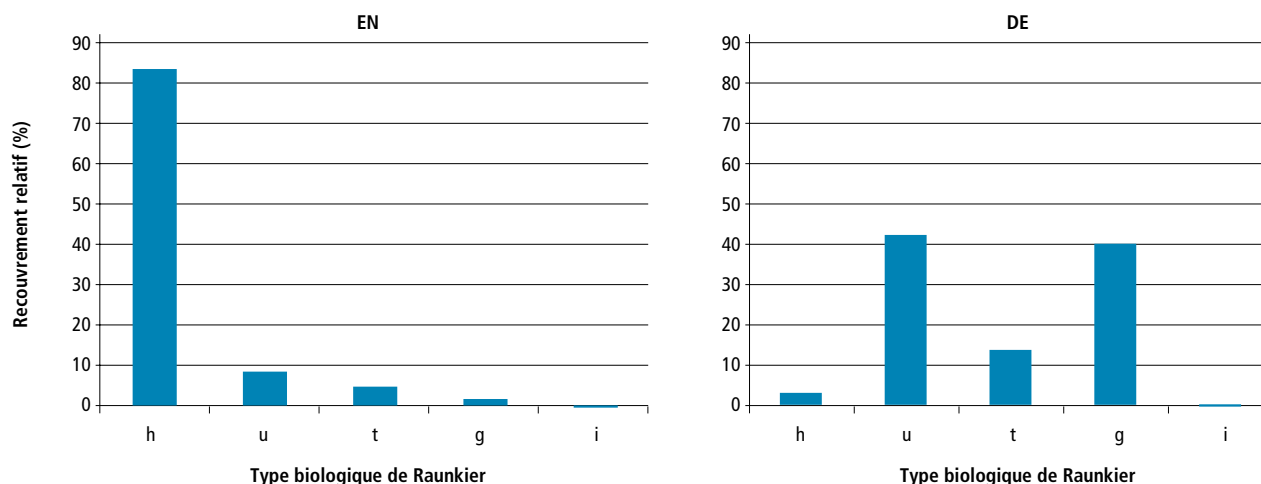


Figure 5 | Spectre biologique (type biologique de Raunkier) des espèces selon le recouvrement relatif pour les vignes enherbées (EN) et désherbées (DE). h : hémicryptophyte ; u : thérophyte-hémicryptophyte ; t : thérophyte ; g : géophyte ; i : phanérophyte sempervirent.

complètent leur cycle rapidement et/ou ne sont pas exposées aux traitements. Elles ont un effet incertain et irrégulier sur la protection des sols, puisque leur présence est aléatoire et/ou de courte période.

Un autre critère utilisé pour caractériser le type de végétation est le groupe écologique, c'est-à-dire le milieu de prédilection des espèces. Les surfaces enherbées montrent une large dominance de plantes de prairies grasses (G; fig. 6), qui regroupe les espèces peu nombreuses liées aux prairies fertilisées. Cette constatation, ainsi que le type biologique prédominant relevé, confirme que l'enherbement obtenu dans le vignoble genevois est caractéristique d'une prairie grasse. Quant aux surfaces dés herbées chimiquement, elles comportent une très grande majorité de plantes dites rudérales (R; fig. 6). Ce groupe, un peu large et mal défini, comprend les plantes occupant les terrains laissés ouverts mais non cultivés, ainsi que les compagnes des plantes cultivées, les mauvaises herbes. Toutes ces observations confirment celles obtenues par Clavien (2005) pour les vignobles de la Suisse romande. Encore une fois, l'intensité du fauchage, entre 1 et 5 passages par saison, n'a eu aucun impact sur le spectre biologique ou sur le groupe écologique de la flore présente (données non présentées).

Encourager l'enherbement

Delabays *et al.* (2009) ont résumé les différentes directives concernant la prise en compte des éléments floristiques

en viticulture. Parmi celles-ci, l'Ordonnance sur les Paiements Directs (OPD) permet de considérer la surface enherbée comme surface de compensation écologique (SCE). En effet, une «surface viticole présentant une biodiversité naturelle» (SVBN) peut être comptabilisée comme SCE. La SVBN doit posséder une végétation naturelle sur au moins 50 % de sa surface. De plus, la part totale de graminées de prairies grasses (principalement *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Agropyron repens*) et pissenlit (*Taraxacum officinale*) ne doit pas dépasser 66 % de la surface enherbée. Un enherbement naturel et varié est donc très intéressant pour atteindre la surface minimale en SCE nécessaire à l'obtention des paiements directs (3,5 ou 7 % de la SAU selon le cas), mais cet avantage est encore peu connu et exploité.

Abstraction faite des autres conditions à remplir pour obtenir la mention SVBN, seules 17 parcelles sur les 59 recensées dans le vignoble genevois pourraient obtenir ce titre (fig. 7). Pour les vignes dites larges (interrang supérieur à 1,4 m), 16 parcelles pourraient être considérées comme SVBN. Ce chiffre pourrait être augmenté à 24 si certaines parcelles élargissaient la bande enherbée pour atteindre 50 % de la surface viticole. De plus, comme le montre la figure 2, l'augmentation du nombre d'espèce est significative avec un enherbement de plus de 55 %. Elargir l'enherbement permettrait sans doute d'améliorer la composition botanique et de qualifier davantage de parcelles en SVBN. Il faut cependant tou-

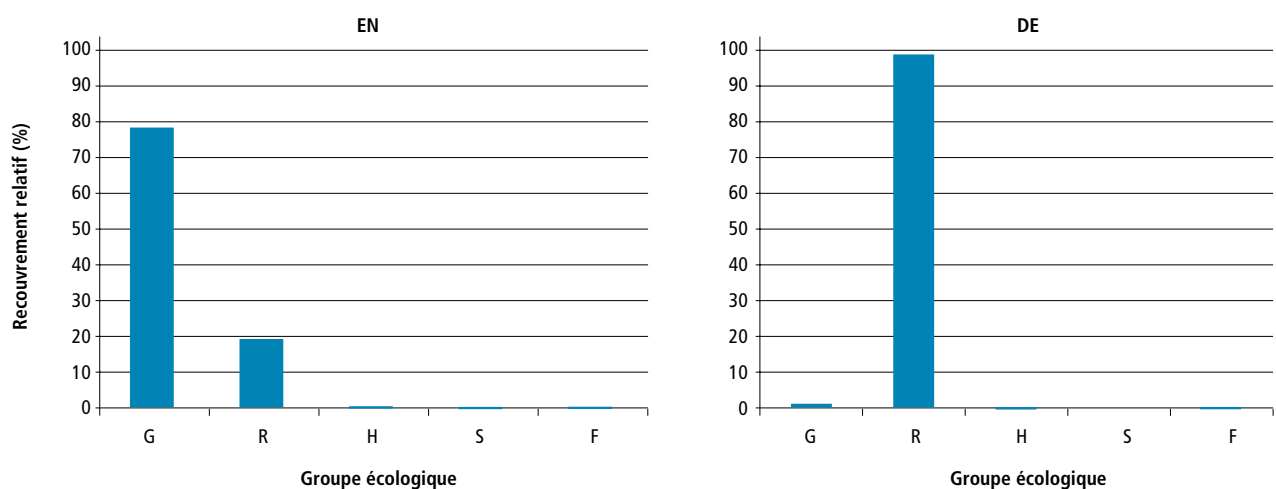


Figure 6 | Groupe écologique des espèces selon le recouvrement relatif pour les vignes enherbées (EN) et dés herbées (DE). G: plante de prairie grasse; R: plante rudérale; H: plante de marais; S: plante de prairie sèche; F: plante forestière.

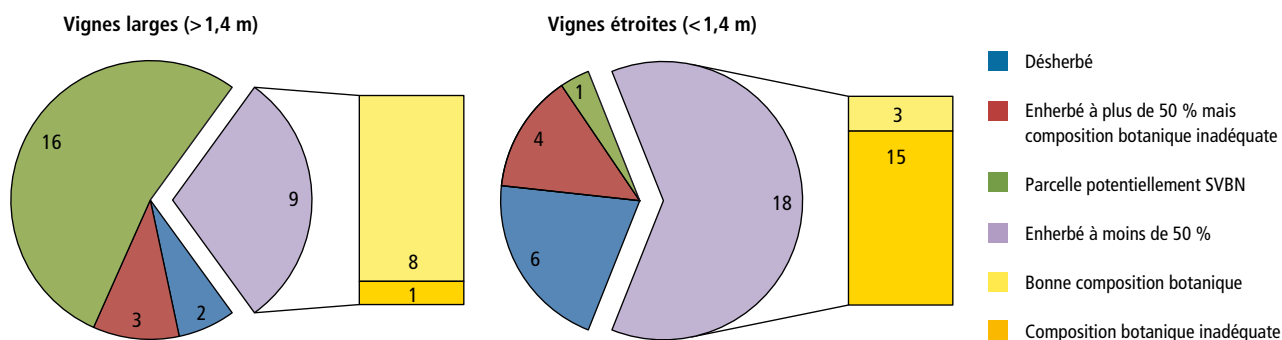


Figure 7 | Nombre de parcelles pouvant potentiellement être nommées Surfaces Viticoles à Biodiversité Naturelle (SVBN) et raisons de la disqualification des autres parcelles.

jours considérer les risques de concurrence hydrique avec la vigne. Dans le cas des vignes étroites (interrang < 1,4 m), une seule parcelle pourrait être SVBN (fig. 7). En effet, en culture étroite, la surface enherbée est limitée et la composition botanique souvent inadéquate. Un enherbement sur plus de 50 % de la surface viticole permettrait d'améliorer la richesse botanique mais serait techniquement plus difficile.

La majorité des parcelles ne pourraient obtenir la mention SVBN en raison de leur composition botanique inadéquate, ce qui est peu surprenant. En effet, comme démontré plus tôt, la gestion actuelle de l'enherbement favorise principalement une petite palette de plantes de prairies fertilisées (tabl. 2 et fig. 6). Ces plantes dominantes ne sont pas nécessairement celles qui sont souhaitées. Le maximum autorisé de 66 % de plantes de prairies grasses, selon la définition de la SVBN, est ainsi rapidement atteint. Une modification des périodes et des techniques d'entretien pourrait peut-être changer la composition botanique. Le nombre de fauches ne semble toutefois pas influencer la richesse botanique. De nombreuses questions et hypothèses demeurent quant à la gestion adéquate de l'enherbement pour obtenir une composition optimale. Toutefois, l'effort initial d'enherber ne doit pas être négligé : même si la composition n'est pas toujours celle souhaitée d'un point de vue biodiversité, la simple présence d'herbe permanente est essentielle pour protéger le sol.

Enherber les vignes dés herbées ?

L'enherbement a de nombreux avantages par rapport au sol : il améliore la structure, la portance, la vie microbienne, etc. L'enherbement joue aussi un rôle primordial pour limiter les phénomènes érosifs (fig. 8). L'in-

fluence d'une couverture herbeuse sur la protection du sol dépend de son interaction avec les autres facteurs (pentes, pluviométrie, etc.) et de sa proportion, c'est-à-dire la surface de sol occupée. Dans les vignes enherbées, la surface recouverte de végétation atteint en moyenne 45 %, variant de 17 à 68 % de la surface totale. Pour les vignes de moins de 1,4 m de largeur, cette proportion atteint 33 % de la surface, et 53 % pour les vignes de plus de 1,4 m de largeur.

Dans le cas des parcelles dés herbées, une réflexion doit être menée quant à la possibilité de les enherber. La principale restriction est la réserve en eau du sol. Celle-ci doit être suffisamment grande pour alimenter à la fois la vigne et l'herbe. Pour s'en assurer, il s'agit de calculer la réserve utile en eau (RU) potentielle du sol, en mm (Letessier et Fermond, 2004). Toutefois, la présence d'une grande réserve en eau ne signifie pas nécessairement que la vigne sera capable de l'utiliser. ➤



Figure 8 | Erosion d'une vigne dés herbée : des moyens doivent être pris afin de limiter ce phénomène.

Une limitation de la croissance du système racinaire (hydromorphie, tassement, etc.) peut diminuer la capacité de la plante à puiser cette eau. En outre, la présence d'un écoulement souterrain peut augmenter la RU, a priori très faible, et fausser les estimations. L'observation de la vigueur de la vigne est une technique simple pour évaluer le bon fonctionnement du système racinaire et l'approvisionnement suffisant en eau. Lorsque la croissance du système racinaire peut être directement évaluée (creuse d'un profil), on obtient une mesure de RU dite réelle. Dans ce cas, la limite a été estimée, dans le canton de Vaud, à plus de 150 mm pour ne pas avoir de concurrence hydrique (Zufferey et Murisier, 2004).

Ainsi, sur les 8 parcelles actuellement désherbées, 4 pourraient être enherbées d'une manière permanente sans trop de risques (tabl. 3). Les parcelles A à F possèdent toutes une grande réserve en eau potentielle, mais la vigueur de la vigne varie. Les parcelles A et B

sont vigoureuses: l'enherbement y est conseillé. Les parcelles C et D pourraient être enherbées, en surveillant activement les répercussions sur la vigne, puisque la vigueur y est moyenne. Une RU similaire est présente dans les parcelles E et F, mais le manque de vigueur risque d'être accentué par un enherbement permanent. Une présence temporaire et maîtrisée d'herbe serait possible. Enfin, les parcelles G et H étant en vigne basse, non-mécanisé et avec une pente de 30–40 %, il serait difficile de gérer un enherbement permanent nécessitant des fauches. Un enherbement temporaire maîtrisé (passage plus tardif durant la saison avec un herbicide de contact plutôt que systémique), un ensemencement à partir d'espèces sélectionnée (ex. orge des rats) ou un paillage pourraient y être possibles.

Conclusions

- La flore du vignoble genevois est diversifiée, mais dominée par quelques espèces occupant une grande superficie.
- La gestion actuelle de l'enherbement favorise les plantes de prairies grasses.
- Le nombre de fauches ne semble pas influencer la richesse ou le type de plantes.
- Le tiers des parcelles enherbées peuvent être considérées comme «surface viticole présentant une biodiversité naturelle» (SVBN), car l'enherbement occupe une surface suffisante et sa composition botanique est adéquate, mais cette proportion pourrait être augmentée.
- Des efforts doivent encore être faits pour promouvoir l'enherbement: parmi les parcelles désherbées du réseau, 50 % pourraient être enherbées sans craindre de concurrence hydrique trop forte. ■

Tableau 3 | Possibilités d'enherbement des 8 parcelles désherbées du réseau en fonction de la réserve en eau (RU) et de la vigueur de la vigne.

Parcelle	Pente (%)	RU potentielle (mm)	Vigne vigoureuse ?	Recommandation
A	1	165	oui	Enherbement permanent
B	1	149	oui	Enherbement permanent
C	15	184	moyen	Enherbement permanent, à surveiller
D	0	146	moyen	Enherbement permanent, à surveiller
E	0	160	non	Enherbement temporaire maîtrisé
F	2	153	non	Enherbement temporaire maîtrisé
G	30			Enherbement temporaire maîtrisé
H	40			Enherbement temporaire maîtrisé

Bibliographie

- Aeschiman D. & Burdet H. M., 1994. Flore de la Suisse et des territoires limitrophes, le nouveau Binz. Edition du Griffon, Neuchâtel, 640 p.
- Clavien Y., 2005. La végétation des vignes de Suisse romande. Rapport de stage, Agroscope Changins-Wädenswil, 14 p.
- Clavien Y. & Delabays N., 2006. Inventaire floristique des vignes de Suisse romande: connaître la flore pour mieux la gérer. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 38 (6), 335–341.
- Delabays N., Wirth J. & Vaz C., 2009. Nouveaux enjeux dans la gestion de la flore des vignobles. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 41 (4), 207–211.
- Eggenberg S. & Möhl A., 2008. Flora Vegetativa. Edition Rossolis, Berne, 680 p.
- Grosman J. & Bourgouin B., 2009. Entretien des sols viticoles. Adresse: http://www.belchim.com/pdf/IT/2feb/BCP%20-%20Bologne_%202009_01_23_Grosman.pdf [20 novembre 2009].
- Lauber K. & Wagner G., 1998. Flora Helvetica - Flore illustrée de Suisse. Editions Paul Haupt, Berne, 1616 p.
- Letessier I. & Fermond C., 2004. Etude des terroirs viticoles vaudois. 2. Caractérisation des sols. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 36 (4), 4–10.

■ **Summary** Grass cover of Geneva vineyards: analysis and perspectives

In the past few years, the Geneva vineyard has significantly changed its soil management practice: permanent grass cover has become a common practice. This article provides a detailed analysis of the grass cover in the canton of Geneva and launches a discussion on opportunities for improvement. It demonstrates that the flora of the vineyard is diverse but dominated by a few species typical of fertilized meadows, occupying a large area. The frequency of mowing does not seem to influence the flora composition. With some small extra effort, the majority of vineyards could be considered as ecological compensation areas, a good advantage for vine growers qualifying for direct payments. For the weeded plots in this study, 50 % could be covered with permanent grass without too much risk. Therefore, there is still much to be done to promote permanent grass cover.

Key words: vineyards, grass cover, botanical composition.

■ **Zusammenfassung** Begrünung des Genfers Weinberg: Charakterisierung und Perspektiven

In den letzten Jahren haben sich die Gewohnheiten im Genfer Weinanbau bezüglich der Bodennutzung stark verändert: eine Begrünung zwischen den Zeilen ist häufig geworden. In diesem Artikel wird eine Bestandsaufnahme der aktuellen Bodenbedeckung im Kanton gemacht und ausserdem werden einige Verbesserungsvorschläge lanciert. Es zeigt sich, dass die Flora des Genfer Weinberges zwar vielfältig ist, aber von einigen typischen Fettwie-searten, die eine grosse Fläche bedecken, dominiert wird. Die Anzahl der Mähungen scheint keinen Einfluss auf diese Zusammensetzung zu haben. Mit wenig zusätzlicher Mühe könnte die Mehrheit der Parzellen als ökologische Ausgleichflächen (OAU) betrachtet werden. Dies wäre ein nicht unwesentlicher Vorteil für die Weinbauern, die Direktzahlungen erhalten. Von den untersuchten unbegrüneten Parzellen könnten 50 % ohne besonderes Risiko begrünt werden: folglich sind noch einige Anstrengungen zu machen um die Begrünung zu fördern.

■ **Riassunto** Inerbimento del vigneto ginevrino: stato attuale e proposte di miglioramento

Negli ultimi anni, il vigneto ginevrino ha notevolmente cambiato le sue abitudini per quanto riguarda la modalità di manutenzione del suolo: l'inerbimento è diventato una pratica comune. Questo articolo descrive lo stato attuale dei luoghi d'inerbimento e traccia una panoramica sulla gestione dell'inerbimento nel cantone e avvia una riflessione sulle possibilità di miglioramento. Si è dimostrato che la flora del vigneto è diversificata, ma dominata da alcune specie tipiche dei prati grassi che occupano una vasta superficie. Il numero di sfalci sembra non avere effetti su questa composizione. Con qualche piccolo sforzo supplementare, la maggior parte delle appezzamenti parcellati inerbiti potrebbe essere considerata come Superficie di Compensazione Ecologica (SCE), vantaggio non trascurabile per i viticoltori beneficiari dei Pagamenti Diretti. In questo studio, il 50 % degli appezzamenti diserbati potrebbe essere inerbito senza troppi rischi importanti: vi sono quindi ancora diversi sforzi da compiere per promuovere l'inerbimento!

Remerciements

Nous remercions tous les viticulteurs qui ont mis à disposition leurs parcelles, ainsi que Nathalie Dakhel et Nicolas Delabays pour leurs précieux commentaires.

- Londo G., 1976. The decimal scale for relevés of permanent quadrats. *Vegetatio*. 33, 61–64.
- Raunkier R., 1934. *The Life Form of Plants and Statistical Geography*. The Clarendon Press, Oxford, UK.
- Zufferey V. & Murisier F., 2004. *Etude des terroirs viticoles vaudois: comportement de la vigne en fonction des conditions pédo-climatiques*. Agroscope Changins-Wädenswil, 221 p.

Pépinières viticoles

FAYRE Daniel

Des plants de vignes soignés
pour vous satisfaire !

Ch. de LAPRA 17 1170 Aubonne
Tél. 021 808 72 27 Fax. 021 867 43 39 Email: fayre.viticoles@bluewin.ch

**Pour la conservation
de vos produits,
chambres à atmosphère
contrôlée, caves,
réfrigération, études et
réalisations d'installations.**

Réfrigération | Climatisation | Pompe à chaleur | Régulation

CLIMAT GESTION

CLIMAT GESTION SA www.cgsa.ch
Rte de Merdesson | 1955 St-Pierre-de-Clages
Tél: 027 395 12 08 | Fax: 027 395 21 08 | www.cgsa.ch

ELECTROCOUP

CERCLE DES AGRICULTEURS
15 Rue des Sablières
1242 SATIGNY Suisse
Tél : (+41) 022 30 61 010
Fax : (+41) 022 30 61 011

by **INFACO**
www.infaco.com

**Greenkeeper's
Favourites.**
**Duplosan® KV-Combi
et Foxtril®-P.**

Maag Profi
efficace et fiable

Duplosan® KV-Combi, 1 l pour 250 l de bouillie.
Matières actives: mécoprop-P, 2,4-D.

Foxtril®-P, 1 l pour 200 l de bouillie.
Matières actives: bifénox, ioxynil, mécoprop-P.

Venez nous visiter à l'Oga du 30.6. jusqu'au 2.7.2010

Traiter aisément de grandes surfaces de gazon. Duplosan® KV-Combi et Foxtril®-P se distinguent par leur amplitude d'efficacité notamment contre les dicotylédones à larges feuilles telles que pâquerettes, lierre terrestre, dent-de-lion et diverses variétés de trèfle. Simple et pratique à utiliser.

www.maag-profi.ch
Maag Helpline 044 855 82 71

DEPUIS 120 ANS À VOTRE SERVICE



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



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

MAISON FONDÉE EN 1888
DUPENLOUP SA
MATÉRIEL POUR L'INDUSTRIE
FABRIQUE DE POMPES

**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

**OENO
PÔLE**
Au service de la qualité

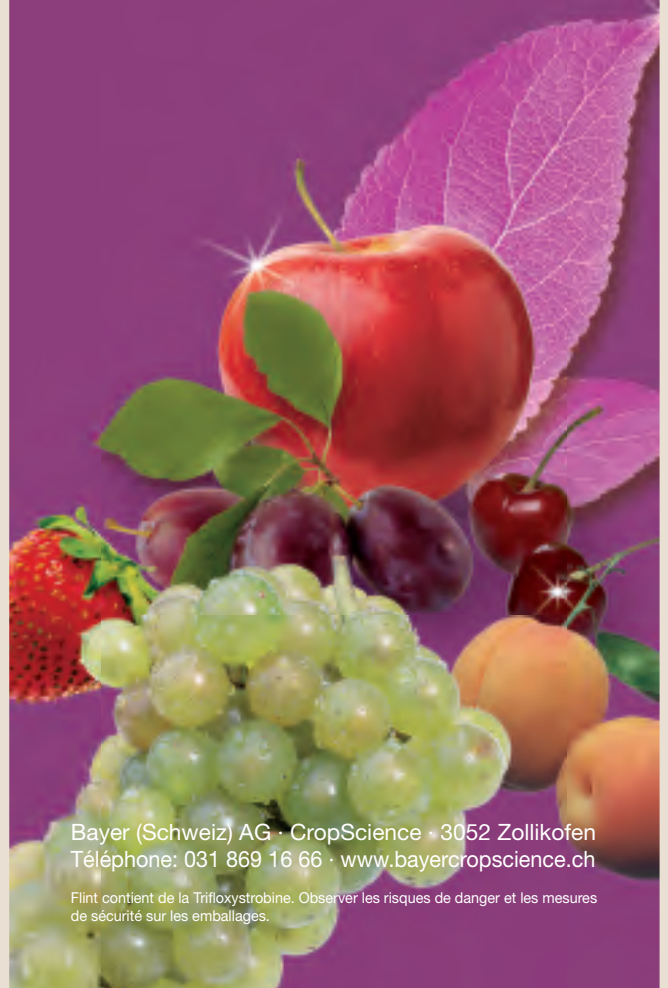
Et bien plus sur: **WWW.OENO-POLE.CH**



FLINT

**Le fongicide
polyvalent**

Pour la viticulture, fruits à pépins,
abricotiers, cerisiers, pruniers et
petits fruits.



Bayer (Schweiz) AG · CropScience · 3052 Zollikofen
Téléphone: 031 869 16 66 · www.bayercropscience.ch

Flint contient de la Trifloxystrobine. Observer les risques de danger et les mesures de sécurité sur les emballages.

Fraisiers sur substrat: quelles alternatives à la tourbe ?

André ANCAY, Fabien FREMIN et Pascal SIGG, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche Conthey, 1964 Conthey

Renseignements: A. Ancay, e-mail: andre.ancay@acw.admin.ch, tél. +41 27 345 35 50



Figure 1 | Système tubulaire pour la production de fraises sur substrat, vue d'ensemble de l'essai.

Introduction

La production de fraise sur substrat s'est rapidement développée ces dernières années. En Suisse, les surfaces ont passé d'une dizaine d'hectares en 2002 à plus 40 hectares en 2009 (Fruit Union Suisse 2009). Différents facteurs techniques, agronomiques et économiques ont contribué à cet essor.

Parmi les principaux facteurs agronomiques qui poussent les producteurs à produire des fraises sur substrat figurent les problèmes de fatigue de sol. En effet, des pathogènes tel que *Phytophthora fragariae*, *P. cactorum*, *Colletotrichum acutatum*, *Verticillium dahliae* se sont développés dans le sol, en lien avec des

rotations de culture insuffisantes. Des facteurs économiques et sociaux se sont rajoutés à ces problèmes: il est de plus en plus difficile de trouver et de fidéliser du personnel pour la récolte des fraises. Le passage à la culture sur substrat a permis de réduire la pénibilité du travail, facilitant ainsi la fidélisation du personnel et d'atteindre une vitesse de cueillette presque deux fois supérieure à celle d'une culture au sol (Guérineau 2003). Enfin, la culture sur substrat permet de programmer les périodes de production. Grâce à sa stabilité et à sa grande capacité de rétention en eau, la tourbe est un substrat idéal pour la production de fraise (Lieten *et al.* 2003), malheureusement non renouvelable à échelle humaine. En outre, l'exploitation

de tourbières riches en espèces spécialisées pose des problèmes d'ordre écologique.

Le but de ce travail est de trouver des solutions de remplacement pour la tourbe et d'étudier la possibilité de recycler des substrats utilisés en culture de tomate pour une deuxième année en production de fraise. Pour cela, plusieurs types de substrats organiques issus de matières renouvelables ont été examinés ainsi que des pains de fibre de coco ayant porté une culture de tomate en première année de culture.

Matériel et méthodes

Infrastructure, matériel végétal, plantation et conduite de la culture

L'expérimentation a été conduite avec la variété remontante Charlotte sous tunnel au Centre de recherche Conthey d'Agroscope Changins-Wädenswil ACW. Cette variété française, issue du programme de création variétale du CIREF, a été choisie pour ses qualités agronomiques et commerciales très intéressantes.

Des plants frigo qualité A+ ont été utilisés. Un mois après la plantation, les premières hampes florales ont été supprimées pour favoriser la croissance végétative du fraisier. Les stolons ont été coupés au fur et à mesure de leur apparition. Dès le début de la récolte, les plants ont été régulièrement nettoyés pour éliminer les hampes florales ayant déjà produit et les vieilles feuilles afin de faciliter la récolte et de réduire les risques phytosanitaires.

Les traitements phytosanitaires ont été appliqués conformément aux directives de la production intégrée. Les acariens jaunes ont été contrôlés à l'aide d'acariens prédateurs *Phytoseiulus persimilis*.

Pour la partie comparaison de substrat, le système tubulaire de référence en Suisse lors de la mise en place de l'essai a été retenu. (Konrad *et al.* 2004). Il est caractérisé par des pots en PVC noir de 15 cm de diamètre et d'une hauteur de 15 cm, posés sur une gouttière en PVC blanc (6 pots/m linéaire), soit 4,8 plants/m². Les gouttières sont suspendues à la structure du tunnel (fig. 1). Pour la partie recyclage des sacs de tomate, le système gouttières métalliques profilées en «W» a été utilisé.

La fertilisation et l'irrigation sont assurées par des goutteurs autorégulés d'un débit horaire de deux litres (un goutteur par pot, 5 goutteurs par sac), à raison de 2 à 12 irrigations par jour. La fréquence et la durée des irrigations ont été adaptées au développement des plants, à la luminosité et au pouvoir de rétention des différents substrats avec, comme objectif, un drainage de l'ordre de 20 %. Tout au long de la saison, les consignes d'irrigation ont été adaptées en fonction

Résumé ■ De 2005 à 2008, Agroscope ACW a comparé des substrats organiques et renouvelables comme alternatives à la tourbe pour la production de fraisiers remontants. De plus, le recyclage de substrats à base de fibres de coco, préalablement utilisés en cultures de tomates, a été testé pour la production de fraises. Les résultats montrent que, pour le fraisier remontant, la tourbe peut être facilement remplacée par des substrats à base de fibres de coco, de compost, de fibres de bois ou d'écorce de pin compostées. En effet, le rendement, le calibre et la qualité des fruits ne se sont pas différenciés significativement en fonction des substrats testés. La réutilisation des pains de culture de fibre de coco, utilisés en cultures de tomates, pour la production de fraise est possible sans incidence sur le rendement, offrant ainsi une alternative intéressante sur le plan économique et écologique à l'utilisation de substrat neuf.

du volume de drainage. Le volume d'eau apporté et la durée des irrigations (2 minutes) étaient identiques pour les substrats à base de tourbe et d'écorce de pin. Pour les substrats à base de compost et de fibres de coco, les apports d'eau ont été légèrement diminués. Pour ces deux substrats, la durée des irrigations a été réduite à 1 minute 30 et leur fréquence augmentée pour tenir compte de leur plus grande porosité. Trois à quatre arrosages fixes répartis dans la journée irriguaient toutes les variantes en même temps, suivis d'arrosages variables dépendants de l'ensoleillement. Les seuils de déclenchement des arrosages différaient selon les variantes et changeaient toutes les semaines en fonction du niveau de drainage.

La ferti-irrigation en système ouvert a été conduite selon les recommandations émises pour la culture de fraises sur substrat. (Pivot *et al.* 2005). La fertilisation, basée sur l'emploi d'engrais de synthèse avec régulation du pH à l'aide de l'acide nitrique, est constituée de trois bacs. Le bac A contient du dihydrogénophosphate de potassium, du nitrate de magnésium, du sulfate de potassium, des oligoéléments et du fer. Le bac B contient du nitrate de potassium et du nitrate de calcium. Le dernier bac C contient exclusivement de l'acide nitrique.

Pour les consignes d'électro-conductivité (EC) et pH, les valeurs étaient celles proposées par Raynal Lacroix >

(2005) pour la variété Charlotte: une valeur EC à l'apport variant entre 0,8 à 1,5 mS/cm selon les contraintes climatiques et un pH de 5 à 6,6 (tabl. 2). Pour réaliser cet essai, nous avons retenu les principaux substrats adaptés à la production de fraises que l'on peut trouver sur le marché. Les différents substrats mis en comparaison ainsi que les données culturales sont présentées dans le tableau 1.

Les principales caractéristiques physico-chimiques des cinq substrats utilisés dans ce travail sont décrites ci-dessous:

Erdbeermisch BFS 502 (Tref)

C'est le substrat de référence pour la fraise à base de tourbe blonde. Il est caractérisé par une faible biodégradabilité, une rétention en eau élevée jusqu'à vingt fois son poids, une forte porosité ainsi qu'un pH naturellement acide. Sa capacité de rétention de l'eau est de l'ordre de 800 ml/l.

TopferdeKF (Ökohum)

Ce substrat fait également office de référence pour la fraise en Suisse. Il est composé d'un mélange de 48 % de tourbe blonde et de 52 % d'écorce de bois et fibre de coco. Sa capacité de rétention de l'eau est de 600 ml/l. Son pH est de 5,5 et sa salinité est de 0,3 mS/cm.

Compost (Ökohum)

Ce substrat est issu du compostage d'un mélange de bois broyé, de fibres de coco et d'écorce de bois. Son pH varie de 6 à 6,8. Sa capacité de rétention de l'eau est de 470 ml par litre de substrat.

Orgapin OPM1 (Aquiland)

Ce substrat a été développé exclusivement pour la culture de fraise par la société Aquiland. Sa composition à base d'écorce de pin compostée de fraction 0–10 mm et de 20 % de fibre de bois en font un substrat renouvelable. Sa capacité de rétention de l'eau est de 600 ml/l. Son pH est de 5,5 et sa salinité est de 0,3 mS/cm.

Tableau 1 | Données culturales et description des substrats étudiés.

Date de plantation	Nom	Type de substrat
4 avril 2005	Erdbeermisch BFS 502	Tourbe 100 %
	TopferdeKF	Tourbe 50 % + compost 50 %
	Compost	Compost 100 %
24 mars 2006	Erdbeermisch BFS 502	Tourbe 100 %
18 avril 2007	TopferdeKF	Tourbe 50 % + compost 50 %
	Compost	Compost 100 %
	Palmeco, strawberry	Fibre de coco
17 mars 2008	Compost	Compost 100 %
	Palmeco, strawberry	Fibre de coco
	Orgapin OPM1	Ecorce de pin



Figure 2 | Plantation en quinconce sur un sac à fraises.

Tableau 2 | Moyennes saisonnières d'électro-conductivité (EC; mS/cm) et de pH, mesurées au goutteur et au drainage, et taux de drainage des différents substrats en 2007 et 2008.

Modalité	Goutteur		Drainage		Drainage (%)
	EC	pH	EC	pH	
2007					
Tourbe	0,86	7,0	1,25	6,8	27,7
Tourbe + compost	0,87	6,8	1,35	4,6	36,9
Compost	0,85	6,8	1,02	6,6	29,0
Fibre de coco	0,84	6,9	1,32	6,5	29,5
2008					
Compost	0,84	5,7	0,84	6,6	27,4
Fibre de coco	0,83	5,8	0,94	7,0	27,9
Ecorce de pin	0,82	5,8	0,93	6,3	22,0

Fibres de coco (Palmeco)

Il s'agit de fibres de noix de coco originaires du Sri Lanka. Par son origine naturelle, il est renouvelable. Sa capacité de rétention de l'eau est de 530 ml/l. Son pH est de 7,3 et sa salinité de 3,4 mS/cm.

En 2007 et 2008, pour étudier le recyclage de sacs de fibres de coco ayant servi à la culture de tomates pour la production de fraises (tabl. 3), ceux-ci ont été comparés avec des sacs neufs de fibres de coco spécialement conçus pour la production de fraise.

Sac neuf en fibres de coco (Palmeco)

Ce sac à base de fibres de coco, long de 100 cm pour un volume de 16 l, a été spécialement conçu pour la production de fraises (fig. 2). Il est pré-percé et prévu pour accueillir 10 plants/m linéaire, soit 8 plants/m². Ses caractéristiques physico-chimiques sont les mêmes que dans la variante avec pots.

Sacs à tomate recyclés (Bio Grow)

Les pains utilisés Bio Grow Duo proviennent de cultures de tomates réalisées au centre de recherche Conthey d'ACW. D'une largeur inférieure à celle des sacs Palmeco, il n'a pas été possible d'y planter plus de 9 fraisiers/m linéaire, soit 8 plants/m² (fig. 3). Leur capacité de rétention en eau est de 530 ml/l. Le pH et la conductivité de départ sont respectivement de 5,9 et 1,4 mS/cm. Pour la plantation des fraises, les sacs ont été retournés et des trous de plantation ont été faits à l'emporte-pièce. Les sacs n'ont pas été lessivés avant la plantation des fraises.

Paramètres observés

Rendement

Les fruits ont été récoltés trois fois par semaine de début juin à fin août. A partir de septembre et jusqu'à la fin de

la période de production, l'intervalle entre les récoltes s'est allongé pour tenir compte du ralentissement de la croissance des fruits. Les fruits ont été triés par appréciation visuelle en fonction de leur calibre (diamètre supérieur/inférieur à 25 mm) et de l'aspect extérieur du fruit (homogénéité de la couleur, problèmes sanitaires ou déformation). Les fruits déclassés ont été pesés et classés comme déchets. Pour toutes les variantes, la principale cause de déclassement des fruits a été le calibre insuffisant. Le rendement mentionné dans les tableaux correspond aux fruits commercialisables. Le pourcentage de déchets est exprimé par rapport au rendement total (= fruits de 1^{er} choix et déchets). Le poids moyen des fruits a été mesuré lors de chaque récolte en divisant le poids d'une barquette (environ 500 g) par le nombre de fruits qu'elle contenait.

Mesures des paramètres qualitatifs des fruits

Ces mesures ont été faites sur un échantillon de 500 g de fruits, trois fois durant la saison: la première, un mois après le début de la récolte, la deuxième après deux mois et la troisième après trois mois de récolte. Les paramètres qualitatifs analysés étaient la teneur en sucres, l'acidité et la fermeté des fruits. Pour mesurer la teneur en sucres et en acidité, des jus de fraises ont été préparés à l'aide d'un mixer. La teneur en sucres (exprimée en °Brix) a été évaluée au réfractomètre. L'acidité titrable (exprimée en g d'acide citrique/l) a été déterminée sur un échantillon de 10 g à un pH de 8,1 avec 0,1 M NaOH à l'aide du titrateur Mettler DL 25. La fermeté des fruits a été mesurée au pénétromètre Durofel (embout plat d'une surface de 0,5 cm²) et exprimée par l'indice Durofel.

Paramètres organoleptiques

Pour évaluer l'incidence des différentes variantes sur >

Tableau 3 | Données culturales et description des variantes de l'essai de recyclage de substrats utilisés en culture de tomates.

Année	Plantation			Type de substrat	Composition
	Date	Densité			
		(pl/ml)	(pl/m ²)		
2007	18 avril	10	8,0	Sacs fraise neufs	Fibre de coco
		9	7,2	Sacs tomate recyclés	
2008	17 mars	10	8,0	Sacs fraise neufs	
		9	7,2	Sacs tomate recyclés	



Figure 3 | Plantation en ligne sur un sac à tomates recyclé.

les paramètres organoleptiques, des dégustations ont été organisées en 2007 et 2008. Le test 2 parmi 5 qui permet de détecter des différences avec un nombre plus faible de dégustateurs a été utilisé (Lespinasse et al. 2002). L'intérêt de cette méthode est qu'elle peut déterminer de manière fiable les différences entre les variantes: une assiette avec 5 fraises est déposée devant le dégustateur. Trois de ces fraises font partie d'une variante et les deux autres d'une autre variante. Le dégustateur doit trouver quelles fraises appartiennent à quel groupe.

Tableau 4 | Incidence du substrat sur le rendement commercialisable.

Modalité	Rendement 1 ^{er} choix (g/plant)			
	2005	2006	2007	2008
Tourbe	1364	649	696	–
Tourbe + compost	1358	773	641	–
Compost	1380	641	631	894 ^b
Fibre de coco	–	753	605	981 ^a
Ecorce de pin	–	–	–	995 ^a

Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les modalités (Pval < 5 %).

Dispositif expérimental et statistique

L'essai a été conduit en bloc aléatoire complet, avec quatre répétitions de 14 pots. La différence entre les procédés a été calculée au moyen d'une analyse de variance (SigmaStat, SPSS). Le test de Tukey a été utilisé lorsque les différences étaient significatives.

Résultats et discussion

Substrats et paramètres agronomiques et qualitatifs

Rendements

L'année 2005 se démarque nettement des autres avec une production de plus 1300 g par plante pour l'ensemble des variantes (tabl. 4). Cette différence provient d'un fort pic de production à mi-août qui ne s'est pas reproduit les autres années (fig. 4). D'autre part, en 2005, la production a démarré deux semaines plus tôt que les autres années. Sur les quatre années d'observation, aucune incidence majeure des substrats n'a été observée sur le rendement et le pourcentage de déchets (tabl. 4). Toutefois, le substrat à base de compost seul se montre régulièrement le moins productif, et même significativement en 2008. Les autres substrats n'ont pas eu d'incidence significative sur le rendement.

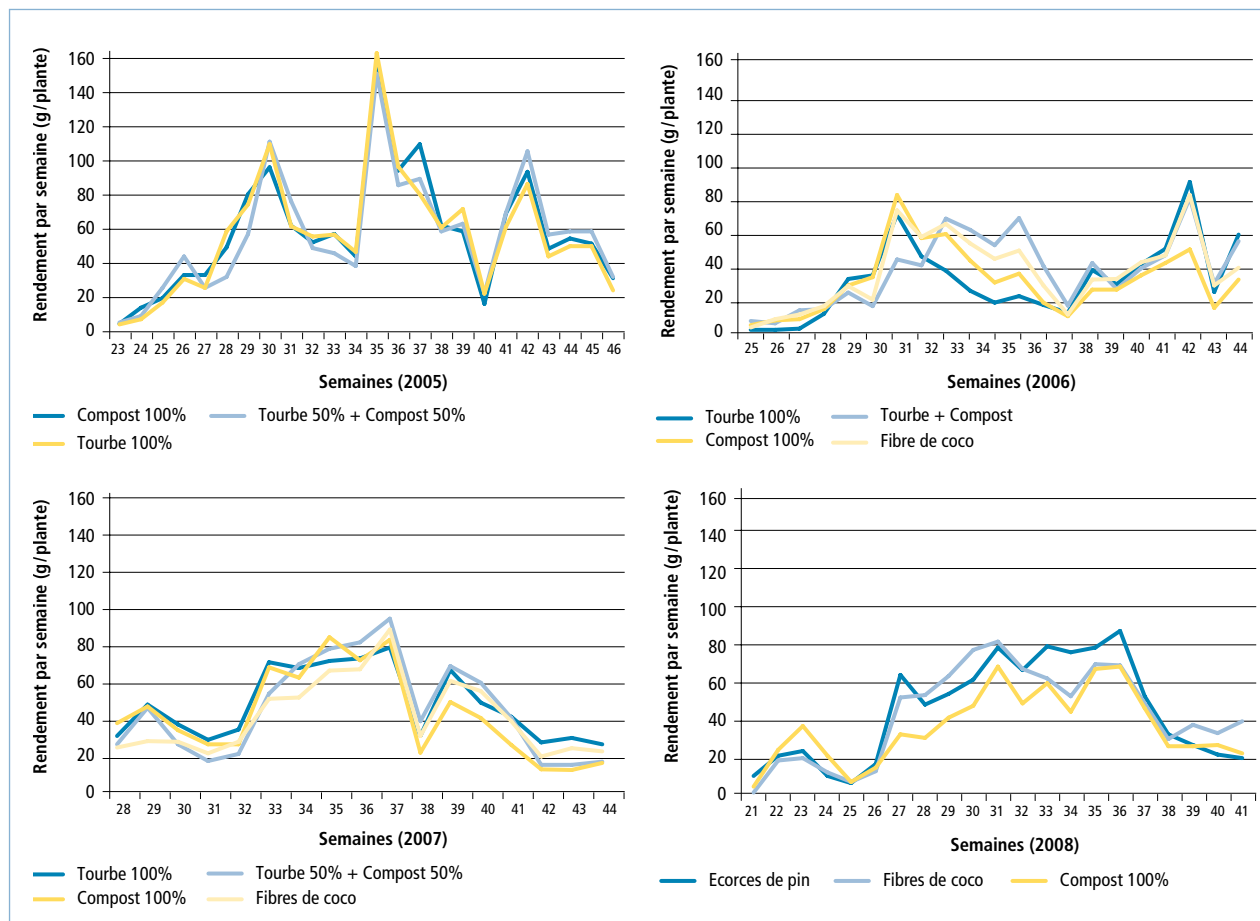


Figure 4 | Evolution hebdomadaire du rendement par plante en fonction des différents substrats pour les 4 années d'observations.

En 2008, avec 20% de déchets, la variante compost s'est différenciée significativement des variantes fibres de coco et écorce de pin. Cette différence peut s'expliquer par une panne d'irrigation intervenue à la fin juillet: ce substrat à plus faible capacité de rétention a davantage souffert du manque d'eau, ce qui s'est traduit par une proportion plus importante de fruits déclassés (fruits déformés et calibre insuffisant) pendant trois semaines. Pour les autres années, il n'y a pas de différence significative entre les différents types de substrats.

Les relevés hebdomadaires de rendement (fig. 4) ont permis de constater que le substrat à base de tourbe + compost présente en début de récolte un premier pic de production plus important que les autres substrats: une caractéristique qui peut se révéler intéressante pour une production précoce au moment où les prix sont plus élevés. Par la suite, les cycles de production des différents substrats sont comparables.

Qualité des fruits

La composition des substrats n'a pas eu d'incidence significative sur le calibre des fruits commercialisables (tabl. 5).

La résistance de l'épiderme est un paramètre très important pour le maintien de la qualité après récolte. Deux années sur les trois où la fibre de coco était présente dans l'essai, les fruits produits sur ce substrat étaient significativement plus fermes que ceux des autres variantes (tabl. 6).

Globalement, les différents substrats n'influencent pas de différence significative le taux de sucre des fraises (tabl. 6). Toutefois, les fruits produits sur la tourbe ont tendance à être les plus sucrés et ceux de la variante tourbe + compost, les moins sucrés. En 2006, cette différence était significative. Le taux d'acidité n'a pas varié significativement ou tendanciellement entre les variantes. En 2008, une dégustation a eu lieu à la mi-août. Le test 2 sur 5 n'a pas fait ressortir de différences de qualité sensorielle entre les fruits produits sur les différents substrats.

Substrat recyclé et paramètres agronomiques et qualitatifs

Rendements

Le rendement est exprimé par plante mais également par mètre linéaire (ml), puisqu'il y avait un plant de plus par ml dans la variante sac neuf. Les rendements plus élevés en 2008 qu'en 2007 (tabl. 8) peuvent s'expliquer par une date de plantation plus précoce et une entrée en production plus rapide au mois de juin.

En 2007, avec 5 kg/m², le rendement de la variante sac recyclé dépassait de 17% celui des sacs neufs. En outre, la figure 5 montre que le rendement par plant

Tableau 5 | Incidence du substrat sur le calibre des fruits, exprimé par leur poids moyen.

Modalité	Calibre des fruits (g/fruit)			
	2005	2006	2007	2008
Tourbe	15,0	17,9	14,7	–
Tourbe + compost	14,8	16,1	14,0	–
Compost	14,7	15,6	14,3	13,5
Fibre de coco	–	15	15,2	14,2
Ecorce de pin	–	–	–	14,0

Tableau 6 | Incidence du substrat sur la fermeté des fraises (moyenne de 3 mesures).

Modalité	Fermeté des fruits (indice Durofel)			
	2005	2006	2007	2008
Tourbe	65,6 ^a	61,8 ^b	57,3 ^b	–
Tourbe + compost	66,1 ^a	62,5 ^{ab}	56,3 ^b	–
Compost	67,6 ^a	62,0 ^b	59,8 ^b	65,1 ^a
Fibre de coco	–	63,7 ^a	68,3 ^a	64,5 ^a
Ecorce de pin	–	–	–	64,3 ^a

Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les modalités (P < 5%).

Tableau 7 | Teneur en sucre des fraises (moyenne de 3 analyses).

Modalité	Teneur en sucre des fruits (°Brix)			
	2005	2006	2007	2008
Tourbe	8,4 ^a	7,8 ^a	7,9 ^a	–
Tourbe + compost	8,0 ^a	7,1 ^b	7,1 ^a	–
Compost	8,2 ^a	7,3 ^{ab}	7,5 ^a	7,6 ^a
Fibre de coco	–	7,7 ^a	7,6 ^a	7,8 ^a
Ecorce de pin	–	–	–	7,6 ^a

Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les modalités (P < 5%).

Tableau 8 | Comparaison du rendement commercialisable par plante et par mètre carré entre les sacs de fibre de coco neufs et les sacs recyclés.

Modalité	Rendement 1 ^{er} choix			
	2007		2008	
	(g/pl)	(kg/m ²)	(g/pl)	(kg/m ²)
Sacs neufs	532,6 ^b	4,3 ^b	789,0	6,3
Sacs recyclés	693,7 ^a	5,0 ^a	861,9	6,2

Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les modalités (P < 5%).

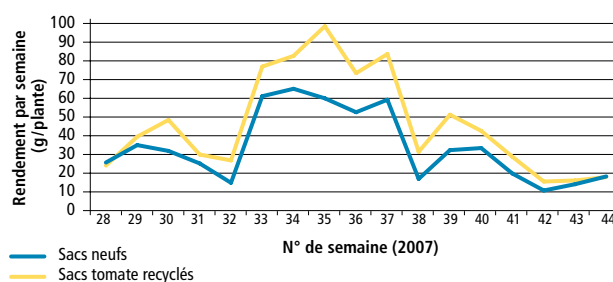


Figure 5 | Evolution du rendement commercialisable hebdomadaire en 2007 pour les fraises produites sur des substrats neufs et recyclés.

Tableau 9 | Moyennes saisonnières d'électro conductivité (EC; mS/cm) et de pH mesurées au goutteur et au drainage pour les différents substrats en 2007 et 2008.

Modalité	Mesures au goutteur		Mesures au drainage	
	EC	pH	EC	pH
2007				
Sacs neufs	0,84	6,8	1,15	6,4
Sacs recyclés	0,87	6,8	1,29	5,9
2008				
Sacs neufs	0,82	5,9	0,78	6,8
Sacs recyclés	0,82	5,7	1,02	6,0

Tableau 10 | Fermeté, teneur en sucre et poids des fraises (moyenne de 3 analyses) cultivées sur sacs de fibre de coco neufs et recyclés.

Modalité	2007			2008		
	Fermeté (indice Durofel)	Sucres (°Brix)	Poids des fruits (g)	Fermeté (indice Durofel)	Sucres (°Brix)	Poids des fruits (g)
Sacs neufs	56	7,2	14,2	66,3 ^a	7,9	13,8
Sacs recyclés	57	6,7	14,4	63,0 ^b	7,2	14,2

Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les modalités (P < 5 %).

du substrat recyclé était supérieur à celui du substrat neuf durant toute la période de production. En 2008 en revanche, la différence de production entre les deux variantes se marque principalement en début de récolte. Une électro-conductivité (EC) supérieure au niveau du drainage peut expliquer en partie cette différence: en début de culture, l'EC mesurée dans le pain recyclé était d'un tiers plus élevée que dans le substrat neuf (tabl. 9). Ensuite les différences ont diminué. Cette différence en début de culture s'explique par la présence de restes d'éléments nutritifs de la culture de tomates précédente dans le substrat recyclé. L'analyse du drainage en début de culture montre une teneur en azote nettement plus élevée dans le substrat recyclé, en 2007 comme en 2008. Raynal-Lacroix (2007) a montré l'effet positif d'une fumure riche en azote sur la première vague de production de la variété Charlotte.

Bibliographie

- FUS, 2009. Superficie de production des baies 2009. Fruit Union Suisse (FUS)
- Guérineau C., 2003. La culture du fraisier sur substrat. Edition CTIFL, Paris, 165 p.
- Guérineau C., 2005. Fraîse en culture sur substrat. Evolution récente et perspective en France. Commission Technique Nationale Fraîse, 23–24 novembre, 2005, Saint-Jean-de-Luz, France.
- Konrad P., Amsler P., Berger H.-P., Kopp M., Schmid A. & Todt W., 2004. Erdbeeren-Produktionskosten 2004. FUS/LBL, Zoug, 98 p.
- Lespinasse N., Scandella D., Vaysse P. & Navez B., 2002. Mémento évaluation sensorielle des fruits et légumes frais. CTIFL, Paris, 54 p.

En 2008, la différence de rendement entre les deux substrats n'était pas significative (tabl. 8). Ces résultats sont conformes à ceux obtenus en 2003 en Bretagne avec la variété Cirafine où la réutilisation de sacs de culture de tomates pour une deuxième année de culture sur fraise n'a pas eu d'incidence sur le rendement (Simonin 2003).

Qualité des fruits

Pour les deux années d'essai, le calibre des fruits produits sur les sacs recyclés est très légèrement supérieur (tabl. 8), mais non significativement. La première année d'essai, la fermeté des fruits ne s'est pas distinguée entre les variantes sacs neufs et recyclés. Par contre, en 2008, les fruits produits sur du substrat neuf étaient significativement plus fermes que ceux produits sur substrat recyclé (tabl. 10).

Concernant la teneur en sucre (°Brix), elle présente une forte tendance à être moins élevée dans la variante substrat recyclé (tabl. 10). Pour les deux années, cette différence est significative pour la première analyse en début de récolte. Comme dit précédemment, la croissance des plants sur le substrat recyclé était beaucoup plus importante en début de saison et ceci a peut-être influencé la teneur en sucre des fruits. D'autre part, l'accumulation d'éléments nutritifs dans les sacs recyclés est plus important en début de période de production ce qui peut également avoir une incidence sur la teneur en sucre des fruits. Les deux types de sacs n'ont pas influencé l'acidité des fruits.

Conclusions

- Pour des variétés de fraises remontantes, l'utilisation de substrats organiques et renouvelables à base de fibre de coco, de compost, de fibre de bois ou d'écorce de pin n'a pas d'incidence significative sur le rendement et la qualité des fruits comparé à la tourbe.
- Le recyclage des pains de culture de fibre de coco, préalablement utilisés en culture de tomates, pour la production de fraises est possible sans incidence sur le rendement et la qualité des fruits. ■

- Lieten P., Longueserre J. & Pivot D., 2003. Experience with substrate, drainage water and recirculation in strawberry culture. Proceeding of the Euro Berry Symposium Cost 836, Final Workshop. *Acta Horticulturae* 649, 207–208 p.
- Longueserre J., 2001. Intérêt d'un substrat d'écorce de pin pour une production hors sol de la variété Darselect. Séminaire Cost 836 Nutrition et culture Hors sol, 15–17 février, 2001, Conthey, Suisse.
- Pivot D., Gilli C. & Carlen Ch., 2005. Données de base pour la fumure des cultures de légumes, de fleurs et de fraises sur substrat, *Revue suisse Vitic., Arboric., Horti.* 37 (2), 8 p.

Summary ■ **Strawberries on substrate: which alternatives to peat?** Renewable organic substrates were compared from 2005 to 2008 in order to assess the replacement of peat as a substrate for everbearing strawberries production. Moreover, the possibility of recycling coir substrates previously used in tomato cultures was examined in strawberries production. Results showed that for everbearing strawberries peat can easily be replaced by other substrates such as coir, compost, wood fibres or composted pine bark. There was no significant yield, fruit calibre and fruit quality differences between the various substrates tested. The re-use of coco fibres substrate, previously used in tomato cultures, is possible for strawberries production without incidence on yield, which is an interesting economical and ecological alternative to the use of a new substrate.

Key words: strawberry, soil-less production, alternative substrates peat, coir, composted pine.

Zusammenfassung ■ **Erdbeeren auf Substrat: Gibt es Alternativen zum Torf?** Erdbeerkulturen auf Substrat werden zurzeit vor allem mit Torf angebaut. Um Alternativen zum Torf zu finden, wurden verschiedene organische und erneuerbare Substrate mit der remontierenden Erdbeersorte «Charlotte» von 2005 bis 2008 getestet. Weiter wurde für Erdbeerkulturen die Wiederverwendung von aus Kokosfasern bestehenden Substraten, die im Vorjahr für Tomatenkulturen verwendet wurden, getestet. Die Resultate zeigten auf, dass für remontierende Erdbeersorten Torf ohne weiters durch andere Substrate ersetzt werden kann, wie Substrate basierend auf Kokosfasern, Kompost, Holzfasern und Rindenkompst. Es gab keine signifikanten Unterschiede betreffend Ertrag, Grösse und Qualität der Früchte zwischen den getesteten Substraten. Die Wiederverwendung von Substraten, die im Vorjahr in Tomatenkulturen verwendet wurden, ist für die Erdbeerproduktion mit remontierenden Sorten ohne negative Auswirkungen auf den Ertrag möglich. Die Rezyklierung von organischen und erneuerbaren Substraten ist also eine aus ökologischer und ökonomischer Sicht interessante Alternative.

Riassunto ■ **Fragole su substrato: quali alternative alla torba?** Tra il 2005 e il 2008 sono stati confrontati diversi substrati organici e rinnovabili con lo scopo di valutare le alternative all'utilizzo della torba (come substrato) per la produzione di fragole rifioranti. È stata inoltre studiata la possibilità di riciclare per la produzione di fragole, dei substrati a base di fibra di cocco, precedentemente impiegati nella coltivazione di pomodori. I risultati ottenuti mostrano che per le fragole rifioranti la torba potrebbe essere facilmente sostituita da altri substrati come quelli a base di fibra di cocco, di composto, di fibra di legno o di corteccia di pino compostata. Infatti non sono state trovate differenze significative tra i differenti substrati testati per quanto riguarda il rendimento, il calibre dei frutti e la qualità dei frutti. È possibile quindi riutilizzare per la produzione di fragole i sacchi di fibra di cocco, utilizzati nella coltivazione di pomodori, senza incidere negativamente sul rendimento. Questo riciclaggio è anzi un'interessante alternativa sia a livello economico che ecologico rispetto all'utilizzo di un nuovo substrato.

- Raynal-Lacroix Ch., 2005. Fertirrigation des variétés remontantes. Commission Technique Nationale Fraise, 23–24 novembre, 2005, Saint-Jean-de-Luz, France.
- Raynal-Lacroix Ch., 2007. Conduite de la fertilisation azotée de Charlotte en culture hors sol. Commission Technique Nationale Fraise, 21 novembre 2007, Lanxade, France.
- Simonin S., 2004. Production fraise hors sol: les substrats en test. *L'Arboriculture fruitière* 581, 43–45.

Remerciements

Nous remercions Eliane Tornay, Christophe Auderset et Charly Mittaz pour leur précieuse aide dans le suivi des essais ainsi que Tiffany Giroulet et Monika Benz pour les analyses de laboratoire. Nos remerciements vont également à la Fédération romande des consommateurs pour leur collaboration lors des dégustations.




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

**Ecarteurs de fils
pour tous les piquets**

TOUT POUR LE PALISSAGE
 Echelas-tuteurs, amarres, fils Crapo et Crapal, tendeurs, attaches et protections diverses pour les plantes

F. Zimmermann SA
1268 BEGNINS
Tél. 022 366 13 17 – Fax 022 366 32 53

1955 chamoson/vs
 mobile 079 310 59 51
 tél. + fax 027 306 49 44
 tél. atelier 027 306 28 63

YVES MARTIN



PÉPINIÈRE VITICOLE

www.chamoson.ch/pepiniere-martin
 e-mail pepiniere-martin@bluewin.ch

pour le **contact direct**



ökohum

votre terrain, notre métier!

V I N A L Y T I K

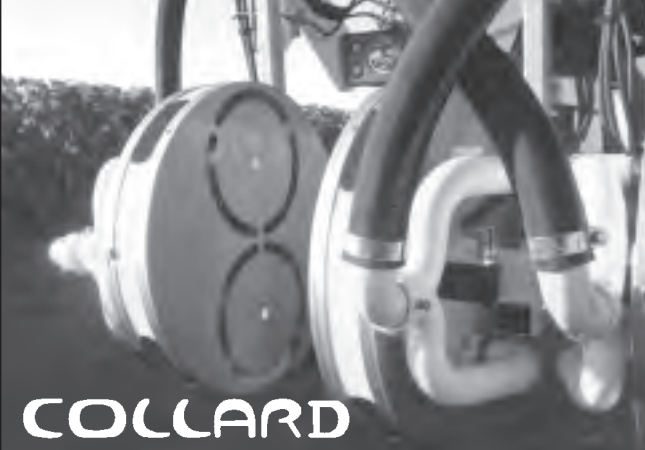


Certifié selon ISO 9001:2000

Votre partenaire pour l'analyse des vins


Vinalytik • Franzosenstr. 14 • CH-6423 Seewen
 Téléphone 041 819 34 68 • Fax 041 819 34 74
 E-mail: info@vinalytik.ch • www.vinalytik.ch

EFFEUILLAGE PNEUMATIQUE
 la véritable lutte anti-pourriture



COLLARD

NOUVEAU: TWIN ROTORS



GRUNDERCO Satigny 022 989 13 30
 Method 024 459 17 71

www.grunderco.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 58
X Pro 8**



**Pressoirs
Pompes
Egrappoirs
Fouloirs**

BUCHER
vaslin

**Réception
pour
vendange**



6 - 10 pcs. **820.-**
1 pc. 870.-

**Economique,
pratique, écologique**
BAC À VENDANGES

Pour les vendanges à venir:
optez pour notre modèle en polyéthylène,
jusqu'à **25% moins cher** qu'un bac en inox!

Vos avantages:

- Grande résistance aux chocs
- Hygiène excellente
- Graduation par 50 l.
- Nettoyage au jet suffisant
- Désempilage aisé, blocage impossible
- Lot d'accessoires modulables

Matière: Polyéthylène blanc
Armature en inox
Volume: 680 litres
Poids: 38 kg
Fabrication suisse



www.serex-plastic.ch



**Multi-usages
résistant, compact**
BAC MÉLANGEUR

Pour toutes vos tâches de la cave: sucrage, collage, transvasage, etc. Matériau de pointe jusqu'à **50% moins cher** qu'un bac en inox!

Vos avantages:

- Vidange centrale totale
- Hygiène excellente
- Recyclable
- Nettoyage au jet suffisant
- Brasseur amovible, arbre en inox
- Grande résistance aux chocs

Matière: Polyéthylène blanc
+ 4 roulettes pp

Volume: 500 litres
Fabrication suisse
1 an de garantie

Appelez-nous!
021 946 33 34

1070 PUIDOUX • Fax 021 946 33 86

PÉPINIÈRES VITICOLES

production personnelle:

JEAN-CLAUDE

FAY

PÉPINIÈRES
VITICOLES

La Tronche
73250 FRETERIVE • FRANCE
TÉL. 00 33 479 28 54 18
PORT. 00 33 680 22 38 95
FAX 00 33 479 28 68 85
E-MAIL: jeanclaud.fay@wanadoo.fr
www.plants-de-vigne-fay.com

- Nombreuses références auprès des viticulteurs suisses depuis plus de 30 ans
- Gage de qualité
- Livraison assurée par nos soins à votre exploitation
- Plants traités à l'eau chaude
Suivant recommandations de vos services phytosanitaires



HAUSWIRTH

Maitrise 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
Sécatours Felco



manutention
sécurité



Nous donnons
du mouvement
à vos idées!

www.mapo.ch

MAPO S.A.
Z.I. des Larges-Pièces C
Chemin Prévenoge
CH-1024 Ecublens
Tél. +41 (0)21 695 02 22
Fax +41 (0)21 695 02 29
ecublens@mapo.ch

Des plantes de qualité
pour un meilleur rendement.

**Deux nouveaux framboisiers
robustes et profitables**

TulaMagic®

Le nouveau framboisier d'été avec de très gros fruits à l'arôme fin. Mûr 10 jours plus tôt que Tulameen.

Himbo-Top® 

Framboisier d'automne, nouvelle qualité. Très gros fruits, arôme typique. Très robuste et lucratif.

**Hauenstein
Rafz**
BAUMSCHULEN

 Hauenstein SA - Pépinières - 8197 Ratz
Tél: 044 879 11 22 - Fax 044 879 11 88
info@hauenstein-rafz.ch - www.hauenstein-rafz.ch 

Actualités

Portes ouvertes à Changins du 18 au 20 juin 2010



Le site de Changins ouvrira ses portes au public du vendredi 18 au dimanche 20 juin 2010. Ces trois journées seront placées sous le thème de «L'alimentation de demain: un défi pour la recherche d'aujourd'hui», l'un des principaux enjeux du 21^e siècle et de la recherche agronomique suisse.

L'alimentation de demain, thème passionnant et d'actualité, sera présenté de manière pluridisciplinaire et fédératrice: la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW associe à ses portes ouvertes différents partenaires impliqués dans la chaîne de production, de transformation et de distribution, ainsi que les consommateurs.

Programme général

	Ouverture des postes	Journée des officiels	Journée des écoles	Conférence de presse	Conférences	Cafés scientifiques
Ven 18 juin	9.00–20.00h	11.00–14.00h	9.00–16.00h	10.30–11.00h	16.00–18.00h	9.30–12.00h 13.00–15.30h
Sam 19 juin	9.00–18.00h				16.00–18.00h	9.30–12.00h 13.00–15.30h
Dim 20 juin	10.00–18.00h					10.30–12.00h 13.00–17.00h



Les 6 postes

- 1 Environnement préservé**
Comment produire des aliments de qualité en minimisant les impacts négatifs de l'agriculture sur notre planète?
 - 2 La plante et son milieu**
La recherche agronomique suisse contribue à assurer la diversité variétale en Suisse et la performance de notre agriculture.
 - 3 Sécurité et suffisance alimentaire**
Comment produire des aliments et fourrages sains en quantité suffisante?
 - 4 Emotions, jeux et concours**
Une initiation ludique pour jeunes et moins jeunes à la découverte des produits agricoles.
 - 5 Qualité, plaisir et santé**
Les aliments de qualité et savoureux contribuent à notre bonne santé et au plaisir de la table.
 - 6 Ethique & alimentation**
Comment produire mieux?
-
- i** Accueil
 - ☒** Infirmerie
 - 🚋** Petit train Gare de départ
 - ★** Cafés scientifiques
 - 🌟** Conférences et diaporama
 - 🚏** Arrêt car postal
 - 🚗** Navette Changins-Gare CFF: départ toutes les heures
 - 🌱** Agresto, Agrobar, Agrogrill
-
- 4 Animation pour les jeunes**
 - Course aux mini-tracteurs
 - Clown Vijoli (dimanche)
 - Lâcher de ballons
 - Animations ludiques
 - Dégustations
 - Parcours des sens
 - Animaux de la ferme

Poste 1. Un environnement préservé



Comment la recherche agronomique suisse contribue-t-elle à produire des aliments de haute qualité tout en préservant l'environnement ? Quels sont les défis à relever ?



Ce poste aborde les différentes techniques qui permettent de lutter contre les mauvaises herbes, insectes ou maladies, tout en limitant l'utilisation de pesticides. La résistance variétale naturelle de certaines plantes – le moyen de lutte le plus économique et écologique qui soit – y est présentée. Un environnement préservé permet aussi de protéger la flore et la faune locales des espèces exotiques invasives.

L'éco-toxicologie des pesticides et l'influence du travail du sol et de la fumure sur la qualité des eaux sont également présentés par ACW, en collaboration avec la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman (CIPEL) et Sol Conseil. La Commission suisse pour la conservation des plantes sauvages (CPS) sera là en outre pour présenter les mesures prises pour préserver la diversité de la flore sauvage suisse.

Poste 2. La plante et son milieu



La diversité génétique des pommes de terre est illustrée ici. D'autres caractères moins visibles, comme la résistance aux maladies ou le type culinaire, nécessitent des observations au champ ou au laboratoire pour être décrites.

Les végétaux constituent la base de l'alimentation des animaux et des hommes. Pour maintenir la diversité des variétés, encore importante en Suisse aujourd'hui, la contribution de la recherche est nécessaire. Ce poste présente les travaux de la banque de gènes de Changins, dont la mission est de préserver le patrimoine génétique et culturel de notre pays. Les anciennes variétés de petits fruits ainsi que la grande di-



Pour acclimater le soja aux conditions climatiques suisses, de longues années de recherche ont été nécessaires. Actuellement, les variétés ACW/DSP se distinguent par leur stabilité et leur qualité. Ici, apport de pollen sur une fleur castrée, afin d'assurer un croisement contrôlé.

est d'authentifier l'origine d'une semence ou d'un plant, de même que l'importance d'une variété pour notre agriculture seront présentées en collaboration avec Swissem, Delley semences et plantes et la Fédération suisse des producteurs de céréales (FSPC). Des représentants de Sol-Conseil et du système Agrométéo expliqueront le rôle déterminant de la fertilité du sol et du climat sur la croissance des plantes et le développement des maladies.

Poste 3. Sécurité et suffisance alimentaire



Le défi principal de l'agriculture est de produire davantage et mieux. Ce poste explique la recherche effectuée par ACW sur les principales cultures afin de garantir la diversité, la sécurité de notre alimentation et la richesse de nos paysages. Les techniques de culture permettant d'optimiser la production tout en préservant la structure et la fertilité du sol sont présentées. Le rôle de l'herbe et des espèces fourragères dans une production locale de viande et de lait de qualité y est également expliqué, ainsi que les avantages de la pâture, moyen très économique de valoriser l'herbe.

La sécurité alimentaire est un domaine de recherche important à ACW. Les contaminations microbiologiques des aliments, leur pollution par des myco-

toxines et les risques qu'elles représentent pour la santé humaine sont également expliqués.

La production végétale suisse doit améliorer sa compétitivité pour assurer son avenir dans un marché libéralisé. C'est précisément l'objectif du programme de recherche ProfiCrops. Dans le domaine de la production fourragère, l'Association pour le développement de la culture fourragère (ADCF) est un partenaire de taille pour ACW.

Poste 4. Emotions, jeux, concours



Plusieurs animations ludiques sont prévues pour le plaisir des petits et des grands. Un parcours des sens (goût, odorat, toucher, vision) initiera les plus



jeunes aux produits agricoles et rappellera sans doute quelques souvenirs d'enfance aux plus âgés. D'autres stands leur feront découvrir les mystères de

quelques plantes et de leur production. Les jeunes visiteurs pourront s'approcher des animaux de la ferme, présents sur le site, et poser toutes leurs questions aux scientifiques. Un parcours de petit tracteur leur sera proposé, ainsi que des bricolages spécifiques qui les sensibiliseront à la beauté et à l'utilité de l'agriculture suisse.

Poste 5. Qualité, plaisir et santé



Quelle est la contribution d'ACW pour transformer la matière première végétale en des aliments de haute qualité, savoureux et sains?

Ce poste illustre la richesse



de nos terroirs viticoles et montre comment le mode de production ou de stockage, la variété choisie ou le lieu de production influencent la qualité des aliments que nous consommons régulièrement (fruits, pain, huile, vin, etc.).

Les nouveaux cépages, comme Mara, Gamaret, Garanoir ou MRAC seront proposés à la dégustation. Ce

poste montre la diversité des vins obtenus à partir d'un même cépage et l'influence de certaines techniques culturales sur la qualité d'un vin.

Différents produits élaborés à partir d'une même matière première seront présentés. De nombreuses dégustations permettront aux visiteurs de tout connaître des types culinaires des pommes de terre et du goût des fruits. Ils pourront également déguster des produits peu courants, tel le Riebelmais ou le pain de triticale. ACW consacre de nombreuses recherches à la qualité du produit et à son goût.

Agridea, la Commission suisse pour la conservation des plantes cultivées (CPC), l'Ecole d'ingénieurs de Changins (EIC), Swisspatat et Fruit Union Suisse (FUS) seront également présents à ce poste.

Poste 6. Ethique et alimentation



L'agronome et économiste français Marcel Mazoyer considère que l'agriculture apparaît à nouveau comme la clé des équilibres de notre planète au 21^e siècle.



Les besoins alimentaires croissants de la population mondiale, la pollution, le réchauffement climatique et la raréfaction des énergies fossiles interpellent la recherche. Au niveau suisse, la Fédération romande des consommateurs (FRC) prône un changement de cap pour passer d'une société de gaspillage vers une consommation responsable. Ce poste illustre quelques ap-

proches afin de mieux utiliser l'eau d'irrigation ou de produire du fourrage dans des conditions sèches. Il aborde le thème très controversé des OGM et montre en quoi les recherches en cours à ACW sont nécessaires. Des projets visant à maintenir et développer les zones marginales et montagneuses de notre pays y sont présentés. Quelle place réserver aux agro-carburants en Suisse? Quelle importance accorder à une production locale et aux labels? Comment favoriser une consommation de saison?

Outre la présence d'Equiterre, le poste présente également la manière dont l'Institut Médiplant contribue à la lutte contre le paludisme, par ses travaux de sélection de l'armoise annuelle riche en artémisinine.

Conférences

Deux conférences passionnantes seront données le vendredi 18 et le samedi 19 juin à l'Aula de Changins. Marcel Mazoyer, prof., agronome et économiste, AgriParisTech (Institut national agronomique Paris-Grignon) Département des sciences économiques, sociales et de gestion, s'exprimera sur **L'alimentation de demain, un défi pour aujourd'hui**:

- L'agriculture se prépare à relever de nombreux défis pour assurer l'alimentation d'une population mondiale en croissance. Pour y parvenir, il est nécessaire d'étendre et d'intensifier durablement l'activité agricole sur toutes les terres exploitables de la planète. Par ailleurs, les prix des produits agricoles doivent permettre à chaque pays d'aménager des écosystèmes cultivés respectueux de l'environnement et capables d'assurer la sécurité alimentaire du pays. Dans ce contexte, la recherche agronomique a un rôle majeur à jouer. Madame Aline Clerc, ingénieure EPFL en génie rural et en environnement, responsable des domaines de

l'agriculture, de l'environnement et de l'énergie à la Fédération romande des consommateurs, donnera une conférence intitulée **Produits régionaux de saison – importance des labels**:

- Quelle est l'origine des produits alimentaires arrivant sur le marché suisse ? Respectent-ils tous nos normes éthiques ?
- Le consommateur est-il prêt à payer un peu plus cher pour des produits labellisés ?

Ven 18 juin	16h00 à 16h45	Aline Clerc	Aula
	17h00 à 17h45	Marcel Mazoyer	Aula
Sam 19 juin	16h00 à 16h45	Marcel Mazoyer	Aula
	17h00 à 17h45	Aline Clerc	Aula

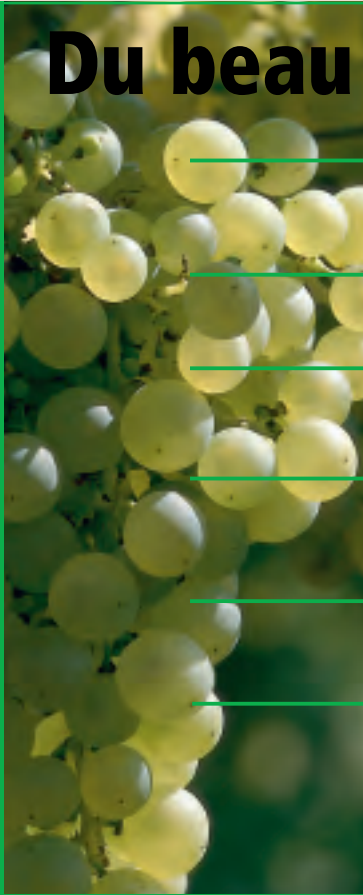
Cafés scientifiques

Des cafés scientifiques seront organisés le vendredi, samedi et dimanche, d'une durée de 15 minutes, et suivis de 15 minutes de discussion. Ces mini-conférences interactives favoriseront un contact étroit entre les chercheurs et le public. ■

Programme

Thèmes	Vendredi 18 juin Samedi 19 juin	Dimanche 20 juin
La diversité des cépages traditionnels – J-L. Spring ACW	09.30–10.00h	
Contamination des eaux par les pesticides : quelles solutions ? – M. Müller ACW	10.00–10.30h	
Produire de la viande avec de l'herbe – E. Mosimann ACW	10.30–11.00h	
Les légumineuses : pourquoi les cultiver ? – C. Streit ACW	11.00–11.30h	
Plantes et médicaments – X. Simonnet Médiplant	11.30–12.00h	
La banque de gène nationale préserve un riche patrimoine – G. Kleijer ACW	13.00–13.30h	
Assurer une production agricole à long terme – R. Charles ACW	13.30–14.00h	
Les plantes exotiques envahissantes – Ch. Bohren ACW	14.00–14.30h	
Les mycotoxines : quels risques pour le consommateur ? – F. Mascher ACW	14.30–15.00h	
Comment améliorer la résistance et la qualité boulangère du blé – D. Fossati ACW	15.00–15.30h	
Les alternatives à la spirale des pesticides en viticulture – K. Gindro ACW		10.30–11.00h
Les techniques de concentration des moûts pour une amélioration gustative des vins – J. Rösti ACW		11.00–11.30h
Les enjeux écologiques de l'alimentation du futur – O. Viret ACW		11.30–12.00h
Qui nous nourrira dans 20 ans ? – A. Crole-Rees ACW - Programme de recherche ProfiCrops		13.00–13.30h
Céréales panifiables ou fourragères : quelles différences ? – L. Lévy ACW		13.30–14.00h
Peut-on produire du tofu en Suisse ? – C.A. Betrix ACW		14.00–14.30h
Bien utiliser les engrais dans son jardin : – S. Amiguet Sol-Conseil		14.30–15.00h
Projet «Pasto» : peut-on concilier production de viande et entretien du paysage ? – M. Meisser ACW		15.00–15.30h
Les virus : ennemis des plantes et des hommes – C. Balmelli ACW		15.30–16.00h
OGM : Quo vadis ? – F. Mascher ACW		16.00–16.30h
La pomme de terre : principal légume cultivé en Suisse – B. Dupuis ACW		16.30–17.00h

Du beau raisin sans compromis



VINCARE

Le produit avec action transsystémique contre le mildiou de la vigne.



TALENDO

Le nouveau fongicide contre l'oïdium de la vigne.

GOEMAR START

Pour un meilleur départ avec Physio-Activateur



QUADRIS MAX

Le produit éprouvé et prêt à l'emploi contre le mildiou et l'oïdium. 2 applications pendant la floraison.

CERCOBIN

L'anti-botrytis à efficacité longue durée.

FANTIC F WG

Le fongicide double action contre le mildiou.



Vincare contient du Benthiavalcarbe-isopropyl et du Folpet; Talendo contient du Proquinazide; Quadris Max contient de l'Azoxystrobin et du Folpet; Frapica SC contient de la Mepanipyrime; Cercobin contient du Thiophanate-méthyl; Fantic F contient de Benalaxyl-M et du Folpet.
Observer les recommandations de danger sur l'emballage.

Stähler Suisse SA, 4800 Zofingen
Tél. 062 746 80 00, Fax 062 746 80 08
www.staehler.ch

DUVOISIN Puidoux



TONDEUSE TRÈFLE
Tonte interceps pour vigne

TRACTEURS viticoles **HOLDER** articulés 4 RM

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

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

Economie d'énergie sous serre par intégration des températures en culture de tomate sur substrat

Céline GILLI, André GRANGES et Christoph CARLEN, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche Conthey, 1964 Conthey

Renseignements: Céline Gilli, e-mail : celine.gilli@acw.admin.ch, tél. +41 27 345 35 11



Mise en place de l'essai dans la serre témoin, année 2008.

Introduction

Le prix des énergies fossiles a fortement augmenté entre 2005 et 2008, +40 % pour le gaz naturel et +55 % pour le mazout (Anonyme, 2009). Cette augmentation se répercute directement sur les coûts de chauffage en cultures sous serre, et donc sur les coûts de production. A cette situation économique s'ajoutent des arguments environnementaux liés aux gaz à effet de serre. La réduction de la consommation d'énergie est donc au cœur des préoccupations des serristes. Plusieurs

axes permettent d'y parvenir, en améliorant la structure de la serre (isolation des parois, matériaux de couverture, écrans thermique etc.), la production et la distribution de chaleur (récupération de la chaleur sur les fumées de combustion, cogénération, stockage de chaleur etc.) ou les conduites climatiques. La solution de réduire simplement les consignes de température a été analysée (Elings *et al.* 2005; Granges *et al.* 2008). Une réduction de 2 °C permet d'économiser environ 16 % des besoins en énergie aux Pays Bas (Elings *et al.* 2005). Par contre, cette stratégie demande d'utiliser

des variétés adaptées pour éviter réductions de rendement et malformations de grappes. Une autre approche est l'adaptation des conduites climatiques par l'intégration des températures (IT), fondée sur la capacité des cultures à tolérer des écarts de température autour d'un optimum (De Koning, 1988; Körner et Challa, 2003). Concrètement, lors des journées ensoleillées, la consigne d'aération est augmentée. Ce gain de température de jour est compensé par des températures de nuit plus froides, afin d'obtenir une température moyenne sur 24 heures identique à celle d'une conduite classique. L'intégration des températures s'applique pendant les périodes de chauffage: en hiver, au début du printemps et éventuellement en automne. Elings *et al.* (2005) soulignent qu'il est souvent proclamé que l'intégration de température n'affecte pas le rendement mais que les données bien documentées sur cette technique sont rares.

Dans ce contexte, des essais d'intégration de température ont été mis en place par Agroscope Changins-Wädenswil ACW, en culture de tomate sur substrat, de 2006 à 2008. L'objectif de ces essais est de mesurer l'impact d'une conduite avec intégration de température sur 24 heures sur les économies d'énergie, les rendements, la qualité des tomates et l'évolution des maladies et ravageurs.

Matériel et méthodes

Dispositif expérimental

Les essais ont été conduits dans deux serres identiques de 90 m², munies d'une aération faîtière et deux aérations latérales continues, hautes de 2,9 m et orientées nord-sud. Elles sont équipées de verre Hortiplus en toiture, d'un double-vitrage latéral, d'un écran d'ombrière xls 15 de Svensson et d'aéroconvecteurs pour le chauffage. Une serre est conduite de façon classique (serre témoin) et l'autre avec intégration des températures sur 24 heures (serre IT).

La culture a été menée sur un substrat de fibre de coco, avec recyclage complet de la solution nutritive sans désinfection. Les plants ont été greffés, par nos soins, sur Maxifort (De Ruiter Seeds).

Résumé La modification des conduites climatiques par l'utilisation de l'intégration de température (IT) sur 24 heures est une des voies pour réaliser des économies d'énergie en cultures sous serre. Trois années d'essai de 2006 à 2008 en cultures de tomates sur substrat ont montré qu'une économie d'énergie de 15 à 30 % était possible. Deux années sur trois, le rendement annuel n'a pas été influencé par les différentes conduites de températures. Le rendement a été légèrement réduit par l'IT en première phase de culture, jusqu'à mi-juillet. Par contre, il a été plus élevé en deuxième phase grâce à des processus compensatoires, internes à la plante. En 2008, le rendement annuel a été pénalisé dans la serre IT, essentiellement à la suite de problèmes de nouaison pendant la deuxième phase de culture. En revanche, l'intégration de température n'a eu d'effet ni sur la qualité interne des fruits, ni sur le développement des ravageurs, auxiliaires et maladies. Les résultats confirment que l'intégration des températures est une méthode utile pour économiser de l'énergie. Les conditions à respecter afin d'éviter des diminutions de rendement, sont discutées.

Tableau 1 | Variétés, dates de plantation et périodes d'application de l'intégration des températures.

	Variétés (Obtenteur)	Date de plantation	Périodes IT
2006	Altess (DR) Albis (RZ)	22 février	27 février au 31 mai et 31 août au 27 octobre
2007	Altess (DR) Climberley (SG)	9 février	13 mars au 26 avril et 1 ^{er} septembre au 26 octobre
2008	Climberley (SG) Plaisance (DR)	31 janvier	14 février au 7 mai et 16 septembre au 3 novembre

DR: De Ruiter Seeds, RZ: Rijk Zwaan, SG: Syngenta Seeds.

IT: intégration de température.

Tableau 2 | Consignes de température de nuit, de jour et d'aération.

	Serre témoin			Serre IT		
	T _{nuit}	T _{jour}	T _{aération}	T _{nuit}	T _{jour}	T _{aération}
2006–2007	17 °C	19 °C	20–22 °C*	13–15 °C**	17 °C	20–26 °C*
2008	16 °C	18 °C	20 °C	13–16 °C**	18 °C	20–25 °C*

*Selon le rayonnement instantané. ** Selon le rayonnement global de la journée.

Les variétés et les dates de plantation sont présentées dans le tableau 1. En 2006 et 2007, des plants à une tête ont été cultivés à raison de 12 par parcelle élémentaire, à la densité de 2,3 tiges/m². En 2008, 7 ou 8 plants à 2 têtes ont été utilisés par parcelle élémentaire, à la densité de 2,85 tiges/m². Chaque essai comporte 4 répétitions.

La lutte biologique a été utilisée les trois années pour lutter contre les ravageurs. Les traitements fongicides ont été appliqués selon les indications de la production intégrée.

Conduite de l'intégration des températures

Après une période d'installation de 1 à 4 semaines, selon les années, où les consignes de chauffage et d'aération étaient identiques pour les deux serres, l'intégration des températures a été mise en place (tabl. 1). L'objectif était d'obtenir une température moyenne sur 24 heures identique dans les deux serres. Cette moyenne est relevée au lever du soleil. Les consignes de températures de nuit, de jour et d'aération sont résumées dans le tableau 2. Le seuil d'aération de jour est augmenté de 4 à 5 °C en fonction du rayonnement instantané. La température de nuit est abaissée au maximum de 4 °C en fonction du rayonnement global de la journée. Pour éviter les répétitions, la moyenne des températures moyennes est appelée ici moyenne des températures.

La serre est pilotée avec un ordinateur de gestion climatique (LCC 1240 DGT-Volmatic). La température de nuit dans la serre IT est calculée par un programme établi avec le logiciel Condilink de DGT-Volmatic.

Stade de floraison des bouquets

Les contrôles sont effectués une fois par semaine, toujours le même jour. Le bouquet en floraison le jour du contrôle est noté. Les trois années, les mesures ont été réalisées sur 2 plantes par variété et par répétition.

Analyses de la qualité des fruits

Les analyses portent sur 10 à 15 fruits par répétition, au stade de maturité 11/12 (OCDE) et de calibre uniforme. La fermeté des fruits a été mesurée à l'aide d'un appareil Durofel 25 (Copa Technologie), muni d'un embout de 0,25 cm² (indice de 1 à 100). L'indice de réfraction (°Brix) est donné par le réfractomètre Atago PR-1, l'acidité totale est mesurée par titration à 0,1 M NaOH (titrateur Mettler DL 25). Pour ces deux mesures, les fruits ont été broyés à l'aide d'un presse-tomate pour obtenir un jus sans graine et sans peau, selon la méthode décrite par Granges *et al.* (2003) et la purée ainsi obtenue a été filtrée. En 2008, des tests discriminatifs 2 parmi 5 ont été réalisés pour apprécier les différences sensorielles éventuelles entre les fruits des deux serres (Lespinasse *et al.* 2002). Une seule variété est dégustée lors d'un test.

Suivi des ravageurs et maladies

Une notation présence /absence des ravageurs et auxiliaires a été réalisée une fois par semaine sur 2 feuilles par variété et par répétition.

En 2008, le développement de l'oïdium a été suivi chaque semaine. 24 feuilles par variété et par parcelle ont été notées en 4 classes (0: pas de tache, 1: quelques taches, 2: moins de 50 % de la surface avec des taches, 3: plus de 50 % de la surface avec des taches). En présence de botrytis sur tiges, les chancre ont été dénombrés.

Analyses statistiques

Les valeurs moyennes d'hygrométrie sur 24 heures et les populations de *Macrolophus caliginosus* dans les deux serres ont été enregistrées et comparées avec un test de Mann-Whitney.

Une analyse de la variance a été effectuée pour comparer les rendements, le nombre de fruits/grappe, le nombre de grappes récoltées, le poids moyen des fruits et la qualité analytique des fruits (fermeté, acidité, sucre) entre les deux serres. Le seuil de signification est de 0,05. Les moyennes ont été comparées avec un test de Fisher.

Tableau 3 | Moyennes des températures de jour, de nuit et sur 24 heures sur les périodes d'intégration dans les serres témoin et IT.

		Moyenne des températures moyennes (°C)			Amplitude thermique moyenne (°C)
		Jour	Nuit	24 h	
2006	Serre témoin	22,0 ± 1,6	18,7 ± 2,1	20,6 ± 1,7	3,4 ± 1,4
	Serre IT	22,0 ± 2,1	16,0 ± 1,9	19,3 ± 1,9	6,1 ± 1,7
2007	Serre témoin	21,9 ± 1,6	18,1 ± 1,5	20,0 ± 1,8	3,8 ± 1,2
	Serre IT	22,4 ± 1,8	16,5 ± 1,7	19,4 ± 2,5	5,9 ± 1,4
2008	Serre témoin	20,5 ± 1,3	16,4 ± 0,5	18,5 ± 1,0	4,2 ± 1,0
	Serre IT	21,5 ± 1,5	15,2 ± 1,0	18,5 ± 1,0	6,3 ± 1,5

Résultats et discussion

Climat de la serre

Selon les consignes de température, en 2006 et 2007 (tabl. 2), la moyenne des températures sur 24 heures est plus élevée dans la serre témoin que dans la serre IT de 1,3 °C en 2006 et de 0,6 °C en 2007 (tabl. 3). Les températures moyennes de jour dans la serre IT n'ont pas été suffisamment élevées pour compenser les baisses de température de nuit. La moyenne des températures de nuit a été plus basse de 2,7 °C en 2006 et de 1,6 °C en 2007 dans la serre IT. En 2008, la moyenne des températures sur 24 heures est identique dans les deux serres (18,5 °C). La moyenne des températures de jour a été plus élevée de 1 °C dans la serre IT et la moyenne des températures de nuit y a été plus basse de 1,2 °C. Dans la serre IT, les amplitudes thermiques moyennes jour/nuit sont plus importantes que dans la serre témoin (tabl. 3).

L'hygrométrie moyenne sur 24 heures est proche entre les deux variantes. En 2006, elle a été plus élevée dans la serre IT avec 72,1 % contre 69,6 % dans la serre témoin. En 2007 et 2008, il n'y a pas de différence significative mais les valeurs sont légèrement supérieures dans la serre IT (+1,3 % en 2007 et +0,8 % en 2008). Ces différences peuvent facilement s'expliquer par le retard d'aération dans la serre IT.

Economies d'énergie

La consommation d'énergie a été estimée avec le logiciel Horticorn (Jolliet, 1988) en utilisant les données météorologiques de l'année. La consommation d'énergie sur l'ensemble de la culture dans la serre témoin varie entre 270 et 350 kWh/m² (tabl. 4) pour les trois années d'essai. Cette consommation est liée à la structure de la serre (écran, double vitrage, verre Hortiplus), à la durée de la culture, aux conditions météorologiques, mais également au fait qu'il s'agit uniquement de la consommation dans la serre. Les pertes dues à la chaudière et à la distribution ne sont pas prises en compte. La consommation globale annuelle en énergie est estimée en moyenne à 50 à 60 m³ de gaz/m² (soit 500 à 800 kWh/m²) aux Pays Bas (Van der Ploeg et Heuvelink, 2005) et à 320 kWh/m² en France avec de grandes différences selon les régions: 400 kWh/m² en Bretagne et 240 kWh/m² dans le Sud (ADEME, 2007).

L'économie d'énergie réalisée dans la serre IT par rapport à la serre témoin a été moins importante en 2008 qu'en 2006 et 2007 (tabl. 4).

En 2008, l'économie d'énergie avec la conduite IT a été estimée à 13,5 %, avec des températures moyennes journalières identiques entre les deux procédés. L'économie d'énergie est directement liée à l'ensoleillement et donc à la baisse des températures de nuit. Dans la

Tableau 4 | Consommation d'énergie dans les serres témoin et IT.

	Consommation d'énergie (kWh/m ²)					
	2006		2007		2008	
	Serre Témoin	Serre IT	Serre Témoin	Serre IT	Serre Témoin	Serre IT
Pendant la durée de l'it	206,3	119,9	169,2	102,2	234,5	190,6
Sur l'ensemble de la culture	271,5	171,6	300,6	196,3	346,3	299,7
Taux d'économie global	36,8 %		34,7 %		13,5 %	

Tableau 5 | Répartition des températures moyennes de nuit (en %) pendant les périodes d'intégration.

	2006		2007		2008	
	Serre Témoin	Serre IT	Serre Témoin	Serre IT	Serre Témoin	Serre IT
13 °C < T _{nuit} < 14 °C	0	22,6	0	7,5	0	3,8
14 °C < T _{nuit} < 15 °C	1,4	8,9	0	7,5	0	42,1
15 °C < T _{nuit} < 16 °C	0,7	21,2	2,8	28,3	27,1	39,8
16 °C < T _{nuit} < 17 °C	15,8	19,9	22,6	18,9	61,7	9,0
17 °C < T _{nuit} < 18 °C	34,9	10,3	38,7	14,2	9,0	2,3
18 °C < T _{nuit}	47,3	17,1	35,8	23,6	2,3	3,0

T_{nuit} : température moyenne de nuit en °C.

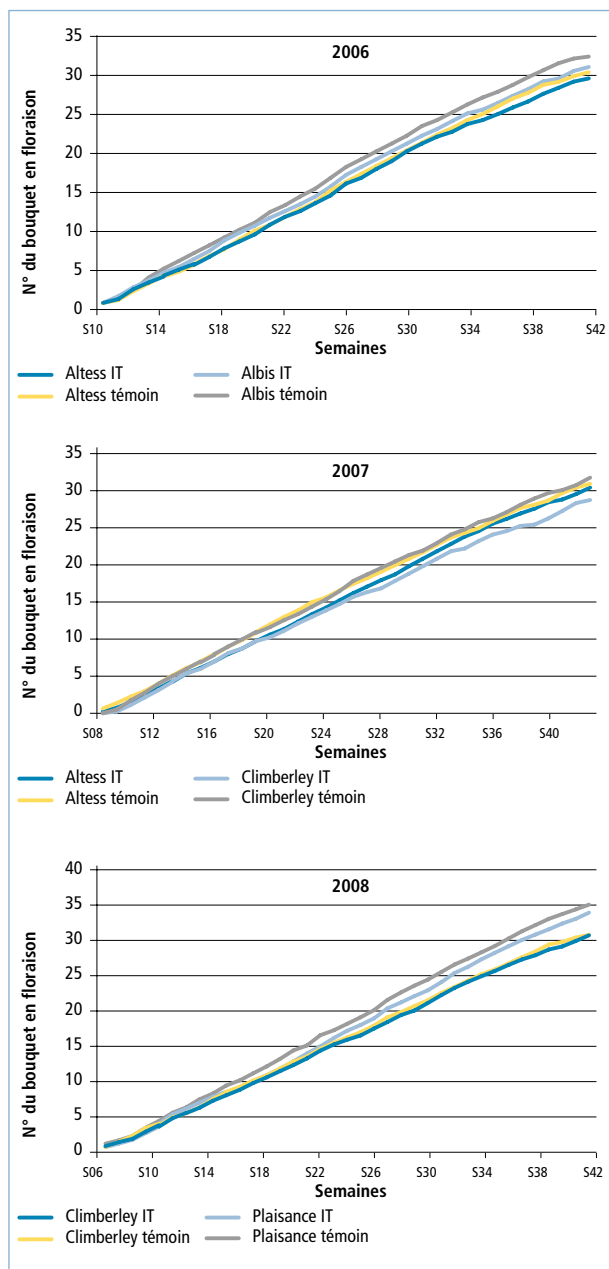


Figure 1 | Suivi de la floraison des bouquets des variétés Altess et Albis, en 2006, Altess et Climberley en 2007, Plaisance et Climberley en 2008 dans les serres IT et témoin.

serre témoin, plus de 73 % des nuits ont une température moyenne supérieure à 16 °C, contre moins de 57 % dans la serre IT (tabl. 5). En France, avec l'intégration seulement en hiver et au printemps, Le Quillec *et al.* (2007) avaient évalué l'économie d'énergie en conduite avec intégration importante des températures à 8–10 %. Pour les Pays Bas, avec le modèle KASPRO, Elings *et al.* (2005) estiment l'économie d'énergie avec l'intégration des températures sur 24 ou 72 heures à 5 %. En 2006 et 2007, les économies d'énergie réalisées dans nos essais s'élèvent à 35 %, ce qui est très élevé pour une conduite IT. Ces économies nettement plus importantes qu'en 2008 s'expliquent principalement par les consignes de températures de jour de 2 °C plus basses dans la serre IT que dans la serre témoin (17 °C contre 19 °C) (tabl. 2). Ainsi, pendant les périodes de chauffage, les économies n'ont pas été réalisées uniquement la nuit mais aussi durant la journée.

Développement des bouquets floraux

Le développement des bouquets floraux est légèrement plus lent avec l'intégration des températures qu'avec une conduite classique (fig. 1). Les différences de développement varient en fonction de l'année et de la variété.

En 2006, avec la conduite IT, au début juillet, il y avait un retard de 0,5 bouquet pour Altess et de 1 bouquet pour Albis par rapport à la conduite témoin. En 2007, toujours au début juillet, les retards dans la serre IT sont de 1,2 bouquets pour Altess et de 2,4 bouquets pour Climberley et, en 2008, de 0,7 bouquet pour Climberley et de 1,3 bouquets pour Plaisance, en défaveur de la serre IT.

Cette légère réduction de développement des bouquets floraux peut être attribuée, en grande partie, aux températures de nuit plus basses liées à la conduite IT (tabl. 3). Plusieurs travaux ont montré que le développement des bouquets dépend fortement de la température, en particulier la température moyenne de nuit qui peut le ralentir (Nieuwhof *et al.* 1997; Adams

et al. 2001; Van der Ploeg et Heuvelink, 2005). Une étude de De Koning (1994) montre une relation linéaire entre le développement des bouquets et la diminution des températures journalières moyennes entre 27 et 17 °C. De Koning (1990) constate également que le développement des bouquets floraux est plus lent avec une amplitude thermique élevée (6 °C). Or,

les amplitudes thermiques dans la serre IT sont voisines de 6 °C pour les trois années (tabl. 3), contre 3,8 °C dans la serre témoin.

Rendements

En fonction de l'année et de la variété, l'impact des deux conduites de températures sur le rendement a été différent entre la première et la deuxième phase de récolte (tabl. 6; fig. 2). Durant la première phase, du début de la récolte à mi-juillet, les rendements de la variante IT ont été comparables ou inférieurs (tabl. 6), principalement à cause du développement légèrement plus lent des bouquets floraux (fig. 1) et de la maturation plus lente des fruits, probablement liée aux températures de nuits plus basses pendant la première période d'intégration (au printemps). Puis, en 2006 et 2007, à partir de juillet, les résultats s'inversent et, durant la deuxième partie de la culture, les rendements sont plus élevés dans la serre IT (tabl. 6). Cela est essentiellement dû au nombre inférieur de fruits par plante en début de récolte dans la serre IT : le nombre de bou-

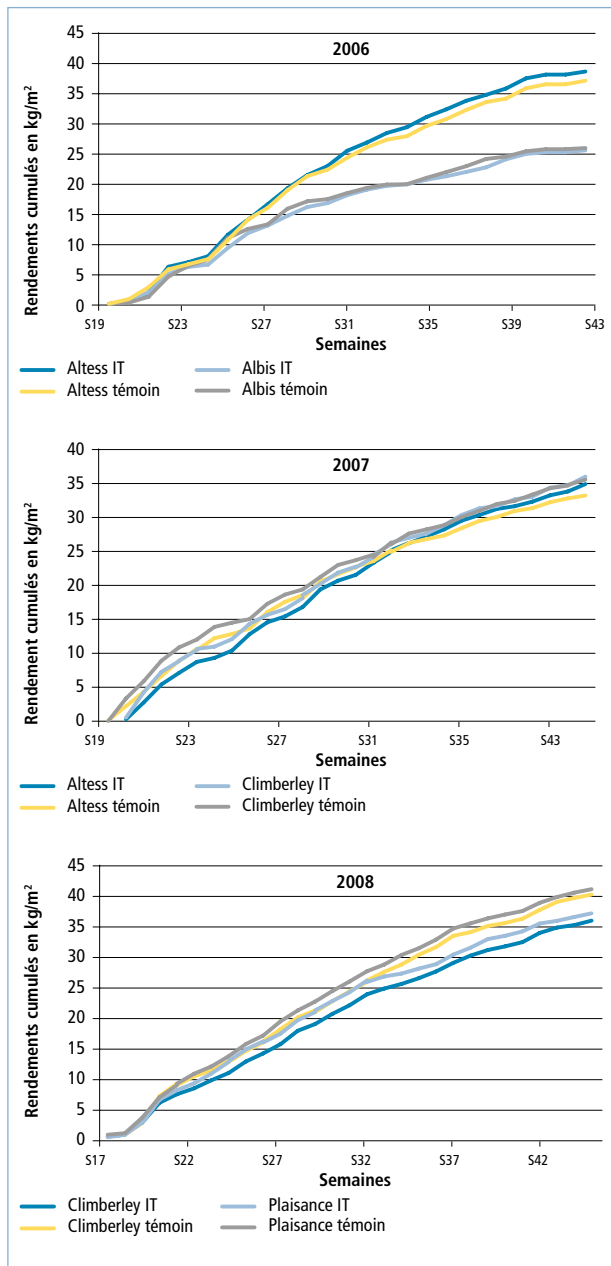


Figure 2 | Rendements cumulés en kg/m² pour les variétés Altess et Albis, en 2006, Altess et Climberley en 2007, Plaisance et Climberley en 2008 dans les serres IT et témoin.

Tableau 6 | Nombre de grappes récoltées/m² et rendements en kg/m² pendant la première (début de la récolte à mi-juillet) et la deuxième phase de récolte (de mi-juillet à la fin de la récolte) dans les serres IT et témoin.

	Variétés	Conduite	Grappes récoltées/m ²		Rendement (kg/m ²)	
			1 ^{re} phase	2 ^e phase	1 ^{re} phase	2 ^e phase
2006	Altess	IT	23,8	28,2	19,3	19,5
		Témoin	22,8	28,9	18,9	18,2
	Albis	IT	25,6a	26,2	14,7	10,9
		Témoin	27,6b	25,6	15,8	10,1
2007	Altess	IT	25,9a	27,6	17,1	17,1a
		Témoin	28,8b	27,7	18,9	14,3b
	Climberley	IT	26,8a	27,6	18,4	16,7
		Témoin	28,4b	27,5	19,7	15,4
2008	Climberley	IT	34,1a	34,0	18,9a	17,1a
		Témoin	38,3b	35,2	21,2b	19,2b
	Plaisance	IT	37,4a	37,1	20,9	16,4a
		Témoin	40,4b	38,5	22,6	18,7b

Les valeurs munies de lettres différentes sont significativement différentes à P < 0,05.

IT = intégration de température.

Tableau 7 | Nombre de fruits/grappe, nombre de grappes récoltées/m², rendement et poids moyen des fruits, moyennes sur l'ensemble de la culture dans la serre IT et dans la serre témoin.

	Variétés	Conduite	Fruits/grappe	Grappes récoltées/m ²	Rendement (kg/m ²)	Poids moyen des fruits (g)
2006	Altess	IT	5,2	52,0	38,7	138,2
		Témoin	5,2	51,7	37,2	132,9
	Albis	IT	4,9	51,8	25,6	95,6
		Témoin	5,0	53,2	26,0	92,6
2007	Altess	IT	5,3	53,4a	34,2	121,2
		Témoin	5,1	56,5b	33,2	111,5
	Climberley	IT	5,0	54,3	35,1	129,2
		Témoin	4,8	55,9	35,2	125,2
2008	Climberley	IT	4,6	68,1a	36,0a	116,8
		Témoin	4,7	73,5b	40,4b	116,4
	Plaisance	IT	4,7a	74,5a	37,3a	103,7
		Témoin	5,0b	78,9b	41,2b	103,4

Les valeurs munies de lettres différentes sont significativement différentes à $P < 0,05$.

IT = intégration de température.

quets floraux (et donc de fruits) moins élevé en première phase de récolte a laissé plus d'assimilats à disposition pour la croissance végétative, permettant plus tard la formation plus rapide de bouquets et de fruits (Van der Ploeg et Heuvelink, 2005). Le poids moyen des fruits ne se distingue pas statistiquement entre les deux serres, mais il tend à être plus élevé dans la serre IT (tabl. 7). La formation plus rapide des bouquets et des fruits plus gros pourraient expliquer les rendements légèrement plus élevés en deuxième phase de culture en 2006 et 2007. Cette modification du comportement des plantes entre les deux phases de récolte ramène les rendements globaux des deux conduites de température à des niveaux comparables (tabl. 7; fig. 2).

En 2008, par contre, le rendement global de Climberley et de Plaisance est significativement plus bas dans la serre IT (tabl. 7, fig. 2). Ceci est dû au nombre de fruits par grappe inférieure dans la serre IT, à partir de mi-août. Une mauvaise nouaison en juin (vraisemblablement liée à une mauvaise activité des bourdons dans la serre IT) est à l'origine du nombre réduit de fruits par grappe. A cette période, l'intégration des températures avait déjà été arrêtée.

L'intégration des températures semble donc soit ne pas avoir d'impact sur les rendements globaux, soit les réduire. Ces résultats confirment les observations de Elings *et al.* (2005) et de De Koning (1990), mais contredisent ceux de Le Quillec *et al.* (2007), qui avaient ob-

tenu des rendements supérieurs avec la conduite IT. L'absence d'injection de CO₂ dans nos essais pourrait expliquer, en partie, les résultats. La température au niveau des racines pourrait constituer une autre explication. En effet, les serres ne sont pas équipées de chauffage de végétation. Or, la présence de chauffage au niveau des racines entraîne une augmentation des rendements, y compris avec des températures de nuit basses (Moos, 1983).

Qualité interne des fruits

En 2006, seule l'analyse du 25 mai met en évidence des différences de fermeté, d'indice de réfraction et d'acidité pour la variété Albis entre les deux conduites. Pour la variété Altess, il n'y a pas de différence (tabl. 8).

En 2008, 10 analyses ont été réalisées. La moyenne de ces analyses est présentée dans le tableau 8. La seule différence concernant la fermeté a été enregistrée chez la variété Plaisance le 28 mai : la fermeté était alors plus élevée dans la variante IT. L'indice de réfraction est plus élevé dans la serre témoin le 9 juin et le 15 octobre pour la variété Climberley. L'acidité est alors plus élevée dans la serre IT chez cette même variété.

Au cours des trois années, l'intégration des températures a eu peu d'effet sur la qualité interne des fruits.

Sur les 6 tests discriminatifs effectués, 3 avec Plaisance et 3 avec Climberley, 5 ont permis de distinguer les fruits de la serre IT de ceux de la serre témoin (tabl. 9). Les analyses de fermeté, d'acidité et de teneur en sucre réalisées aux mêmes dates n'ont révélé aucune différence. La différence perçue par les dégustateurs pourrait donc être liée à l'influence de la température sur les arômes. Les températures de jour plus élevées dans la serre IT pendant la période d'intégration ont probablement favorisé la formation des arômes. Buite-laar et Janse (1990) ont montré que les consommateurs préfèrent des tomates produites à des températures de 23 °C plutôt qu'à 17 °C, essentiellement à cause des arômes plus développés.

Maladies et ravageurs

Les populations d'aleurodes et de *Macrolophus caliginosus* ont été comparables en 2006, 2007 et 2008 dans les deux serres.

Chaque année, le même nombre de traitements fongicides contre l'oïdium a été appliqué dans les deux serres. En 2008, la présence d'oïdium a été ponctuellement plus élevée dans la serre témoin.

Concernant le botrytis, aucune différence n'a été constatée entre les deux serres. Selon Le Quillec *et al.* (2007), les conduites avec intégration, en rendant les

plantes plus génératives, limitent le développement du botrytis sur tige. Toutefois, en cas de condensation sur les fruits lors de la remontée de la consigne de température de jour, le risque de botrytis pourrait devenir important. Les conditions de forte humidité doivent être évitées en général en serre afin de prévenir le risque d'apparition et de développement de maladies fongiques (De Koning, 1990).

Conclusions

L'intégration de température sur 24 heures permet de réaliser des économies d'énergie sans pertes de rendement à condition :

- d'utiliser des variétés plutôt végétatives comme Plaisance et Altess
- de commencer l'IT entre l'apparition du deuxième et du troisième bouquet
- de ne pas descendre les consignes en dessous de 13 °C la nuit
- de retarder l'aération à 24–26 °C dans les périodes froides en hiver, lorsque la température dans la serre ne continuera pas de monter après l'ouverture des aérations
- de faire attention à partir d'avril à ne pas laisser monter trop les températures dans la serre, afin d'éviter des problèmes de nouaison. Dans ce cas, adopter un seuil d'aération de 22–24 °C. ■

Tableau 8 | Résultats des analyses de fermeté (indice Durofel), de teneur en sucre (°Brix) et en acidité totale réalisées en 2006, 2007 et 2008. Les valeurs correspondent aux moyennes des différentes analyses (3 en 2006, 4 en 2007 et 10 en 2008).

	Variétés	Conduite	Fermeté	°Brix	Acidité*
2006	Altess	IT	71,8 ± 2,0	3,8 ± 0,2	4,4 ± 0,1
		Témoin	72,4 ± 1,9	4,0 ± 0,3	4,5 ± 0,2
	Albis	IT	75,3 ± 4,4	4,1 ± 0,1	4,8 ± 0,2
		Témoin	75,8 ± 3,4	4,4 ± 0,1	4,9 ± 0,2
2007	Altess	IT	74,1 ± 3,0	3,8 ± 0,1	3,5 ± 0,5
		Témoin	74,5 ± 1,3	3,8 ± 0,1	3,6 ± 0,5
	Climberley	IT	73,5 ± 4,4	4,2 ± 0,7	4,2 ± 0,6
		Témoin	70,0 ± 4,2	4,1 ± 0,1	4,2 ± 0,5
2008	Climberley	IT	71,1 ± 6,2	4,7 ± 0,2	4,8 ± 0,3
		Témoin	70,8 ± 5,8	4,8 ± 0,2	4,6 ± 0,2
	Plaisance	IT	70,9 ± 4,8	4,3 ± 0,3	4,3 ± 0,3
		Témoin	69,8 ± 4,7	4,4 ± 0,3	4,4 ± 0,2

* Acidité totale, exprimée en g/l d'acide citrique.

Tableau 9 | Nombre de dégustateurs, de réponses correctes et résultats des tests 2 parmi 5 comparant les tomates de la serre IT avec celles de la serre témoin.

Variété	Date	Nb de dégustateurs	Nb de réponses correctes	Nb minimal de réponses correctes (signification p < 0,05)	Différence significative
Climberley	24.04.08	10	4	4	oui
Climberley	08.05.08	17	5	5	oui
Climberley	30.05.08	13	5	4	oui
Plaisance	08.05.08	15	2	5	non
Plaisance	15.05.08	13	4	4	oui
Plaisance	30.05.08	15	5	5	oui

Bibliographie

- Adams S. R., Cockshull K. E. & Cave C. R. J., 2001. Effect of temperature on the growth and development of tomato fruits. *Annals of Botany* **88**, 869–877.
- ADEME, 2007. Utilisation rationnelle de l'énergie dans les serres. Situation technico-économique en 2005 et leviers d'action actuels et futurs. Synthèse. ADEME, 40 p.
- Anonyme, 2009. Comparaison des prix, moyenne annuelle pour l'énergie de chauffage. Erdoel-Vereinigung. Adresse: <http://www.erdoel-vereinigung.ch/fr/heizenmitoel/Peise/PreisvergleichJahresmittel.aspx> [30 juin 2009].
- Buitelaar K. & Janse J., 1990. Warmte echte smaakmaker. *Groenten en Fruit* **43**, 38–39.
- De Koning A. N. M., 1988. The effect of different day/night temperature regimes on growth, development and yield of glasshouse tomatoes. *Journal of horticultural Science* **63** (3), 465–471.
- De Koning A. N. M., 1990. Long-term temperature integration of tomato. Growth and development under alternating temperature regimes. *Scientia Horticulturae* **45**, 117–127.
- De Koning A. N. M., 1994. Development and dry matter distribution in glasshouse tomato. A quantitative Approach. Thèse, Université de Wageningen, 240 p.
- Elings A., Kempkes F. L. K., Kaasemaker R. C., Ruijs M. N. A., van de Braak N. J. & Dueck T. A., 2005. The Energy Balance and Energy-Saving Measures in Greenhouse Tomato Cultivation. *Acta Hort.* **691**, 67–74.
- Granges A., Gunther V., Deprez A., Dalin J. & Verzaux E., 2003. Mesure de la qualité organoleptique des tomates. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (4), 219–222.
- Granges A., Gillioz J. M., Augsburg J. & Nicollier F., 2008. Variétés de tomate à grappes cultivées hors sol à basse température: valeur agronomique, analytique et gustative. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **40** (4), 223–229.
- Jolliet O., 1988. Modélisation du comportement thermique d'une serre horticole. Thèse n°713, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 247 p.
- Körner O. & Challa H., 2003. Design for an improved temperature integration concept in greenhouse cultivation. *Computers and Electronics in Agriculture* **39**, 39–59.
- Le Quillec S., Brajeul E., Lesourd D., Loda D., Grisey A. & Grasselly D., 2007. L'intégration de température sur 24 heures. *Infos-Ctifl* **229**, 36–42.
- Lespinasse N., Scandella D., Vaysse P. & Navez B., 2002. Mémento évaluation sensorielle des fruits et légumes frais. Ctifl, Paris, 143 p.
- Moos G. I., 1983. Root-zone warming of greenhouse tomatoes in nutrient film as a means of reducing heating requirement. *Journal of horticultural Science* **58** (1), 103–109.

Summary ■ **Energy saving process under glasshouse by temperature integration over 24 hours in tomato culture on substrate**

Managing climate in the glasshouse by temperature integration (TI) over a 24-hour period is one of the ways to save energy. Three trials from 2006 to 2008 in tomato crops on substrate showed that an energy saving potential of 15 to 30 % is possible with TI compared to the standard temperature treatment. The annual yield was not influenced by TI in two of the three years. The TI reduced slightly the yield during the first cultivation period till mid-July. However, during the second period the yield was higher due to plant compensatory effects. In 2008 though, annual yield was penalised mainly due to problems of pollination during the second cultivation period in the TI treatment. On the other hand, the temperature integration influenced neither the analytical quality of the fruits, nor the development of pests, beneficial insects and diseases. The results confirm that temperature integration is a useful method to save energy. The conditions to respect in order to avoid yield reductions are discussed.

Key words: temperature integration, tomato, glasshouse, energy saving.

Zusammenfassung ■ **Energiesparmassnahmen im Gewächshaus mittels Temperaturintegration während 24 Stunden im Tomatenanbau auf Substrat**

Die Änderung der Klimaführung im Gewächshaus mittels Temperaturintegration (TI) während 24 Stunden ist einer der Wege, um Energie zu sparen. Drei Versuche von 2006 bis 2008 im Tomatenanbau auf Substrat haben gezeigt, dass eine Energieeinsparung von 15 bis 30 % möglich ist im Vergleich zur klassischen Temperaturführung. In zwei von drei Versuchsjahren ist der Jahresertrag durch die unterschiedliche Temperaturführung nicht beeinflusst worden. Die TI hat in der ersten Kulturphase bis Mitte Juli den Ertrag leicht reduziert. In der zweiten Phase dagegen war der Ertrag etwas höher aufgrund von kompensatorischen Effekten innerhalb der Pflanze. Im 2008 war der Jahresertrag im TI-Verfahren reduziert, vor allem aufgrund von Befruchtungsproblemen in der zweiten Kulturperiode. Die TI hat weder die analytische Qualität der Früchte, noch die Entwicklung von Schädlingen, Nützlingen und Krankheiten beeinflusst. Die Ergebnisse bestätigen, dass die Temperaturintegration eine nützliche Methode ist, um Energie einzusparen. Massnahmen, die zu berücksichtigen sind, um Ertragsverminderungen zu vermeiden, werden diskutiert.

Riassunto ■ **Risparmio energetico in serra per l'integrazione delle temperature nella coltivazione di pomodori su substrato**

La modifica della gestione del clima attraverso l'integrazione delle temperature (IT) nell'arco delle 24 ore è una delle possibilità di risparmiare dell'energia nelle colture serricole. I tre anni di prova – dal 2006 al 2008 – nella coltivazione di pomodori su substrato, hanno dimostrato che è possibile raggiungere un risparmio energetico del 15 % – 30 %. Tuttavia, la resa annuale non è stata, in due anni su tre, influenzata dalle diverse gestioni del clima. L'IT ha leggermente ridotto la resa nella prima fase di coltura, fino a metà luglio. Per contro, grazie a dei processi di compensazione della pianta, la resa è stata più elevata nella seconda fase. Nel 2008 la resa della serra IT è stata penalizzata essenzialmente in seguito a dei problemi di allegagione durante la seconda fase di coltivazione. D'altronde, l'integrazione delle temperature non ha avuto effetto né sulla qualità analitica dei frutti, né sullo sviluppo di parassiti, ausiliari e malattie. I risultati confermano che l'integrazione delle temperature è un metodo utile per risparmiare energia. Le condizioni da rispettare in modo da evitare diminuzioni di resa sono discusse.

- Nieuwhof M., Keizer L. C. P. & Van Oeveren J. C., 1997. Effects of temperature on growth and development of adult plant of genotypes of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Genetics and Breeding* 50, 185–193.
- Van der Ploeg A. & Heuvelink E., 2005. Influence of sub-optimal temperature on tomato growth and yield: a review. *Journal of horticultural Science & Biotechnology* 80 (6), 652–659.

Remerciements
Toute l'équipe du groupe culture sous serre de la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW ainsi que les stagiaires et apprentis qui ont participé à ces expérimentations sont remerciés pour leur précieux travail.




PÉPINIÈRES VITICOLES J.-J. DUTRUY & FILS
Le professionnel à votre service • Un savoir-faire de qualité

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

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

Le compact le plus puissant

Le pulvérisateur viticole compact

TURBO 700-H

- Compact, 1 m large, 1 m haut
- ventilation 70 cm
- 300 ou 400 litres
- diverses options

Téléphonez-nous!



Vos points d'assistance régionales:

1040 Echallens:	Schiffmann SA	tél. 021 881 11 30
1070 Puidoux:	Perroulaz SA	tél. 021 946 34 14
1113 St-Saphorin-sur-Morges:	Atelier Copra Sàrl.	tél. 021 803 79 00
1168 Villars-sous-Yens:	Lagrico Sàrl.	tél. 021 800 41 49
1233 Bernex:	Graf Jaques	tél. 022 757 42 59
1242 Satigny:	Grunderco SA	tél. 022 989 13 30
1252 Meinier:	Saillet & Cie	tél. 022 750 24 24
1401 Yverdon-les-Bains:	Agritechnique	tél. 024 425 85 22
1438 Method:	Grunderco SA	tél. 024 459 17 71
1438 Method:	Promodis Suisse SA	tél. 024 459 60 20
1510 Moudon:	Deillon Bernard SA/Cedima SA	tél. 021 905 12 96
1530 Payerne:	Bovey Agri SA	tél. 026 662 47 62
1906 Charrat:	Chappot SA	tél. 027 746 13 33
3225 Müntschemier:	Jampen Landmaschinen AG	tél. 032 313 24 15
3960 Sierre:	Agrol-Sierre	tél. 027 455 12 69



FISCHER nouvelle Sàrl
Votre spécialiste de pulvérisation
1868 Collombey-le-Grand
En Bovey A, tél. 024 473 50 80
www.fischer-sarl.ch




Der Glasverschluss:
edel und sicher
Le bouchon en verre
alliant élégance et sécurité

neue Generation!
nouvelle génération!

Baldinger
dep. 1951 www.baldinger.biz



Carpocapse (Cydia pomonella)

Madex® & Capex®
contre le carpocapse et le capua

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

Andermatt Biocontrol AG
Stäbelmatten 6 - 6145 Grossdietwil
Telefon 062 917 50 05 - www.biocontrol.ch



Efficacité du traitement à l'eau chaude contre les oeufs de *Scaphoideus titanus*, vecteur de la flavescence dorée de la vigne

Christian LINDER, Lukas SCHAUB et Françoise KLÖTZLI-ESTERMANN,
 Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1
 Renseignements: Christian Linder, e-mail: christian.linder@acw.admin.ch, tél. +41 22 363 43 89



Figure 1 | Traitement du matériel à l'aide d'une unité de traitement à l'eau chaude de type RECS (www.recs-fr.com).

Introduction

La flavescence dorée est une importante maladie de quarantaine qui se développe en Europe et qui occasionne d'importantes pertes économiques dans les régions infestées. Cette jaunisse causée par un phytoplasme est transmise par la cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball (*Hemiptera: Cicadellidae*). Un traitement curatif de la maladie n'est pas possible, mais l'exposition du phytoplasme à la chaleur réduit significativement ses chances de survie (Caudwell, 1966). L'immersion des porte-greffes et greffons dans de l'eau chaude est ainsi fortement recommandée pour réduire le risque de propagation de la maladie (fig. 1; Caudwell *et al.* 1990; Caudwell *et al.* 1997; Tassarts-Subirats V. *et al.* 2003; Mannini F., 2007). D'après Caudwell *et al.* (1997) ces

traitements à l'eau chaude (TEC) tuent également les œufs du vecteur, mais les données détaillées manquent. Dans le cadre du programme européen EUPHRESCO, le projet PROPSCAPH s'est donné, entre autres buts, de combler cette lacune. Il a réuni quatre instituts de recherches européens de quatre pays différents: INRA (France), CRA (Italie), UP ZRS (Slovénie) et Agroscope Changins-Wädenswil ACW (Suisse). ACW, chargé de coordonner le projet, a également testé l'efficacité des TEC contre les œufs de *S. titanus*.

Matériel et méthodes

Durant l'hiver 2008–2009, des bois de un et deux ans ont été collectés dans des vignes non traitées colonisées par *S. titanus* en France, Italie et Suisse (fig. 2). Ce

matériel a été envoyé à ACW et stocké en chambre froide à $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ et 95 % HR jusqu'en mars 2009. Les bois de chaque lot ont été soigneusement brassés et attribués au hasard aux deux variantes prévues (TEC ou témoin non traité). Le nombre d'œufs par bois n'a pas été estimé avant traitement afin d'éviter d'endommager les pontes. En mars 2009, les bois destinés au TEC ont été sortis de la chambre froide, humidifiés et conservés 24 heures à température ambiante ($\sim 15^{\circ}\text{C}$) dans un local aéré. Le traitement a été effectué dans une unité de traitement à l'eau chaude RECS (fig. 1) selon les procédures standards utilisées pour éliminer le phytoplasme (Boudon-Padiou & Grenan, 2002). L'immersion a duré 45 minutes à une température de $50^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Après 24 heures de stockage à température ambiante, les bois ont réintégré la chambre froide. Après une semaine, une première série de 2 à 2,5 kg de bois traités et non traités de chaque lot a été placée dans des cages «insect-proof» de 50x50x50 cm contenant une bouture en pot de Chasselas ou de Gamay provenant d'un vignoble indemne de *S. titanus*. Les 16 cages ont ensuite été mises en place dans une serre tempérée (min. 18°C – max. 25°C). Les éclosions ont ensuite été suivies et enregistrées durant une période de 2 mois. A mi-mai, la seconde série de bois traités et non traités a été mise en place et les émergences de *S. titanus* suivies durant 2 mois. Afin d'estimer l'efficacité du TEC, le nombre de larves écloses par kg de bois a été calculé.

Résultats et discussion

Le TEC a significativement réduit le nombre de larves écloses (tabl. 1): aucune larve n'a éclo à partir du bois traité âgé de un an, tandis qu'un faible nombre d'éclosions a été observé dans les lots traités âgés de deux ans. Les bois de Cabernet Franc italiens font cependant ex-

Résumé La cicadelle *Scaphoideus titanus* est le vecteur de la flavescence dorée, une maladie de quarantaine de la vigne en expansion en Europe. Le projet européen PROPSAPH a réuni quatre instituts de recherche afin d'améliorer la gestion du risque de propagation de l'insecte par le biais du matériel de pépinière. La Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, coordinatrice du projet, a étudié l'impact du traitement à l'eau chaude sur le développement des œufs de *S. titanus*. Des bois de un et deux ans ont été collectés en automne 2008 dans des vignobles infestés de France, d'Italie et de Suisse. La moitié du matériel a été traité à l'eau chaude et les éclosions de l'insecte ont été suivies. Les observations ont confirmé la possibilité pour *S. titanus* de pondre ses œufs sur du matériel de propagation. Le traitement à l'eau chaude a cependant réduit le nombre d'éclosions de plus de 90 %. Cette technique est donc fortement recommandée pour les greffons et les porte-greffes avant greffage ou pour les barbués. Elle permet de garantir la commercialisation de plants indemnes de flavescence dorée tout en minimisant le risque de propagation du vecteur par le biais des jeunes plants.

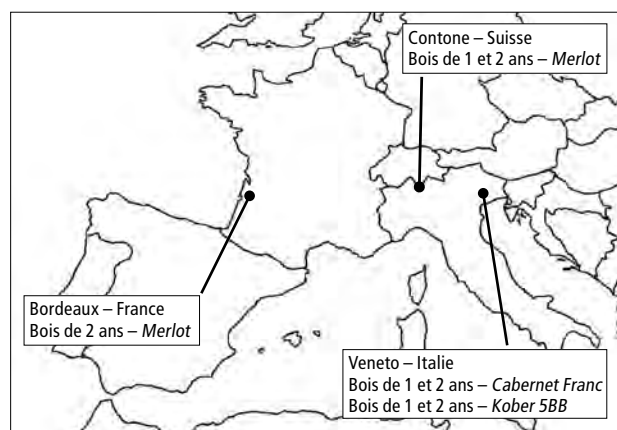


Figure 2 | Provenance, âge et cépages testés.



Tableau 1 | Nombre de larves de *S. titanus* écloses par kg de bois (moyenne des 2 séries de bois).

Pays	Cépage	Âge des bois	Larves/kg bois		% réduction
			Non traité	TEC	
CH	Merlot	1	0	0	–
I	Cabernet Franc	1	0,4	0	100
	Kober 5BB	1	0,6	0	100
F	Merlot	2	14,2	1,2	91,5
CH	Merlot	2	64,2	7,5	88,3
I	Cabernet Franc ¹	2	15	29,5	–96,6
	Kober 5BB	2	7	0,06	99,1

¹ Analyse d'une seule série de bois.

ception et ont vu plus d'éclosions à partir du matériel traité que du témoin non traité. Cette variante n'a malheureusement pas pu être répétée par manque de matériel végétal. Si l'on écarte ce résultat peu fiable, l'exposition des bois à l'eau chaude a permis de réduire de plus de 90 % les éclosions. Cette valeur est inférieure à celle obtenue par Caudwell *et al.* (1997) qui n'avaient pas observé d'éclosions sur des bois de deux ans traités à l'eau chaude selon des modalités identiques.

Aucune larve de *S. titanus* n'a éclo à partir du matériel suisse non-traité âgé de un an, alors que plus de 60 larves/kg de bois ont été obtenues à partir des bois suisses non-traités vieux de deux ans (tabl. 1). Quelques individus ont émergé des jeunes bois en provenance d'Italie, mais dix fois plus d'insectes ont éclo des bois italiens plus âgés. Ces résultats, conformes aux observations de Schvester *et al.* (1969), confirment que les femelles de *S. titanus* préfèrent déposer leurs oeufs sur le vieux bois. Elles sont néanmoins capables de pondre en faible quantité sur le bois d'une année utilisé comme greffon ou porte-greffe par exemple. Le risque de propager l'insecte par le biais de matériel de pépinière est donc bien réel, même s'il est très faible au vu des maigres pontes observées.

Le TEC n'a pas seulement un impact majeur sur la flavescence dorée, mais il détruit également la plupart des oeufs du vecteur. De plus, réalisé correctement, il n'affecte pas la survie et la reprise des greffes (Tassarts-Subirats V. *et al.* 2003; Dupraz & Schaub, 2007; Mannini, 2007). Le TEC assure ainsi que les quelques oeufs potentiels déposés sur les greffons et les porte-greffes sont détruits et que le jeune plant issu de la greffe est considéré comme libre de maladie et indemne de *S. titanus*. Ces plants devront par la suite être cultivés dans des pépinières situées dans des zones indemnes de *S. titanus* ou devront être protégés à

l'aide d'insecticides pour éviter le dépôt d'oeufs du vecteur et la transmission éventuelle de la maladie. Ces interventions chimiques ne peuvent cependant pas toujours inhiber totalement les captures de l'insecte en pépinière (données non présentées du projet PROPSCAPH). Bien que l'oviposition et la transmission de la maladie en champ de multiplication ne soient pas documentées à notre connaissance, elles peuvent donc théoriquement avoir lieu. L'influence du paraffinage des plants n'est pas connue, mais cette opération culturale réduit certainement le taux d'éclosions des oeufs potentiellement pondus. Le TEC des jeunes plants avant commercialisation reste toujours d'actualité afin de minimiser les risques de dissémination de la maladie et/ou de son vecteur.

Conclusions

- Un très faible taux de ponte allié à un traitement à l'eau chaude garantit du matériel de greffage (greffons et porte-greffe) indemnes de *S. titanus* et de flavescence dorée.
- La ponte de *S. titanus* est possible sur les bois de un an et deux ans. Les pontes sont plus abondantes sur le bois plus âgé.
- La protection chimique obligatoire des jeunes plants en pépinière de plein air dans les zones infestées n'est pas toujours efficace. Elle ne permet pas d'exclure la ponte d'oeufs sur de jeunes plants et la transmission de la maladie.
- Le traitement à l'eau chaude détruit la majorité des oeufs déposés sur le bois de deux ans. Il garantit ainsi la mise sur le marché de plants indemnes de flavescence dorée tout en limitant au maximum le risque de dissémination du vecteur dans des zones non infectées. ■

Bibliographie

- Boudon-Padieu E. & Grenan S., 2002. Hot Water Treatment. International Council for the Study of Virus and Virus-like Diseases of the Grapevine, Methods, <http://www.icvg.ch/data/icvgshotw.pdf>, 2 pages.
- Caudwell A., 1966: L'inhibition in vivo du virus de la flavescence dorée par la chaleur. *Annales des Epiphyties* 17 (hors-série), 61–66.
- Caudwell A., Larrue J., Valat C. & Grenan S., 1990: Les traitements à l'eau chaude des bois de vignes atteints de la Flavescence dorée. *Progrès Agricole et Viticole* 107, 281–286.
- Caudwell A., Larrue J., Boudon-Padieu E. & McLean G. D., 1997: Flavescence dorée elimination from dormant wood of grapevines by hot-water treatment, *Australian Journal of Grape and Wine Research* 3, 21–25.
- Dupraz Ph. & Schaub L., 2007: Lutte contre le phytoplasme de la flavescence dorée: l'eau chaude a été réinventée! *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 39 (2), 113–115.
- Mannini F., 2007: Hot water treatment and field coverage of mother plant vineyards to prevent propagation material from phytoplasma infections. *Bulletin of insectology* 60 (2), 311–312.

- Schvester D., Carle P. & Moutous G., 1969. Nouvelles données sur la transmission de la Flavescence dorée de la vigne par *S. littoralis* Ball. *Annales de Zoologie et d'Ecologie Animale* 1, 445–465.
- Tassarts-Subirats V., Clair D., Grenan S., Boudon-Padieu E. & Larrue J., 2003. Hot water treatment: curing efficiency for phytoplasma infection and effect on plant multiplication material. 14th ICVG Conference, Locorotondo, 12–17th September 2003, 69–70.

Remerciements

Nous remercions D. Thiéry et D. Papura (INRA-Bordeaux), B. Bagnoli et E. Angelini (CRA-Italie) et M. Jermini (ACW) pour la fourniture du matériel végétal et leurs précieux conseils, Isabelle Lavoie-Fleury pour son soutien technique sans faille et Monique Thorimbert pour la traduction du résumé italien. Nos remerciements s'adressent également à l'OFAG qui a financé la partie suisse du projet PROPSCAPH.

Summary ■ Effectiveness of hot water treatment against the eggs of *Scaphoideus titanus* Ball, vector of the Grapevine Flavescence dorée

The leafhopper *Scaphoideus titanus* is the vector of flavescence dorée, a severe grapevine disease spreading in Europe. The project PROPSCAPH brought together four European research institutes in order to improve risk management schemes against the spread of flavescence dorée's vector on propagation material. Agroscope Changins-Wädenswil, coordinator of the project, studied the impact of hot water treatments on the development of *S. titanus* eggs. In autumn 2008, one-year-old and two-year-old cuttings were collected in *S. titanus* infested vineyards in France, Italy and Switzerland. Half of the cuttings were exposed to a hot water treatment and the hatching of *S. titanus* nymphs was assessed. Our observations confirmed the ability of *S. titanus* to lay eggs on propagation material. However, hot water treatments reduced the number of hatched nymphs, i. e. the exposure to hot water killed more than 90 % of deposited eggs. Thus, the hot water treatment of rootstocks and scions before grafting or of grafted plants before commercialisation is strongly recommended. This should ensure the distribution of plant material free of flavescence dorée and minimise the risk of vector's spread.

Key words: risk management, viticulture, propagation material, nursery.

Zusammenfassung ■ Wirksamkeit der Heisswasserbehandlung gegen die Eier von *Scaphoideus titanus*, Vektor der goldgelben Vergilbungskrankheit der Rebe

Die Kleinzikade *Scaphoideus titanus* ist der Vektor der Goldgelben Vergilbung, eine sich in Europa ausbreitende, gefährliche Rebkrankheit. Das Projekt PROPSCAPH hat vier europäische Forschungsinstitute vereinigt, um das Risiko der Ausbreitung durch Vermehrungsmaterial besser in den Griff zu bekommen. Agroscope Changins-Wädenswil war Koordinator des Projektes und hat den Einfluss von Heisswasserbehandlungen auf die Entwicklung von *S. titanus* studiert. Ein- und zweijähriges Holz wurde im Herbst 2008 in befallenen Rebbergen von Frankreich, Italien und der Schweiz gesammelt. Eine Hälfte wurde behandelt und das Schlüpfen der Larven beobachtet. Die Beobachtungen bestätigten, dass *S. titanus* seine Eier auf Vermehrungsmaterial ablegen kann. Die Heisswasserbehandlung hat das Schlüpfen um mehr als 90 % reduziert. Sehr zu empfehlen ist also diese Technik vor dem Pfropfen für die Edelreiser und Unterlagen oder nachher für die fertigen Rebpflanzen. Sie ermöglicht, den Handel von Vermehrungspflanzen frei von der goldgelben Vergilbungs-Krankheit zu halten und vermindert das Risiko stark, das Vektor-Insekt durch diese Pflanzen zu verteilen.

Riassunto ■ Efficacia del trattamento per termoterapia sulle uova di *Scaphoideus titanus*, vettore della flavescenza dorata della vite

La cicalina *Scaphoideus titanus* è il vettore della flavescenza dorata, una grave malattia della vite in espansione in Europa. Il progetto PROPSCAPH ha riunito quattro istituti di ricerca europei allo scopo di migliorare la gestione del rischio di propagazione dell'insetto tramite il materiale vivaistico. Agroscope Changins-Wädenswil ACW, coordinatrice del progetto, ha studiato l'impatto del trattamento per termoterapia sullo sviluppo delle uova di *S. titanus*. Del legno di uno e due anni è stato raccolto nell'autunno 2008 in vigneti infestati francesi, italiani e svizzeri. La metà del materiale è stato sottoposto a termoterapia, seguendone la schiusura delle uova. Le osservazioni hanno confermato la capacità di *S. titanus* di deporre le uova su materiale di propagazione. Il trattamento per termoterapia ha però ridotto di oltre 90 % il numero delle schiuse. Questa tecnica è dunque fortemente raccomandata per le marze e i portainnesti prima dell'operazione d'innesto o per le barbatelle. Essa permette di garantire la commercializzazione di piante indenni da flavescenza dorata e, al tempo stesso, di diminuire il rischio di propagazione del vettore tramite le giovani piante.

Martin Auer Pépinières Viticoles 8215 Hallau

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

**Assortiment complet: Chasselas, Pinot noir**Toutes spécialités, porte-greffes (33, 42, 50 cm), raisins de table.
Demandez notre brochure en couleur sur les variétés.**C'est le bon moment pour votre choix!**

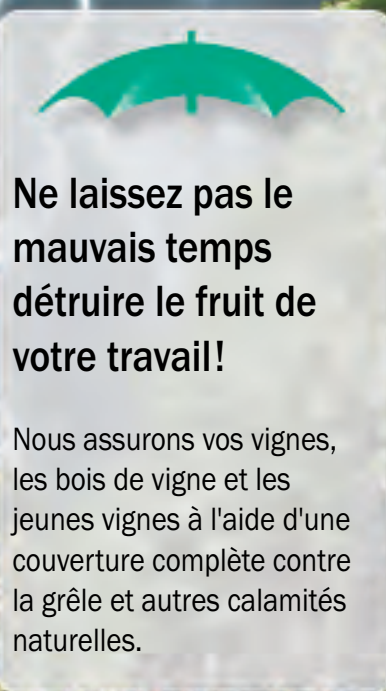
Service de plantation à la machine. Tubes de protection TUBEX

BCS Valiant COMPACT classe: 550AT - 650AR a toujours le nez en avant**NOUVEAU! Tracteur avec poste de conduite réversible 45 - 56 CV avec arceau de protection ou cabine**

Demandez nous des renseignements techniques, les listes de prix ou une démonstration du tracteur

Beratung und Verkauf
Erne H.U. | Deutschschweiz
079 611 26 22
Francis Bardet | Westschweiz
079 216 30 48**SNOPEX**T +41 091 646 17 33
F +41 091 646 42 07
www.snopex.com
sales@snopex.com**pulvé** suisse**Désherbage plus écologique**Désherber avec du produit pur
Pas de cuve – Pas de fond de cuve
50% en moins d'herbicide!appareils portables
modèles brouette
systèmes pour tracteurs

la turbine Mantis

Pulvésuisse GmbH
Geenstrasse 6
8330 Pfäffikon ZH
044 950 08 54
079 832 21 02
www.pulvesuisse.ch**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

AVIDOR VALAIS SA

ZI Falcon • Rue du Stand 11 • CH-3960 Sierre

tél. 027 456 33 05 • fax 027 456 33 07 • www.avidorvalais.ch

Rue de la Gare 20
2525 Le Landeron
www.angelrath.ch

Tél 032 751 37 95
Fax 032 751 31 44
Info@angelrath.ch

Jean Angelrath
Emballages en gros
Mobilier de cave



Piquets Artos, tuteurs, fils galvanisé SNTN, amarres FENOX
Equipement de cave et de vigne - Filtres - Pompes à vin
Cuves inox Standard, sur mesures et polyester - Pressoirs
Emballages carton (poste) - Caisses bois - Rubans adhésifs

IBIZA SC Nouveau!

Fongicide pour la viticulture, les pommes de terre, les oignons et les cultures ornementales.

Large efficacité contre l'excoriose, le rougeot, le mildiou, l'oïdium, etc. **Protection de longue durée résistant au lessivage!**

Teneur: 38,8% Fluazinam (500g/l)

Schneiter GRO SA

5703 Seon AG Tél. 062 893 28 83 www.schneiteragro.ch

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



Pressage nouvelle génération
Pressage sous gaz inerte

Filtration tangentielle Bourbes et Vins

Tri optique de précision

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

3960 Sierre
Tél. 027/456 33 05

Gigandet SA

1853 Yverne
Tél. 024/466 13 83

Hauswirth Bursins SA

1183 Bursins
Tél. 021/824 11 29

Bucher Vaslin - Philippe Besse

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

BUCHER vaslin

www.buchervaslin.com
Votre réussite est notre priorité

IM&P COMMUNICATION - 10168

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



Vitesses surface
Heures



Débitmètres



Contrôle pulvérisation

**Tous les compteurs
pour l'agriculture de précision**

AgriTechno L'agriculture de précision

Case postale 24 - CH-1066 Epalinges
Tél. 021 784 19 60 - Fax 021 784 36 35 - GSM 079 333 04 10
E-mail: agritechno-lambert@bluewin.ch

Aptitude des variétés de pommes à la transformation industrielle

Emira MEHINAGIC, Erwan BOURLES et Frédérique JOURJON, Ecole supérieure d'agriculture – Laboratoire GRAPPE, BP 30748, 55 rue Rabelais, 49007 Angers Cedex 01, France

Renseignements: F. JOURJON, e-mail: f.jourjon@groupe-esa.com, tél. 0033 241 23 55 55



Préparation des fruits à la transformation.

Introduction

La pomme occupe le premier rang de la production européenne de fruits (10 millions de tonnes/an récoltées en moyenne entre 2003 et 2007), et c'est également le fruit le plus consommé en Europe. Par ailleurs, sans modification majeure du contexte actuel, la production mondiale de pommes de table devrait continuer à rester excédentaire, avec 64 millions de tonnes pour une consommation de 51 millions de tonnes (FAOSTAT, 2007). En outre, comme les consommateurs recherchent de plus en plus des produits pratiques (en portions individuelles), préparés (pré-épluchés, pré-découpés, etc.) et de qualité (gustative, nutritionnelle), il est fort probable que le volume de fruits destinés à la transformation continue à augmenter. Pour faire face à une demande de plus en plus exigeante des consommateurs, il est nécessaire de renforcer les liens entre les producteurs, en amont de la filière, et les industries de

la transformation (jus, compotes, purées, fruits 4^e et 5^e gamme, etc.). Il existe peu de travaux scientifiques publiés sur le lien entre la qualité des pommes de table et leur aptitude à la transformation. Le laboratoire GRAPPE a donc mis sur pied un programme de recherche collaboratif, Nutripomme, qui réunit des partenaires régionaux de la production et de la transformation. Son objectif est de sélectionner les variétés les mieux adaptées à 2 différents types de transformation – pomme 5^e gamme et desserts fruitiers en morceaux – en fonction de l'état physiologique des fruits (fraîchement récoltés ou après stockage prolongé) et des paramètres de cuisson qui constituent l'étape critique de ces procédés. Seule une partie des résultats issus de ce projet est présentée dans cet article et permet de répondre à la question: comment la qualité initiale des fruits influence-t-elle leur aptitude à la transformation en 5^e gamme et notamment leur tenue (texture)? L'étude présentée ici porte sur 10 variétés de pommes cultivées en Val de Loire, caractérisées avant et après transformation; son objectif est de valider l'hypothèse souvent reprise par les industriels de la transformation, selon laquelle les fruits les plus fermes résistent d'avantage aux transformations dures (type cuisson sous vide).

Matériel et méthodes

Matériel végétal

Dix variétés de pommes différentes (Golden Delicious, Braeburn, Fuji, Cripps Pink, Ariane, Royal Gala, Cameo, Belchard, Granny Smith et Canada Grise), ont été récoltées en 2006 à la Station d'expérimentation fruitière de la Morinière (Indre et Loire), puis stockées en chambre froide à 3°C pendant 8 à 10 semaines en atmosphère normale. Cinq de ces variétés, présentant des comportements à la transformation différents (Braeburn, Granny Smith, Golden Delicious, Cripps Pink et Royal Gala.) ont fait l'objet d'une seconde étude, en 2007, pour valider les résultats de la première saison sur les fruits fraîchement récoltés (2 semaines de stockage à 3°C). Le tableau 1 récapitule les principales caractéristiques de ces fruits à l'état frais.

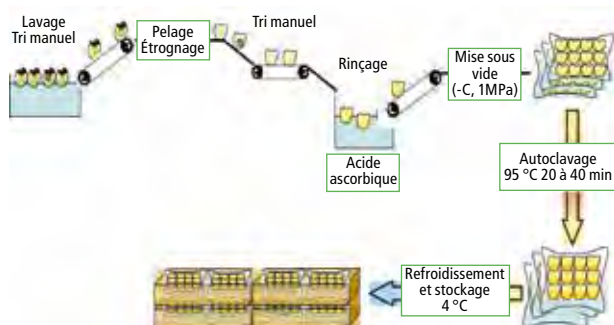


Figure 1 | Procédé de fabrication des fruits 5° gamme.

Procédés de transformation

50 kg de fruits par lot ont été transformés en fruits 5° gamme selon le procédé schématisé à la figure 1. Les pommes sont d'abord triées et lavées dans un bac tampon. Elles sont ensuite pelées et étrognées automatiquement par rotation avant de passer dans un bain de lavage. Ce bain contient de l'acide ascorbique pour inhiber les réactions de brunissement. Elles sont ensuite mises sous vide et cuites à l'autoclave pendant 20 à 40 minutes à 95 °C (seuls les essais à 25 minutes sont présentés ici). Les barèmes de cuisson ont été choisis avec les industriels de façon à ce que la qualité des produits transformés reste acceptable microbiologiquement et visuellement. Pendant la cuisson, la pression dans l'autoclave est de 0,13 MPa. Le refroidissement est réalisé à l'eau glacée jusqu'à ce que les pommes atteignent une température de 40 °C, puis les fruits sont placés dans une salle de refroidissement jusqu'à ce qu'ils atteignent 4 °C. Les produits sont ensuite stockés à 4 °C en chambre froide.

Résumé La maîtrise de la qualité des fruits transformés nécessite une bonne connaissance de la matière première et de son impact sur le produit fini. L'étude présentée dans cet article analyse l'effet de la qualité des pommes, et notamment de leur texture, sur leur aptitude à la transformation en fruits 5° gamme (fruits épluchés puis cuits sous vide). Pour cela, un des facteurs fortement liés aux variations de la texture des fruits a été testé : la variété. Les résultats de l'étude indiquent que le choix variétal est primordial pour obtenir un produit transformé de qualité satisfaisante. En effet, la fermeté des fruits à l'état frais ne permet pas de garantir leur bonne tenue à la cuisson au cours de la transformation. Ainsi, contre toute attente, malgré une fermeté initiale plutôt élevée, les pommes Granny Smith ne se montrent pas du tout adaptées au procédé 5° gamme. Les variétés les plus prometteuses sont les Royal Gala et les Cripps Pink.

Analyse de la texture des fruits avant et après transformation

La texture des fruits frais et transformés en 5° gamme est analysée par la méthode de double compression, réalisée avec la machine de traction MTS Synergie 200H (MTS Systems). La peau des fruits frais est ôtée à l'aide d'un économiseur afin de disposer de mesures com-

Tableau 1 | Matériel végétal étudié.

Variété	Année de la récolte	Durée de stockage à 3 °C (semaines)	IR (°Brix)	Acidité titrable (eg. acide malique)
Royal Gala	2006	8 à 10	14,5	3,7
Braeburn	2006	8 à 10	13,9	5
Ariane	2006	8 à 10	14,3	5,3
Cripps Pink	2006	8 à 10	15,7	5,3
Fuji	2006	8 à 10	15,5	1,9
Cameo	2006	8 à 10	14,7	2,5
Granny Smith	2006	8 à 10	13,8	8,5
Canada Grise	2006	8 à 10	16,6	8,8
Golden Delicious	2006	8 à 10	13,3	3,1
Belchard	2006	8 à 10	13,9	4,8
Braeburn	2007–2008	2	11,7	5,7
Golden Delicious	2007–2008	2	11,5	4,5
Granny Smith	2007–2008	2	11,7	8,1
Cripps Pink	2007–2008	2	14,2	6,1
Royal Gala	2007–2008	2	12,0	3,4

parables à celles des fruits 5^e gamme (également épluchés). Des coupes radiales de pommes de 2 cm de haut sont préparées. Les tranches de fruit sont comprimées à 20 % de leur hauteur initiale par une sonde plate en plastique de 2 cm de diamètre (fig. 2), à une vitesse constante de 20 mm/min. Lors de la première année, 6 mesures ont été réalisées par fruit, et 5 la deuxième année, les fruits étant de calibre inférieur. Le test comprend deux cycles de compression, avec chaque fois une phase de charge (compression) et une phase de décharge (décompression). A partir de ces courbes, 7 paramètres sont extraits (Bourne, 2002; fig. 2):

- la force maximale obtenue lors de la première compression notée (H_1) et également appelée dureté à la 1^{re} compression;
- la force maximale obtenue lors de la deuxième compression notée (H_2) et également appelée dureté à la 2^e compression ou dureté résiduelle;
- les énergies associées à la première et deuxième compression, notées (W_{H1} et W_{H2}), utilisées pour estimer les pertes irréversibles d'énergie pendant chaque cycle de compression/décompression;
- les pentes de la première et deuxième compression notées ($Grad_1$ et $Grad_2$);
- la cohésion (pas d'unité), calculée par le ratio des aires sous les courbes des phases de charge des 2 compressions;
- le gommeux calculé par le produit de la dureté 1 et de la cohésion.

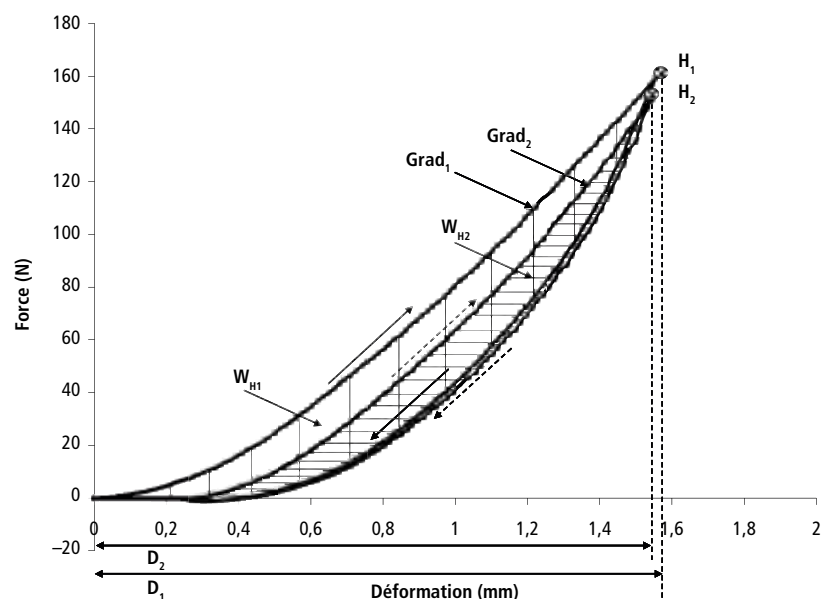
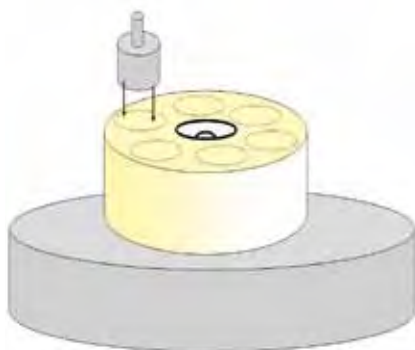


Figure 2 | Schéma du protocole d'échantillonnage pour l'analyse des pommes en double compression, et l'exemple de courbe force/compression issue de cette analyse.

Analyses statistiques des données

Des analyses de variance (ANOVA) à un ou plusieurs facteurs ont été réalisées sur les données brutes instrumentales et biochimiques avec le logiciel Statgraphics Plus. Les groupes statistiques ont été différenciés par le test LSD (Least Significant Differences) de Fisher, au risque 5 %.

Résultats et discussions

Texture des 10 variétés de pommes à l'état frais

Le tableau 2 récapitule les données sur les propriétés mécaniques des 10 variétés de pommes (saison 2006/2007) analysées à l'état frais. D'après les valeurs moyennes de leur dureté mesurée à la première ou deuxième compression (H_1 , H_2 ; tabl. 2), les variétés de pommes peuvent être classées en 5 groupes. Les pommes Braeburn sont les plus résistantes à la compression (dureté obtenue lors de la première compression égale à 152 N), suivies des pommes Ariane (134 N). Un troisième groupe est constitué des pommes Fuji, Cripps Pink, Granny Smith et Royal Gala, avec un niveau de dureté moyen compris entre 98 et 105 N. Le quatrième groupe est constitué des variétés Cameo et Golden Delicious, avec des duretés moyennes de 87 et 86 N. Enfin, le dernier groupe, qui présente les valeurs de dureté les plus basses (moins de 40 N) inclut les variétés Belchard et Canada Grise. Les résultats obtenus sont en partie en accord avec ceux d'autres auteurs.

Mehinagic *et al.* (2004) ont montré, dans le cas de mesure de texture par double compression, que la hiérarchie de dureté des fruits était la suivante: Braeburn > Fuji > Golden Delicious. Varela *et al.* (2007) ont comprimé des pommes Golden Delicious et Granny Smith uniaxialement et ont révélé une fermeté supérieure des Granny Smith. Billy *et al.* (2008) ont également montré par double compression que la chair des pommes Fuji était significativement plus ferme et élastique que celle des Golden Delicious. Pour les variétés anciennes telles que Belchard et Canada Grise, ainsi que pour certaines variétés nouvelles (Cripps Pink et Ariane), aucune donnée comparant leurs propriétés mécaniques n'a été trouvée dans la littérature. Malgré de fortes différences entre variétés, l'allure des courbes de compression a été sensiblement la même pour la majorité des fruits testés. Le paramètre rhéologique «cohésion» a permis de mettre en évidence différents modes de rupture des tissus lors de la compression, en fonction de la variété de pomme. D'après sa formule de calcul (cohésion = WH_2/WH_1), ce paramètre donne une information sur l'état de déstructuration des tissus après le premier cycle de compression. Plus les tissus ont été écrasés et abîmés irrémédiablement (éclatement des cellules) lors de la première compression, et plus les valeurs de cohésion sont proches de zéro. Les plus hautes valeurs ont été observées avec les variétés Belchard, Canada Grise et Royal Gala et les plus basses avec Cameo, Granny Smith et Braeburn (tabl. 2). Pour ces trois dernières variétés, la contrainte appliquée sur les fruits a probablement entraîné une rupture importante du matériel cellulaire (rupture des parois et éclatement des cellules). A l'inverse, avec les variétés Belchard, Canada Grise et Royal Gala, la contrainte appli-

quée a entraîné une dégradation progressive des tissus majoritairement due à un décollement des cellules constitutives des tissus les unes par rapport aux autres. Les variétés Ariane, Fuji, Golden Delicious et Cripps Pink ont des valeurs intermédiaires de cohésion. Le «gommeux» a été défini par Bourne (2002) comme l'énergie requise pour déstructurer un aliment et le rendre prêt à être avalé. Ce paramètre a aussi permis de distinguer les variétés de pommes Belchard et Canada Grise des autres fruits. Avec des valeurs basses en gommeux, ces deux variétés peuvent être considérées comme des fruits ayant une texture molle associée à un mode de rupture des tissus par décollement intercellulaire, lors de la compression. A l'opposé, avec des valeurs de gommeux élevées, la texture des variétés Braeburn et Ariane s'est révélée ferme et croquante, associée à un mode de rupture des tissus par éclatement cellulaire. Les paramètres de double compression ont ainsi permis de mettre en évidence les propriétés rhéologiques différentes des pommes selon leur génotype. Les variétés Belchard et Canada Grise se sont distinguées par un caractère gommeux et une dureté faible, mais par des valeurs élevées de cohésion. Les variétés les plus fermes sont la Braeburn et l'Ariane, suivies par un groupe constitué des Fuji, Cripps Pink, Granny Smith et Royal Gala. Les variétés Cameo et Golden Delicious présentent des valeurs de dureté intermédiaire. Parmi tous ces fruits, la Royal Gala se démarque par son caractère cohésif élevé, ce qui n'est pas le cas de la Cameo. Il est nécessaire d'analyser les propriétés mécaniques des pommes 5^e gamme pour déterminer si l'effet variétal reste important et si la hiérarchie de fermeté est maintenue après transformation industrielle.

Tableau 2 | Propriétés mécaniques mesurées par double compression de 10 variétés de pommes fraîches (valeurs moyennes).

Variété	Paramètres							
	H ₁	H ₂	WH ₁	WH ₂	Grad ₁	Grad ₂	Cohésion	Gommeux
	(N)		(N, mm)		(N/mm)			
Ariane	134(±17) ^b	127(±16) ^b	44(±9) ^b	24(±4) ^b	78(±11) ^b	79(±11) ^b	0,55(±0,04) ^{cd}	73,9(±8,2) ^b
Belchard	34(±21) ^f	33(±20) ^f	5(±4) ^g	3(±3) ^g	36(±16) ^e	36(±16) ^e	0,63(±0,08) ^a	20,7(±12,4) ^g
Braeburn	152(±25) ^a	144(±24) ^a	51(±13) ^a	27(±5) ^a	85(±14) ^a	86(±14) ^a	0,53(±0,08) ^e	80,7(±14,9) ^a
Cameo	87(±22) ^e	83(±21) ^e	20(±10) ^{ef}	11(±5) ^f	61(±11) ^d	62(±11) ^d	0,53(±0,06) ^e	46,1(±11,9) ^f
Canada Grise	40(±26) ^f	38(±24) ^f	6(±8) ^g	5(±5) ^g	40(±19) ^e	39(±19) ^e	0,63(±0,07) ^a	24,6(±15,1) ^g
Fuji	105(±19) ^c	100(±18) ^c	30(±8) ^c	17(±3) ^c	62(±11) ^d	62(±11) ^d	0,57(±0,05) ^c	59,5(±8,1) ^c
Golden Delicious	86(±12) ^e	81(±11) ^e	21(±5) ^e	12(±2) ^e	61(±7) ^d	62(±7) ^d	0,57(±0,03) ^c	48,5(±6,1) ^f
Granny Smith	100(±13) ^{cd}	95(±12) ^d	26(±5) ^d	14(±3) ^d	68(±9) ^c	69(±9) ^c	0,53(±0,04) ^e	52,8(±6,5) ^e
Cripps Pink	101(±19) ^{cd}	96(±18) ^{cd}	22(±8) ^e	12(±4) ^e	71(±12) ^c	71(±12) ^c	0,56(±0,05) ^{cd}	56,1(±10,4) ^d
Royal Gala	98(±25) ^d	94(±23) ^d	19(±8) ^f	11(±4) ^{ef}	68(±16) ^c	68(±16) ^c	0,60(±0,06) ^b	58,5(±13,5) ^{cd}

Les lettres différentes signifient que le test LSD montre une différence significative entre les variétés au seuil de 5 % ; n = 1800.

Aptitude des 10 variétés de pommes à la transformation en 5^e gamme

Le tableau 3 récapitule les données sur les propriétés mécaniques des fruits 5e gamme. Pour caractériser ces pommes, 1440 mesures de double compression (8 variétés x 30 fruits x 6 répétitions) sont réalisées. Des analyses de variance à un facteur sont effectuées pour chaque paramètre textural sur l'ensemble des données. Les variétés Belchard et Canada grise n'ont pas pu être analysées car elles n'ont pas résisté au traitement thermique (transformées en purée lors de la cuisson). Les résultats montrent que, comme pour les fruits frais, l'effet variétal est hautement significatif sur les pommes 5^e gamme. La comparaison des valeurs numériques présentées dans les tableaux 2 et 3 montre d'abord que la résistance mécanique des fruits transformés est plus faible que celle des pommes fraîches. Globalement, les variétés Royal Gala, Cripps Pink et Cameo tolèrent le mieux les traitements thermiques, avec des valeurs de dureté H₁ supérieures à 2,2 N. Les variétés les moins résistantes à la transformation sont Braeburn, Granny Smith et Golden Delicious (tabl. 3). La figure 3 représente la classification des variétés de pommes en fonction de leur rang de dureté avant et après transformation. Le procédé de transformation modifie l'ordre hiérarchique existant avant la transformation. Ainsi, les variétés peuvent être classées en 3 catégories selon leur hiérarchie de dureté avant et après transformation : celles dont le rang reste inchangé, celles dont le rang augmente et enfin celles dont le rang diminue. Les pommes Belchard et Canada Grise appartiennent à la première catégorie; elles étaient les moins fermes à l'état frais et elles n'ont pas résisté au traitement thermique (transformées en purée). Ca-

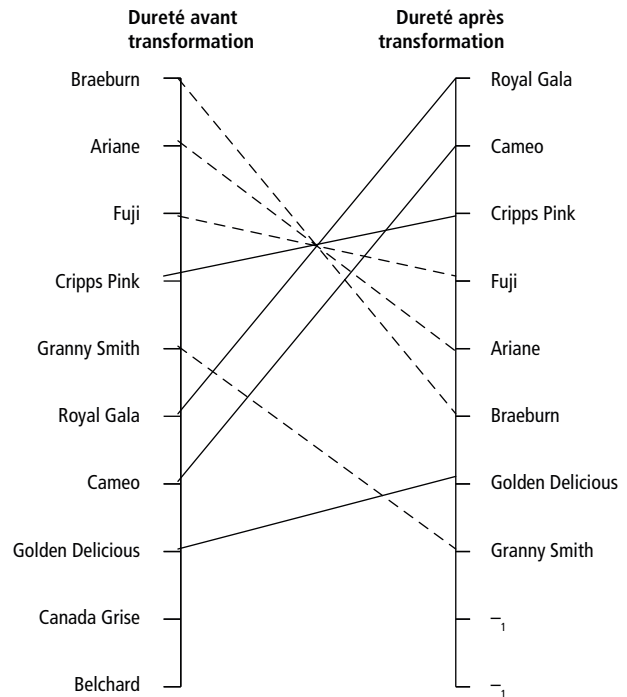


Figure 3 | Effet de la transformation 5^e gamme sur la classification de dureté mesurée après la première compression (H₁) pour 10 variétés de pommes. -1, pas de valeurs car les fruits n'ont pas résisté à la cuisson.

meo, Cripps Pink et Royal Gala appartiennent au second groupe car elles étaient caractérisées par une dureté moyenne à l'état frais et se sont révélées les plus fermes à l'état cuit. Braeburn et Ariane, les plus fermes à l'état frais, appartiennent au troisième groupe car elles ont mal résisté au procédé de transformation 5^e gamme (avec des valeurs de dureté préservées de 1,2 et 1,5 %). Le suivi des propriétés mécaniques des

Tableau 3 | Propriétés mécaniques mesurées par double compression de 8 variétés de pommes transformées (valeurs moyennes).

Variété	Type de produit	Paramètres						Cohésion	Gommeux
		H ₁	H ₂	WH ₁	WH ₂	Grad ₁	Grad ₂		
		(N)		(N, mm)		(N/mm)			
Braeburn	Fruit frais	305(±29) ^a	185(±62) ^a	781(±75) ^a	75(±21) ^a	128(±15) ^a	56(±12) ^a	0,097(±0,027) ^a	29(±9) ^a
	Fruit 5 ^e gamme	15,0(±5,4) ^b	9,4(±4,6) ^d	23,9(±7,3) ^a	4,4(±1,5) ^b	4,3(±1,4) ^a	4,0(±1,5) ^b	0,190(±0,055) ^d	2,93(±1,5) ^d
Golden Delicious	Fruit frais	237(±25) ^a	180(±42) ^a	593(±60) ^a	69(±13) ^a	98(±10) ^a	55(±9) ^a	0,117(±0,023) ^a	28(±6) ^a
	Fruit 5 ^e gamme	13,5(±3,9) ^c	10,8(±3,2) ^c	14,7(±4,3) ^c	4,3(±1,1) ^b	3,2(±0,9) ^b	3,2(±0,9) ^c	0,299(±0,049) ^b	4,00(±1,20) ^c
Granny Smith	Fruit frais	302(±24) ^a	234(±39) ^a	664(±64) ^a	109(±15) ^a	102(±8) ^a	73(±8) ^a	0,166(±0,026) ^a	50(±9) ^a
	Fruit 5 ^e gamme	5,6(±1,6) ^d	4,1(±1,4) ^e	9,5(±2,6) ^d	2,5(±0,5) ^c	1,5(±0,5) ^c	1,4(±0,4) ^d	0,275(±0,060) ^c	1,53(±0,59) ^e
Cripps Pink	Fruit frais	257(±25) ^a	209(±25) ^a	646(±61) ^a	75(±10) ^a	115(±10) ^a	60(±8) ^a	0,117(±0,014) ^b	30(±5) ^b
	Fruit 5 ^e gamme	15,2(±5,1) ^b	12,6(±4,1) ^b	15,6(±5,6) ^c	5,8(±1,5) ^a	3,3(±1,3) ^b	3,2(±1,3) ^c	0,385(±0,060) ^a	5,74(±1,77) ^a
Royal Gala	Fruit frais	186(±44) ^a	55(±39) ^a	447(±105) ^a	32(±20) ^a	83(±14) ^a	23(±15) ^a	0,070(±0,036) ^a	13(±8) ^a
	Fruit 5 ^e gamme	18,4(±5,9) ^a	13,9(±39) ^a	21,7(±8,4) ^b	5,9(±1,5) ^a	4,4(±1,6) ^a	4,4(±1,5) ^a	0,297(±0,081) ^b	5,30(±1,88) ^b

Les lettres différentes signifient que le test LSD montre une différence significative entre les variétés au seuil de 5 % ; n = 1440.

pommes avant et après transformation industrielle a clairement mis en évidence l'importance du choix variétal selon le type de procédé sélectionné. Par ailleurs, la résistance mécanique initiale des fruits (leur dureté) ne permet pas de prédire leur aptitude à la transformation. Cela est visible pour la variété Royal Gala qui, à l'état frais, a une dureté moyenne, et qui, après traitement thermique, est la plus résistante. Inversement, la Granny Smith, plutôt considérée comme une pomme ferme à l'état frais, n'a pas bien tolérée les procédés de transformation, et s'est retrouvée en bas de la classification après traitement thermique. En considérant ces résultats préliminaires, les 2 variétés les plus aptes à la transformation (Royal Gala et Cripps Pink) ont été sélectionnées, de même que 2 variétés habituellement utilisées pour ce type de transformation (Braeburn et Golden Delicious) et la variété pour laquelle les résultats obtenus ont été surprenants: la Granny Smith, afin de valider ces résultats.

Validation des résultats

Le tableau 4 récapitule les informations recueillies sur les propriétés mécaniques des 5 variétés de pommes fraîchement récoltées et transformées en 2007.

Bien que plus fermes qu'en 2006, les variétés analysées en 2007 gardent une hiérarchie comparable. En effet, à l'état frais, les fruits les plus résistants à la déformation sont les Braeburn, suivies des Granny Smith et Cripps Pink. Les pommes les moins résistantes sont les Royal Gala (tabl. 4). Contrairement à l'année précédente, en 2007 les Royal Gala sont moins résistantes à la déformation à l'état frais que les Golden Delicious. Cependant, malgré cette faible résistance à la déformation, la texture des pommes Royal Gala reste mieux

préservée que celle des autres variétés. Leurs degrés de duretés (initiale et résiduelle) sont les plus élevés. La variété Granny Smith fournit à nouveau des résultats non-satisfaisants car sa texture se dégrade. Les différentes aptitudes à la transformation observées entre les variétés pourraient être dues à la structure même des fruits, et notamment: la taille des cellules du parenchyme, les espaces intercellulaires, la teneur en gaz dans ces espaces et la pression de turgescence. Dobias *et al.* (2005) ont ainsi montré que, pendant la cuisson des pommes Golden Delicious, le gaz retenu dans les espaces intercellulaires et les gaz dissous se libèrent et sont en expansion. Ceci entraîne la rupture des structures cellulaires et donc, à échelle macroscopique, une chute importante de la fermeté des fruits. Reeve et Leinbach (1953) montrent par analyse microscopique que ces phénomènes sont plus ou moins dépendants de la variété de pomme. Dans la cuisson des carottes, Greve *et al.* (1994) ont observé que la perte de fermeté des tissus était liée à une diminution parallèle de la turgescence des cellules. Enfin, la résistance et l'élasticité même des parois cellulaires qui composent les tissus de ces fruits jouent probablement un rôle important dans la préservation de la structure du fruit, comme c'est le cas notamment dans le processus de maturation des fruits. Afin d'expliquer les variations observées et de trouver des marqueurs de l'aptitude à la transformation, de prochaines études sont envisagées pour comparer les différences structurales (macroscopiques et moléculaires) existant entre ces variétés à l'état frais et transformés.

Tableau 4 | Propriétés mécaniques mesurées par double compression de 5 variétés de pommes à l'état frais et transformé en fruits 5^e gamme (valeurs moyennes).

Variété	Type de produit	Paramètres							
		H ₁	H ₂	WH ₁	WH ₂	Grad ₁	Grad ₂	Cohésion	Gommeux
		(N)		(N, mm)		(N/mm)			
Braeburn	Fruit frais	305(±29) ^a	185(±62) ^a	781(±75) ^a	75(±21) ^a	128(±15) ^a	56(±12) ^a	0,097(±0,027) ^a	29(±9) ^a
	Fruit 5 ^e gamme	15,0(±5,4) ^b	9,4(±4,6) ^d	23,9(±7,3) ^a	4,4(±1,5) ^b	4,3(±1,4) ^a	4,0(±1,5) ^b	0,190(±0,055) ^d	2,93(±1,5) ^d
Golden Delicious	Fruit frais	237(±25) ^a	180(±42) ^a	593(±60) ^a	69(±13) ^a	98(±10) ^a	55(±9) ^a	0,117(±0,023) ^a	28(±6) ^a
	Fruit 5 ^e gamme	13,5(±3,9) ^c	10,8(±3,2) ^c	14,7(±4,3) ^c	4,3(±1,1) ^b	3,2(±0,9) ^b	3,2(±0,9) ^c	0,299(±0,049) ^b	4,00(±1,20) ^c
Granny Smith	Fruit frais	302(±24) ^a	234(±39) ^a	664(±64) ^a	109(±15) ^a	102(±8) ^a	73(±8) ^a	0,166(±0,026) ^a	50(±9) ^a
	Fruit 5 ^e gamme	5,6(±1,6) ^d	4,1(±1,4) ^e	9,5(±2,6) ^d	2,5(±0,5) ^c	1,5(±0,5) ^c	1,4(±0,4) ^d	0,275(±0,060) ^c	1,53(±0,59) ^e
Cripps Pink	Fruit frais	257(±25) ^a	209(±25) ^a	646(±61) ^a	75(±10) ^a	115(±10) ^a	60(±8) ^a	0,117(±0,014) ^b	30(±5) ^b
	Fruit 5 ^e gamme	15,2(±5,1) ^b	12,6(±4,1) ^b	15,6(±5,6) ^c	5,8(±1,5) ^a	3,3(±1,3) ^b	3,2(±1,3) ^c	0,385(±0,060) ^a	5,74(±1,77) ^a
Royal Gala	Fruit frais	186(±44) ^a	55(±39) ^a	447(±105) ^a	32(±20) ^a	83(±14) ^a	23(±15) ^a	0,070(±0,036) ^a	13(±8) ^a
	Fruit 5 ^e gamme	18,4(±5,9) ^a	13,9(±39) ^a	21,7(±8,4) ^b	5,9(±1,5) ^a	4,4(±1,6) ^a	4,4(±1,5) ^a	0,297(±0,081) ^b	5,30(±1,88) ^b

Les lettres différentes signifient que le test LSD montre une différence significative entre les variétés au seuil de 5 %.

Conclusions

- La résistance du fruit à la déformation mécanique ne permet pas de prédire son aptitude à la transformation en 5^e gamme.
- Il est erroné de croire que les pommes les plus dures résistent mieux que les autres à des procédés de type 5^e gamme. Par ailleurs, bien que ces résultats ne soient pas présentés, des conclusions similaires ont pu être observées pour le procédé de transformation de pommes en spécialités fruitières (fruits en morceaux cuits).
- Il est donc recommandé aux industriels de ne pas orienter leur choix systématiquement vers des variétés telles que les Granny Smith, Braeburn et Golden Delicious, habituellement utilisées pour la transformation.
- Les résultats présentés ici portent principalement sur la texture des fruits, principal paramètre retenu (avec la couleur) dans les cahiers de charges des clients. En effet, les pommes doivent préserver leur aspect sans se décomposer en purée.
- Pour compléter l'étude, d'autres aspects qualitatifs des pommes ont été caractérisés : nutritionnels (préservation des fibres et des polyphénols) et organoleptiques (saveur, arôme, aspects, etc.). Ces résultats confidentiels restent pour le moment la propriété des industriels qui ont participé à l'étude.
- La suite du projet de recherche Nutripomme porte sur la recherche de marqueurs biochimiques qui pourraient permettre de prédire l'aptitude d'une variété à ce type de transformation. Parmi les marqueurs testés figurent les différents polysaccharides constitutifs des parois cellulaires des pommes.
- Il serait également intéressant d'approfondir cette étude en analysant le lien entre la matière première et les procédés utilisés, afin de trouver les paramètres de transformation optimaux correspondant à différents états physiologiques des fruits.
- Cette étude permet de conforter la pertinence de l'implantation de vergers dédiés à la transformation, plantés avec des variétés spécifiques et adaptées à la transformation. ■

Bibliographie

- Billy L., Mehinagic E., Royer G., Renard C., Arvisenet G., Prost C. & Jourjon F., 2008. Relationship between texture and pectin composition of two apple cultivars during storage. *Postharvest Biology and Technology* **47**, 315–324.
- Bourne M. C., 2002. Food texture and viscosity, concept and measurement, 2nd edition. London, Academic Press. Dobias J., Voldrich M. & Curda D., 2005. Heating of canned fruits and vegetables : Deaeration and texture changes. *Journal of Food Engineering* **77**, 421–425.
- Greve C. L., MacArdle R. N., Gohlke J. R. & Labavitch J. M., 1994. Impact of heating on Carrot Firmness: Changes in cell wall components. *J. Agric. Food Chem.* **42**, 2900–2906.
- Mehinagic E., Royer G., Symoneaux R., Bertrand D. & Jourjon F., 2004. Prediction of sensory quality of apples by physical measurements. *Postharvest Biology and Technology* **34**, 257–269.
- Reeve R. M. & Leinbach L. R., 1953. Histological investigations of texture in apples. I. Composition and influence of heat on structure. *Food Research* **18**, 592–603.
- Varela P., Salvador A. & Fiszman S., 2007. Changes in apple tissue with storage time: Rheological, textural and microstructural analyses. *Journal of Food Engineering* **78** (2), 622–629.

Remerciements

Le travail a été mené avec le concours actif de la coopérative Rosée des Champs à Doué La Fontaine (49), avec le soutien financier du Conseil Régional des Pays de la Loire et l'aide du pôle de compétitivité Végépolys qui a permis la labellisation de ce projet.

■ **Summary** Aptitude to processing of apple fruits varieties

A good knowledge about the raw material characteristics and its effect on the final product is necessary to improve the quality of processed fruits. The aim of the present work is to study the impact of apples initial quality, and more particularly their mechanical properties, on their capacity to be processed in vacuum cooked fruits. In that order, 1 of the factors known to contribute to variations in fruit texture is tested: the choice of cultivar. The results show that the initial fruit firmness is not related to its ability to be processed, as the most resistant apples to the vacuum cooking were not the firmest ones. The varietal effect seems to be the most important factor. Two apple cultivars appeared to be particularly well adapted to this type of process: Royal Gala and Cripps Pink. Unlikely, in spite of its high firmness level, the Granny Smith cultivar did not resist to the thermal treatments applied during the process.

Key words: apple, texture, selection, processing.

■ **Zusammenfassung** Eignung der Apfelsorte zur industriellen Verarbeitung

Der Einfluss auf die Qualität der verarbeiteten Früchte verlangt gute Kenntnisse der Rohstoffe und der Auswirkungen, die diese auf das Endprodukt haben können. Das in diesem Artikel vorgestellte Ziel der Arbeit ist es, die Auswirkung der Qualität der Äpfel und besonders ihrer Textur auf ihre Fähigkeit in Früchte der 5. Kategorie (geschälte und dann im Vakuumverfahren gegarte Früchte) verarbeitet zu werden, zu studieren. Zu diesem Zweck sind zwei Auswirkungen, die stark mit den Variationen der Fruchtstruktur verbunden zu sein scheinen, getestet worden: Die der Sorte und die der längeren Lagerung in modifizierter Atmosphäre. Die Studie zeigt, dass die Wahl der für den Prozess geeigneten Sorte wesentlich ist, um ein verarbeitetes Produkt von befriedigender Qualität zu erhalten. Erstaunlich ist, dass die Festigkeit der frischen Früchte nicht eine Garantie für das Verhalten während des Verarbeitungsablaufs ist. So war zum Beispiel der Granny Smith gegenüber allen Erwartungen überhaupt nicht für diese Verarbeitung geeignet, trotz der hohen ursprünglichen Festigkeit. Die am besten geeigneten und vielversprechenden Sorten sind Royal Gala und Cripps Pink. Längere Lagerung scheint allerdings alle Sorten Äpfel empfindlich zu machen und somit auch weniger resistent beim Garen im Vakuumverfahren. Dennoch scheint wiederum die Apfelsorte Royal Gala besser die Lagerung zu überstehen und dabei eine akzeptable Textur zu bewahren.

■ **Riassunto** Attitudine delle varietà di mele per la trasformazione industriale

La gestione della qualità della frutta trasformata necessita una buona conoscenza della materia prima e del suo impatto sul prodotto finito. Questo articolo analizza l'impatto della qualità delle mele e in particolare della loro tessitura, sull'attitudine alla trasformazione in prodotti di V gamma (frutti sbucciati e poi cotti sotto vuoto). Per questo motivo, è stato testato uno dei fattori fortemente legato alle variazioni della tessitura dei frutti: la varietà. I risultati dello studio indicano che la scelta varietale è fondamentale per ottenere un prodotto trasformato di qualità soddisfacente. Infatti, la compattezza dei frutti freschi non permette di garantire la loro buona tenuta alla cottura durante la trasformazione. Contrariamente a tutte le aspettative, le Granny Smith, malgrado l'elevata compattezza iniziale, non si sono dimostrate adatte a questo tipo di trasformazione. Le varietà più promettenti sono Royal Gala e Cripps Pink.

Le choix des professionnels

Demandez dès maintenant notre nouveau catalogue viticole 2010 !



gvz_rossat
(Ex. RASTEC GmbH/Sàrl)

CH-8112 Otelfingen
Tél.: +41 (0)44 271 22 11
Fax: +41 (0)44 271 76 73

CH-1530 Payerne
Tél.: +41 (0)26 662 44 66
Fax: +41 (0)26 662 44 60

www.gvz-rossat.ch
info@gvz-rossat.ch

- Pièces de rechange cuves toutes marques
- Cuves rectangulaires et rondes
- Cuves à fouloirs
- Autoclaves à mousseux
- Tuyauterie, pompes
- Fouloirs, égrappoirs
- Pressoir à membrane
- Agrégats pour thermo-contrôles et installations complètes
- Thermomètres, thermostats, compteurs de débit

CUVES

MATERIEL ET MACHINES

DE

CAVES

Gérald Nellen - 1897 Les Evouettes
Tél. 024 481 32 74 - Fax 024 481 39 24



Tracteur équipé de la machine à palisser ERO

LOEFFEL

Tracteur à roues et à chenilles hydrostatique, adaptable à vos vignes, pentes à 70%
Construction et recherche mécanique viticole
www.loeffel-fils.com

Les Conrardes 13-2017 Boudry
Tél. 032 842 12 78 - Fax 032 842 55 07



MEIER

PLANTS DE VIGNES

Pour une viticulture moderne couronnée de succès

PÉPINIÈRES VITICOLES ANDREAS MEIER & Co.

5303 Würenlingen | T 056 297 10 00
office@rebschule-meier.ch | www.vignes.ch

À VOTRE SERVICE DEPUIS 1902

CHAILLOT SA

Zouhroun SA



Rte de la Drague 14
1950 SION
tél. 027 323 67 21
fax 027 323 67 22

www.chaillot.ch



ZI au Glapin 10
1162 SAINT-PREX
tél. 021 823 20 00
fax 021 823 20 01

info@chaillot.ch

Tonnellerie Thurnheer
Kirchgasse 11
9442 Berneck
Tél. 071 744 15 31
Fax 071 744 79 31
E-mail: info@kueferei.com - www.kueferei.com




Votre fournisseur de foudres, barriques chène suisse

Acceptation des vins de cépages résistants par les consommateurs

Résultats du projet TOPIwi 2007–2008

Markus VAN DER MEER, Franco WEIBEL, Dominique LÉVITE et Andi HÄSELI, Institut de recherche en agriculture biologique FiBL, 5070 Frick
Dominique VOMBACH et Daniel WYSS, Delinat AG, 9000 St. Gall



Première sélection au FiBL dans des cabines ISO normées. 66 vins de cépages tolérants aux maladies fongiques ont été dégustés par 13 experts en œnologie.

Introduction

Pour la viticulture biologique et intégrée, les cépages peu sensibles aux maladies fongiques, les «piwi¹», sont très avantageux – non seulement pour leur meilleure sécurité de rendement, mais aussi pour leurs avantages écologiques. Ces cépages nécessitent moins de traitements phytosanitaires, peu ou pas de cuivre, ce qui réduit indirectement le compactage du sol. Ces variétés tolérantes aux maladies fongiques, même si elles se répandent toujours un peu plus, ont encore peu d'importance en viticulture. En Suisse, leur surface cultivée atteint globalement 1 % et 8 % en production biologique. Certains anciens cépages résistants ont réussi à percer, en dépit de certaines barrières légales (Heibertshausen 2009). En Allemagne et en Autriche, quelques-uns d'entre eux ont même déjà été acceptés dans les ordonnances réglant la production du «Qualitätswein» (Renner 2009). Une autre entrave importante est que la crédibilité écologique de ces cépages est souvent mal relayée par les producteurs eux-mêmes (Zellinger 2009). Les consommateurs, de leur côté, ont une forte conscience du cépage et de l'origine géographique du vin qu'ils consomment (Dettweiler et Schu-

mann 2002). Cette conscience peut également résister à l'introduction de nouveaux cépages, surtout si ceux-ci dévient des goûts «classiques» comme le Muscat bleu ou le Maréchal Foch. Les pépiniéristes modernes recherchent ainsi des cépages piwi dont les qualités organoleptiques sont proches des cépages traditionnels.

Parallèlement aux approches scientifiques existantes évaluant les qualités culturelles et organoleptiques de ces cépages récemment développés (p.ex. Rutishauser 2008; Siegfried et Temperli 2008; Spring 2005), le but du projet TOPIwi est de quantifier l'acceptation par les consommateurs de vins piwi commerciaux afin d'évaluer et de promouvoir leurs chances de succès sur le marché. Ce projet est une collaboration entre la maison Delinat à St. Gall, spécialisée dans la vente de vins de production exclusivement biologique et le FiBL (Institut de recherche en agriculture biologique, Frick, AG). L'enquête auprès des consommateurs portait sur l'appréhension de leur opinion lorsqu'ils comparent directement un vin piwi avec un vin de cépage traditionnel de style semblable. L'évaluation présentée dans ce travail se concentre sur les résultats obtenus en 2008.

Méthode

Le concept appliqué comportait 3 stades: une première sélection des vins soumis, effectuée au FiBL par un groupe d'experts externes, suivie d'une deuxième sélection effectuée à St. Gall par les experts de la maison Delinat et finalement l'enquête auprès des consommateurs. Cette dernière comparait quatre vins piwi à quatre vins de cépages traditionnels issus de l'assortiment standard du négociant Delinat.

Faisant suite à l'appel aux producteurs pour présenter quelques-uns de leurs produits commerciaux, 69 vins des millésimes 2001 à 2007 ont été soumis pour la première sélection en août 2008 (tabl. 1). Les cépages représentent autant les anciennes variétés piwi françaises bien connues que celles récemment développées en Suisse et en Allemagne. Les vins ont été groupés en

¹ Abréviation de «pilzwiderstandsfähig» qui signifie «tolérant aux maladies fongiques». Comme il n'y a actuellement pas d'équivalent en français, les auteurs proposent d'utiliser celui-ci, déjà familier à beaucoup de Suisses romands.

plusieurs catégories (p.ex. rouges secs boisés, blancs doux etc.), codés puis dégustés dans des cabines ISO-conformes par 13 experts en œnologie. Les résultats pondérés ont été évalués statistiquement par une analyse de variance à deux facteurs (échantillon et dégus-

tateur), suivie d'un test comparatif des moyennes (post-Anova, Student's T-Test).

Après cette présélection, 22 vins (données non présentées) ont été dégustés lors de la deuxième sélection en septembre 2008 par huit experts de Delinat; ceux-ci

Tableau 1 | Vins piwi examinés en août 2008.

69 vins	Avec les cépages tolérants
23 blancs dont 4 cuvées;	Blancs : Bianca, Bronner, Cayuga, Goldwin (Gf-Ga 48-12), Helios, Johanniter, Merzling, Phoenix, Primera, Prinzpal, Réselle, Saphira, Seyval blanc, Solaris, Souvignier gris, VB 32-07. Rouges : Baco noir, Cabernet carbon, Cabernet carol, Cabernet cortis, Cabernet Jura, Cabertin, Chambourcin, Chancellor, Léon Millot, Maréchal Foch, Monarch, Muscat bleu, Prior, Rathay, Regent, Rondo, Rösler, Rutaj, VB 5, VB 6, VB 91-26-(04/05/19/27/29), VB 86-4.
41 rouges dont 16 cuvées piwi et 2 cuvées avec < 10 % de cépages traditionnels;	
3 rosés dont 1 cuvée;	
2 mousseux dont 1 blanc et 1 rouge.	
10 vins issus de production intégrée et 59 de production biologique.	

Tableau 2 | Paires comparatives pour l'enquête des consommateurs. Les vins de cépages traditionnels proviennent de l'assortiment standard de la maison Delinat.

Série	Vin de cépage «piwi» (bio)	Vin de cépage traditionnel (bio)
Blancs doux	Solaris, Weingut Cultiva (CH)	Aurum Riesling, Winzer-genossenschaft Moselland (D)
Blancs fruités	Solaris, Ökowingut Rabenhof (D)	Riesling, Weingut Pflüger (D)
Rouges fruités	Maréchal Foch, Lindenhof (CH)	Zweigelt, Meinklang (A)
	Cuvée boisée (Regent, Cabernet carol, Prior, Monarch), Bürgin Rotwein (D)	Zweigelt, Meinklang (A)

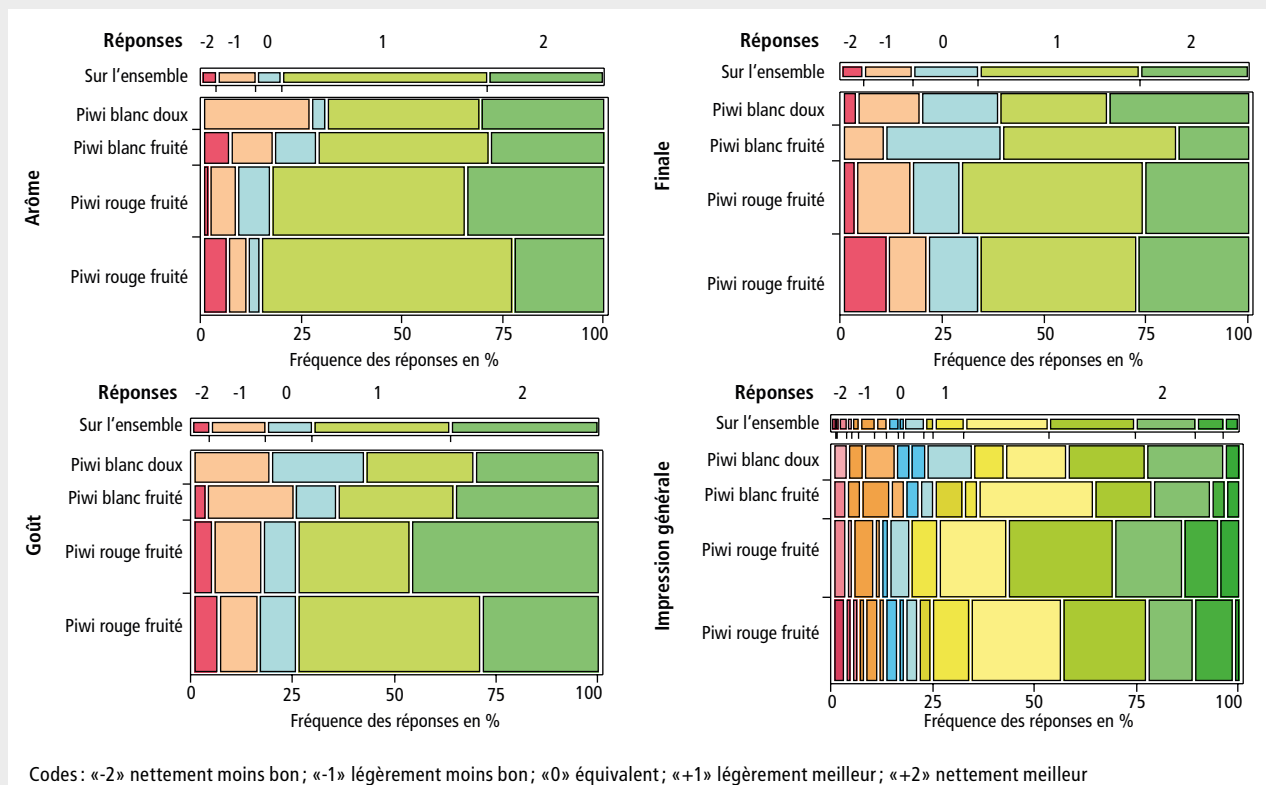


Figure 2 | Résultats de l'enquête des consommateurs 2008: distribution (%) des notations des vins piwi comparés aux vins référentiels respectifs. La largeur des barres reflète le nombre d'évaluations: 30 pour les vins blancs, 60 pour vins les rouges. Les critères évalués par les consommateurs sont l'arôme, le goût et la finale, l'impression générale a été calculée en pondérant le goût.

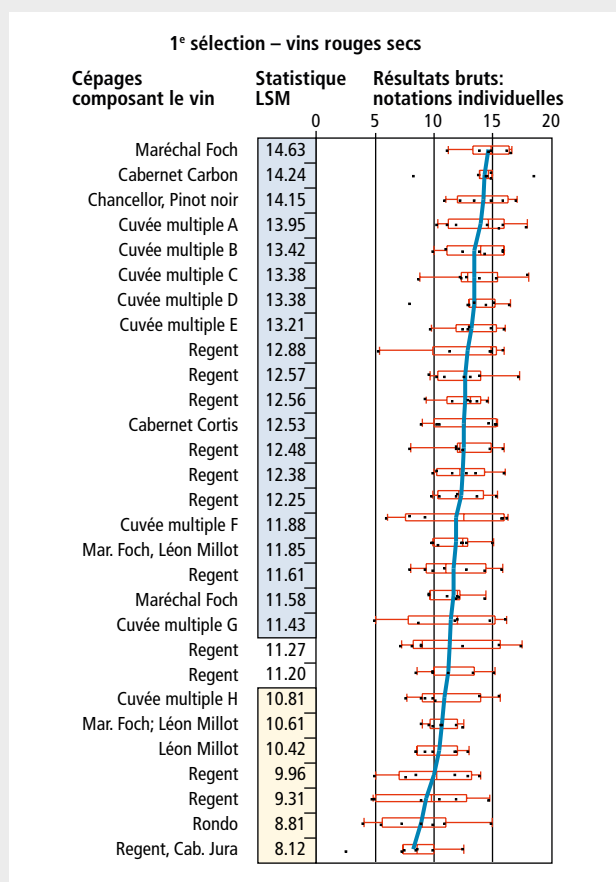


Figure 1 | Résultats de la première sélection faite en août 2008 par 13 experts en œnologie. Exemple des vins rouges secs. **Axe à gauche**: le classement des vins et liste des cépages les composant; **Chiffres au milieu**: la moyenne statistique (LSM: Least Square Mean) correspondant à la ligne bleue. Groupement en couleurs des catégories au sein desquelles les vins ne se différencient pas statistiquement. **Graphique à droite**: résultats individuels de l'appréciation générale (le boxplot indiquant qu'avec 95 % de probabilité, 50 % des valeurs se trouvent dans ce box); la ligne bleue relie les moyennes. **Classement**: 0 = défaut majeur, 5 = mauvais, 10 = moyen, 15 = bon, 20 = excellent; **Composition des cuvées multiples**: A) Regent, Maréchal Foch, Cabernet Jura, Léon Millot; B) Cabernet Jura, VB 26-29, 26-05, 86-4, 91-26-04, 91-26-19; C) Cabertin & VB 91-26-(04/05/27); – 1338 D) Cabernet carol, carbon, cortis, Prior, Monarch; E) Cabernet carol, carbon, cortis, Prior, Monarch + 4 Codes; F) Maréchal Foch, Chambourcin, Cabernet Jura; G) Maréchal Foch, Léon Millot, Regent; H) Regent, Rutaj, Rathay, Rösler.

alors ont distingué 4 vins piwi destinés à l'enquête comparative. Ces derniers ont été choisis en fonction de leur similitude avec les vins de l'assortiment du négociant, pour tester leurs chances de commercialisation. Delinat a ensuite choisi des vins de référence de cépage traditionnel en vue de former des paires (tabl. 2). Ces vins de référence sont représentatifs de la gamme du commerce et vendus annuellement en quantité respectable.

Lors de l'enquête des consommateurs, chaque bouteille était codée avec une étiquette numérotée neutre. Au total, 174 lots ont été envoyés à des volontaires recrutés par téléphone. Un minimum de 30 évaluations pour les vins blancs et de 60 évaluations pour les vins rouges était requis pour obtenir un résultat conforme aux standards de la méthodologie sensorielle. Les participants ont rempli un formulaire simple en indiquant leur préférence comparative, selon les critères «nez», «goût» et «finale», pour le vin «XX» par rapport au vin «YY». L'impression générale a été pondérée selon les résultats d'une régression multiple. Finalement, quelques questions complémentaires portaient sur le prix de vente estimé des vins et sur les quantités éventuelles d'achat. La fréquence de ces réponses a été analysée statistiquement (test Chi-carré).

Résultats

L'évaluation statistique de la première sélection a révélé (fig. 1, à l'exemple des vins rouges secs) que, dans chaque série comparative, se formaient des catégories de classement, au sein desquelles les vins ne se différencient pas statistiquement, malgré la variation des valeurs individuelles. Tous les vins obtenant, par exemple, une moyenne de 11,43 à 14,63 doivent ainsi être considérés comme égaux. Sur la totalité des 69 vins dégustés par le panel, un tiers a obtenu en moyenne la mention «bon à très bon». Un seul vin a été jugé «très mauvais» en moyenne. Il faut retenir qu'une douzaine de vins ont polarisé le panel, certains dégustateurs les appréciant, d'autres pas du tout (le cas extrême étant un blanc sec de cépage VB 32-07 qui a obtenu un minimum de 1,5 et un maximum de 18,7) et que, au contraire, certains des vins ont obtenu l'unanimité du panel avec une marge de notation très serrée, en particulier avec les vins rouges boisés et les mousseux.

Les vins de la deuxième sélection ont été choisis parmi les meilleurs vins statistiquement non différenciables des différentes séries. Ce jugement a été accrédité par les experts de Delinat qui ont identifié deux vins blancs et deux vins rouges de production biologique pour participer à l'enquête auprès des consommateurs (tabl. 2).

L'enquête comparative, menée à l'aveugle, montre qu'une grande majorité des consommateurs (70–90 %) jugent les vins piwi au moins équivalents aux vins de référence (fig. 2). Globalement, sur les quatre paires de vins, 23–30 % des consommateurs sont même d'avis que les vins piwi sont «nettement meilleurs» que les vins de référence. Ces jugements portent autant sur l'arôme que sur le goût et la note finale.

Les questions complémentaires ont montré que 60 à 75 % des consommateurs placent les vins testés dans le segment de prix communs en Suisse, soit entre 12 et 20 francs la bouteille. Deux tiers achèteraient les vins piwi au moins de temps en temps, et 10 à 25 % fréquemment.

Bilan de l'enquête

En première sélection, l'analyse statistique a révélé qu'un tiers des 69 vins piwi soumis, jugés par des experts en œnologie, obtiennent une mention «bon à excellent», confirmée par les acheteurs professionnels de la maison Delinat.

L'enquête de consommateurs comparative à l'aveugle confirme une excellente acceptation des vins piwi auprès de la clientèle du négociant: 70–90 % des personnes interrogées ont jugé les vins piwi égaux ou meilleurs que les vins de référence.

L'enquête 2008 confirme les résultats de l'enquête effectuée en 2007 (rapport interne FiBL/Delinat), qui indiquait déjà que les vins piwi, évalués par des consommateurs, peuvent se mesurer à des vins de cépages traditionnels.

Les données du projet TOPIwi peuvent contribuer à affaiblir les préjugés négatifs envers les cépages résistants. Leur potentiel est d'ailleurs loin d'être épuisé: bon nombre de pépiniéristes et de stations de recherche développent constamment de nouveaux cépages avec de meilleures propriétés organoleptiques et culturales. Les résultats de telles études permettent aux producteurs et commerçants de s'orienter par rapport au niveau gustatif des vins piwi en général, au choix des variétés et aux méthodes de vinification. Le potentiel commercial des vins piwi est donc bon, avec l'avantage d'une crédibilité écologique supérieure.

La maison Delinat, pour des raisons internes, ne poursuivra pas le projet mais a déjà pris des mesures pour augmenter l'offre en vins piwi dans son assortiment; d'autres solutions pour continuer le projet dans le même esprit, probablement en collaboration avec Bio-Suisse, sont en discussion. ■

Bibliographie

- Dettweiler E. & Schumann F., 2002. Sorten- und Herkunftsbewusstsein bei Wein. *IBV Schriften zu den genetischen Ressourcen* 17, 77–88.
- Heibertshausen D. S., 2009. Befallsreduzierung von *Plasmopara viticola* (Berk. & Curt. ex de Bary) Berl. & de Toni im ökologischen Weinbau auf der Basis von Maßnahmen zur Kupferminimierung und Verfahren der Induzierten Resistenz. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.) am Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotröphologie und Umweltmanagement der Justus-Liebig-Universität Gießen, 13–14.
- Renner W., 2009. Erfahrungen mit PIWI-Sorten in der Steiermark. *In: Tagungsband Winzertage 2009; BIO AUSTRIA, Linz*, 21–22.
- Rutishauser H., 2008. Degustation der PIWI Weine Wädenswil in der Kelterei an der Schlossgasse 6, vom 14. Juni 2008. Berichterstattung des Hobbywinzer Club Schweiz HWCS, Ottenbach.
- Siegfried W. & Temperli T., 2008. PIWI-Reben im Vergleich – ein Zwischenbericht. *Schweizerische Zeitung für Obst- und Weinbau* 17, 6–9.
- Spring J.-L., 2005. Expérimentation en Suisse romande de nouveaux cépages rouges résistants aux maladies. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 37 (5), 255–261.
- Zellinger E., 2009. Wie man seine Philosophie auf ein Weinetikett bringt – Corporate Identity als Teil der Wertschöpfung. *In: Tagungsband Winzertage 2009; BIO AUSTRIA, Linz*, 35–37.

Remerciements

Nous remercions tous les vigneron·ne·s qui ont mis leur vin à disposition gratuitement pour les sélections, de même que les œnologues externes qui ont participé bénévolement à la première sélection au FiBL et – *last but not least* – un grand merci à tous les participants volontaires de l'enquête auprès des consommateurs.

Les options récentes offertes par l'analyse œnologique automatisée

Sébastien FABRE et Anik RIEDO, Ecole d'ingénieurs de Changins

L'analyse œnologique est une aide indispensable au bon suivi des vinifications. En apportant des éléments objectifs et chiffrés aux résultats de dégustation, elle permet de prendre des décisions fondées et de minimiser les erreurs d'appréciation. Il s'agit dès lors de choisir les méthodes faciles à mettre en œuvre, aux résultats fiables et rapides à obtenir.

Analyse dans le proche infrarouge avec transformée de Fourier

Cette méthode connaît un développement spectaculaire depuis une dizaine d'années. Elle a l'avantage d'être très rapide; les résultats sont obtenus en quelques secondes pour un nombre de paramètres parfois important, en fonction des calibrations effectuées. Sa principale difficulté réside toutefois dans cette opération de calibration qui relève de la statistique. En effet, cette méthode fonctionne par comparaison avec une base de données dont le choix est primordial. Il s'agit de disposer de références de vins du même type (région, cépage, couleur, millésime) pour que la comparaison soit correcte. Le facteur humain entre ici en jeu, car l'analyste a la responsabilité de choisir les échantillons constituant la base de données et de les analyser par des méthodes classiques, chimiques, physiques ou enzymatiques, aux résultats fiables et exacts. L'appareillage ne peut donner un résultat qu'en fonction de la base de données, et un résultat produit par l'analyse dans le proche infrarouge peut être totalement faux sans qu'aucun signal n'attire l'attention de l'analyste. Cette méthode est donc indiquée si les échantillons sont nombreux et justifient des travaux d'étalonnage assez longs pour maintenir la validité de la base de données. Elle est souvent considérée comme un bon

moyen de dépistage et d'observation des évolutions, mais pas comme une méthode donnant des résultats fiables. La méthode par analyses dans le proche infrarouge n'est donc pas plus précise que la chromatographie sur papier pour observer la fin de la fermentation malolactique, mais c'est un bon moyen de constater que la fermentation malolactique est en route.

Analyse par HPLC (fig. 1)

Cette méthode est en revanche une véritable analyse, puisqu'elle permet de procéder, après séparation sur colonne, à des déterminations qualitatives et quantitatives. Les résultats se présentent sous la forme de pics, dont la position détermine la nature du produit et la surface sa quantité. Il faut bien entendu procéder à l'étalonnage, aussi bien sur le plan qualitatif que sur le plan quantitatif, par l'injection d'échantillons aux caractéristiques connues. L'analyse est relativement longue (15 à 20 min. pour déterminer les acides et les sucres) et nécessite un temps de préparation des échantillons. Elle atteint sa limite lorsque les pics sont rapprochés. Ce voisinage peut légèrement modifier les résultats obtenus et introduire des erreurs, petites mais gênantes, surtout si les concentrations analysées sont faibles; dans ces cas, les pourcentages d'erreur peuvent croître.

La relation entre un résultat de concentration donné et l'erreur que comprend ce résultat est bien illustré par la courbe dite «trompette de Horwitz» (fig. 2).

Analyse séquentielle

Cette méthode a été développée pour répondre aux besoins élevés en analyses du domaine médical. Peu à peu, ces appareils ont été adaptés aux besoins de

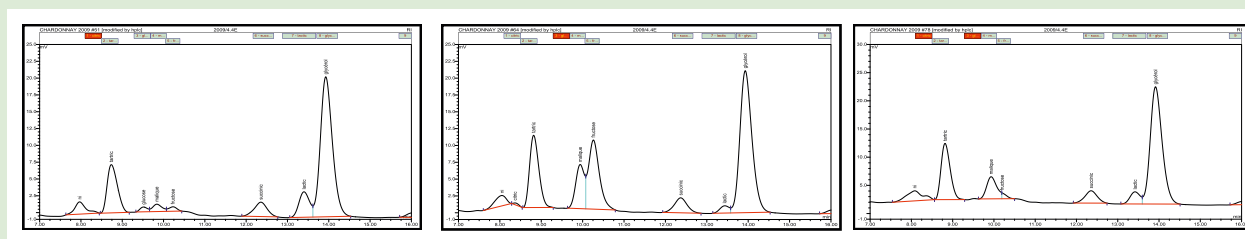


Figure 1 | Analyse par HPLC. Trois chromatogrammes d'un vin avant, pendant et après FML. La proximité des pics peut engendrer des erreurs de quantification.

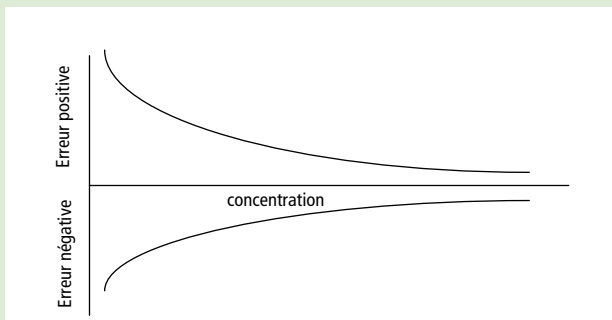


Figure 2 | Trompette de Horwitz. Plus la concentration est faible, plus l'erreur est proportionnellement importante.



Figure 3 | Analyseur séquentiel. Dispositif de prélèvement et carrousel contenant les cuvettes de mesures.

l'œnologie. Il s'agit de petits robots spécialisés dans le prélèvement, à l'aide de seringues, de quantités programmées d'échantillons et de réactifs (fig. 3). Ces quantités très précises sont transférées dans des cuvettes en plastique mobiles qui défilent devant un spectrophotomètre. L'absorbance des différentes cuvettes est relevée automatiquement, après un temps de réaction prédéterminé, et les valeurs sont comparées à des courbes d'étalonnage établies à partir de solutions standard. Les méthodes d'analyses reposent sur des réactions classiques enzymatiques ou simplement colorimétriques. Un ordinateur pilote toutes les opérations de prélèvement et relève les résultats en fonction des codages qui ont été introduits. Cette méthode est très

précise et permet d'analyser plusieurs centaines d'échantillons par heure. Le revers de la médaille réside dans les travaux de préparation des réactifs et les étalonnages nécessaires, ce qui réserve ces analyses aux séries importantes. De plus, les réactifs, en particulier enzymatiques, sont fragiles, et leur durée d'utilisation est limitée.

Il est donc nécessaire d'évaluer correctement ses besoins et de comparer les offres, avant de choisir un équipement automatique d'analyses œnologiques qui réponde raisonnablement aux besoins du laboratoire. Le temps de préparation des échantillons, l'erreur admissible et le coût de l'équipement sont des critères de décision déterminants. ■

Grand succès pour Agrovina 2010

Du 26 au 29 janvier 2010, Agrovina, le Salon international pour la viticulture, l'œnologie, l'arboriculture et les cultures spéciales, a attiré quelque 15 500 visiteurs à Martigny, soit une augmentation de 7 % par rapport à 2008.

Avec le succès de cette édition 2010, les organisateurs ont atteint leurs objectifs principaux en vue de conforter la position d'Agrovina comme unique Salon suisse pour la viticulture, l'œnologie, l'arboriculture et les cultures spéciales au niveau suisse et international.

Satisfaction générale des exposants

A l'issue d'Agrovina 2010, plus de 90 % des 220 exposants se déclaraient d'ores et déjà prêts à participer à Agrovina 2012. En effet, la grande majorité des exposants se sont déclarés satisfaits de la fréquentation du Salon et, surtout, de la grande qualité des contacts avec les visiteurs.

Visiteurs étrangers en augmentation

Les efforts de promotion d'Agrovina en Suisse allemande et en France (Bourgogne, Savoie, Jura) ont porté leurs fruits. Les visiteurs en provenance de Suisse allemande ont été plus nombreux (+ 15 %) et de nombreux professionnels français ont découvert un Salon correspondant parfaitement à leurs besoins. Ces ef-



forts en vue d'augmenter la notoriété d'Agrovina seront poursuivis lors des prochaines éditions.

Succès des conférences techniques

Les conférences techniques (arboriculture, viticulture, œnologie) organisées en collaboration avec Agroscope Changins Wädenswil ACW et l'Ecole d'ingénieurs de Changins ont à nouveau fait le plein d'auditeurs. La traduction allemande des supports des conférences a été unanimement appréciée. A noter que les conférences bénéficieront d'une traduction simultanée français-allemand dès 2012.

Renseignements :

Agrovina International, Vincent Claivaz (président),
Raphaël Garcia (directeur), tél. 027 722 00 34,
www.agrovina.com

Frédérique Jourjon : transmettre la passion

Au fil des éditions en 2010, la Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture publiera des travaux de recherche agroalimentaire réalisés par le GRAPPE, l'un des laboratoires de l'École supérieure d'agriculture d'Angers (ESA). C'est l'occasion de présenter Frédérique Jourjon, nouvelle directrice de la recherche du groupe ESA.

Frédérique Jourjon affiche un parcours professionnel impressionnant, cumulant expériences de recherche, enseignement, coopération internationale et management au sein même du groupe ESA – le plus grand centre de formation agricole de France (3000 étudiants). La nouvelle directrice de la recherche se défend toutefois de toute ambition carriériste et affirme être devenue cheffe «par hasard». «On est toujours venu me chercher, ce qui m'a chaque fois flattée et surprise», explique-t-elle. Elle a pour moteur la passion et s'est fixée une règle: «Si je m'ennuie, je pars! Cela m'est arrivé une fois en début de carrière mais plus depuis mon entrée à l'ESA. Je ne me suis jamais sentie bridée, mes projets ont toujours été acceptés et j'aime la dynamique créative et constructive qui règne ici.» Remplie d'énergie, d'enthousiasme, désireuse de promouvoir une recherche qui serve les praticiens, Frédérique Jourjon n'est jamais à court d'idées et de projets. Et les mener à bien en équipe lui procure une grande satisfaction: «J'aime accompagner les gens, les faire progresser, les mettre en avant, en sachant qu'un jour ils me remplaceront». En somme, transmettre la passion, comme elle l'a reçue elle-même, toujours «un peu par hasard», à la fin de ses études universitaires en Sciences de la vie, lors de son doctorat sur les terroirs viticoles, partagé entre l'INRA d'Angers et l'Institut d'œnologie de Bordeaux.

Avant de reprendre la direction de la recherche du groupe ESA en début d'année, Frédérique Jourjon a dirigé durant 10 ans le Groupe de recherche en agroalimentaire sur les produits et les procédés (GRAPPE), qui s'est développé de façon spectaculaire, passant de 6 collaborateurs à 40. Un autre épisode marquant de sa carrière est sans doute la mise en place du Master international en viticulture Vintage, auquel elle a consacré 4 ans. Frédérique Jourjon, mère de 3 enfants déjà grands, en parle comme de son «4^e bébé». «Cela a été une expérience magnifique, riche en rencontres humaines, qui m'a permis de découvrir beaucoup de pays européens. Nous avons travaillé dans un climat d'ouverture, avec le sentiment de construire un vrai projet,



Frédérique Jourjon

qui répondait à des besoins.» C'est en promouvant ce master à l'étranger que Frédérique Jourjon a découvert la Suisse, Changins, ... et qu'elle est tombée amoureuse de la région lémanique!

Concilier vie professionnelle bien remplie et responsabilités familiales n'a pas toujours été simple, surtout quand les enfants étaient petits et que leur maman était souvent en déplacement professionnel. «Heureusement, mon mari m'a toujours soutenue et encouragée et son métier dans l'enseignement lui a permis d'être très présent auprès nos enfants. De mon côté, j'ai toujours essayé de combiner déplacements professionnels et vacances scolaires et de partager avec mes enfants ce qui me passionnait.» Agée de 22, 20 et 19 ans, tous les trois font des études dans des filières scientifiques, dont l'un à l'ESA... Ultime source de satisfaction pour Frédérique Jourjon: ses deux filles ont envie elles aussi de pouvoir concilier travail et vie de famille, car elles en ont reçu une image positive.

Sibylle Willi, rédactrice Revue suisse de Viticulture

Pleins feux sur nos cépages !

A paraître : *Principales variétés de vigne cultivées en Suisse*



Pourquoi une nouvelle publication ?

Depuis 1989, la *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture* a publié régulièrement des fiches de description des principaux cépages cultivés dans le vignoble suisse. Actuellement, ces documents font partie intégrante des fiches techniques du classeur «viticulture» d'Agridea et sont présents chez beaucoup de viticulteurs suisses et étrangers sous forme de recueil relié.

En parallèle et dès le début des années 1980, sous l'égide de l'Organisation internationale de la vigne et du vin (OIV), des ampélographes ont travaillé à l'établissement de critères pour la description des variétés et espèces de vignes (*Vitis*), ce qui s'est concrétisé par la publication en 5 langues d'une liste d'env. 150 descripteurs.

Dès le début des années 2000 et dans un but didactique, l'Ecole d'ingénieurs de Changins et Agroscope ACW ont initié la constitution d'un fonds photographique concernant près de 60 cépages, à raison de 10 photos par cépage. Les prises de vue sont orientées sur la notation d'environ 30 descripteurs OIV particulièrement significatifs sur le plan morphologique. Des commentaires sur l'importance du cépage, ses terroirs privilégiés et ses qualités œnologiques viennent enrichir le catalogue descriptif.

L'Ecole d'ingénieurs de Changins et Agroscope ACW ont décidé de publier ce travail, qui servira d'ouvrage de base pour l'enseignement de l'ampélographie, de référence pour les professionnels (pépiniéristes et viticulteurs) et de guide pour tous les amateurs passionnés par la vigne et le vin. L'éditeur est l'AMTRA. Cet ouvrage paraîtra en juin en français, en allemand et en italien. Il comprend également :

- un glossaire du vocabulaire ampélographique utilisé, richement illustré et utilisable indépendamment sur le terrain.
- Un grand tableau récapitulatif des caractères essentiels de tous les cépages décrits
- Une description des caractéristiques agronomiques des clones introduits dans le schéma de certification suisse

Cépages décrits dans l'ouvrage :

Blancs: Aligoté, Amigne, Arvine, Chardonnay, Charmont, Chasselas, Completer, Doral, Elbling, Gewürztraminer, Gouais, Grosse Arvine, Gros Bourgogne, Himbertscha, Humagne, Lafnetscha, Marsanne blanche, Moscato giallo, Müller Thurgau, Muscat blanc à petits grains, Pinot blanc, Pinot gris, Räuschling, Rèze, Riesling, Roussane, Sauvignon blanc, Sauvignon gris, Savagnin blanc, Sylvaner, Viognier.

Rouges: Ancellotta, Bondola, Bondonetta, Cabernet Dorsa, Cabernet franc, Cabernet Sauvignon, Carminoir, Cornalin, Dakapo, Diolinoir, Dornfelder, Dunkelfelder, Durize, Galotta, Gamaret, Gamay, Garanoir, Goron de Bovernier, Humagne rouge, Isabelle, Mara, Merlot, Mondeuse noire, Muscat bleu, Pinot noir, Syrah.

**PÉPINIÈRES
VITICOLES**

PAUL-MAURICE BURRIN
ROUTE DE BESSONI 2
1955 SAINT-PIERRE-DE-CLAGES
TÉL. 027 306 15 81
FAX 027 306 15 50
NATEL 079 220 77 13

 Sélection Valais

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

Rue Antoine-Jolivet 7 - CP 1212 - 1211 Genève 26
Tél. +41 (0) 22 343 79 42 - www.gaud-bouchons.com



© Registered Trademark of a Syngenta Group Company /
Bion: 50% Acibenzolar-S-methyl (500 g/kg)

ATELIER BINKERT

Bion[®]

Active les
défenses naturelles
des plantes contre
le feu bactérien

- › Facile à utiliser
- › Peut être appliqué en mélange avec nos produits phytosanitaires
- › S'utilise de la pré-floraison à la fin de la croissance des pousses

Syngenta Agro AG, 8157 Dielsdorf, Tél. 044 855 88 77
Info météo régionale: www.syngenta.ch



syngenta



ETIQUETTE
AUTOCOLLANTE
IMPRESSION
CRÉATION

***Entre les vigneronns et nous...
ça colle!***

5 couleurs offset, or à chaud, vernis,
gaufrage et sérigraphie!

Qui dit mieux en Suisse romande?



l'étiquette autocollante