

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

VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



M A I - J U I N 2 0 1 0 | V O L . 4 2 | N ° 3



Agroscope | Agora | Agridea | AMTRA | EIC

**Protection
des végétaux**

Epidémiologie de *Botrytis cinerea* et stratégies de lutte **Page 162**

Arboriculture

Eclaircissage chimique sur poiriers **Page 170**

Cultures sous serre

Intégration des températures en culture de gerbera **Page 198**



ETIQUETTE
AUTOCOLLANTE
IMPRESSION
CRÉATION

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

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

Qui dit mieux en Suisse romande?



l'étiquette autocollante

Sommaire

Mai–Juin 2010 | Vol. 42 | N° 3



Photographie de couverture :
Les fruits produits naturellement par l'arbre sont trop nombreux pour assurer la qualité et la régularité de la récolte. Leur éclaircissage a toutefois un coût élevé, que la recherche s'efforce de réduire.
(Photo : Hélène Tobler, ACW)

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.

161	Editorial
	Protection des végétaux
162	Epidémiologie de <i>Botrytis cinerea</i> et stratégies de lutte Olivier VIRET, Bernard BLOESCH, Pierre-Henri DUBUIS et Katia GINDRO
	Arboriculture
170	Eclaircissage chimique sur poiriers : efficacité et influence sur la production et la qualité de différentes variétés Danilo CHRISTEN, Emmanuel CHASSOT, Albert WIDMER et Michael GÖLLES
	Arboriculture
182	La sonométrie peut-elle caractériser la fermeté des pommes ? Pierre VANDEWALLE, Anthony SOURICE, Emira MEHINAGIC et Frédérique JOURJON
	Protection des végétaux
190	<i>Hyalesthes obsoletus</i>, vecteur du bois noir de la vigne : répartition et biologie Patrik KEHRLI, Santiago SCHAEERER, Nicolas DELABAYS et Sébastien KESSLER
	Cultures sous serre
198	Economie d'énergie sous serre par intégration des températures en culture de gerbera sur substrat Céline GILLI
	Plantes aromatiques et médicinales
208	Comparaison de variétés d'origan cultivées en Franche-Comté Xavier SIMONNET, Umberto PIANTINI, Philippe GALLOIS et Antoine DERANSART
214	Portrait
217	Page de l'EIC

Agrarcenter

Tout simplement parfait

Tous les outils de mulching de la marque Perfect satisfont aux exigences élevées que requiert une production arboricole moderne. Une faible hauteur de construction, une technique simple et robuste ainsi qu'un vaste programme de produits avec de multiples variantes d'équipement achèveront de vous convaincre.

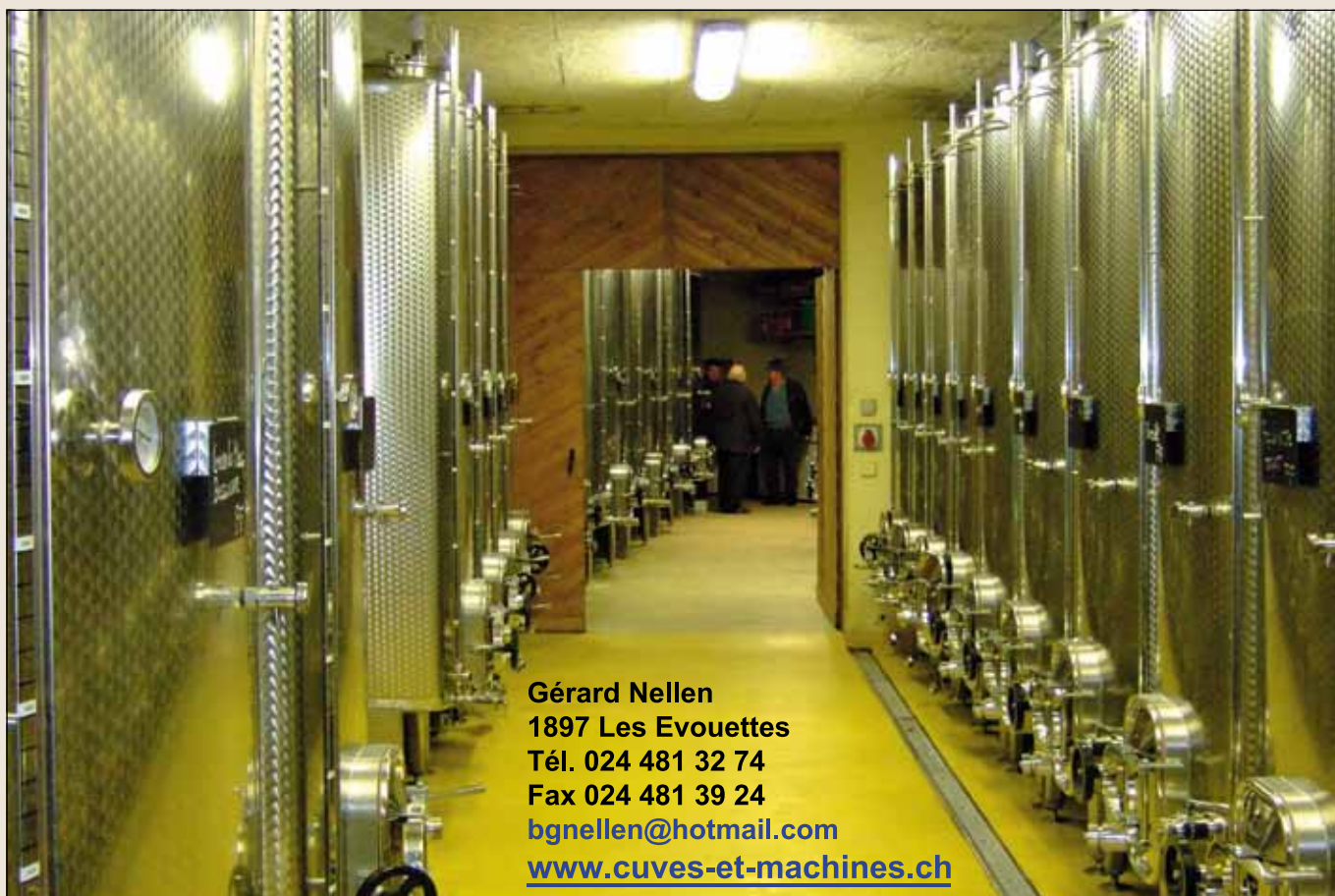
Broyeuse à disques
Broyeur à fléaux

**Agrarcenter –
moins de risques,
plus de profit**

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

▲▲▲▲ amw.ch AC 09.1.09



Gérard Nellen
1897 Les Evouettes
Tél. 024 481 32 74
Fax 024 481 39 24
bgnellen@hotmail.com
www.cuves-et-machines.ch

Gestion de la pourriture grise en viticulture



Olivier Viret
Agroscope ACW

Botrytis cinerea, l'agent de la pourriture grise, reste un des pathogènes les plus difficiles à combattre (voir l'article Viret *et al.* en p. 162). Avec plus de 250 plantes-hôtes, ce champignon ubiquiste est pratiquement omniprésent dans l'environnement agronomique et peut totalement anéantir les récoltes lorsque les conditions climatiques lui sont favorables. Ses caractéristiques biologiques lui confèrent une très grande capacité d'adaptation, tant au niveau du substrat, des conditions environnementales que des produits phytosanitaires engagés. Dans ce contexte, le risque de résistance, soit la capacité de s'adapter aux matières actives qui le combattent, est considéré comme très important. Les spores unicellulaires qui servent à la dissémination de *B. cinerea* contiennent plusieurs noyaux cellulaires qui contribuent à sa grande plasticité et à sa diversité génétique. Saprophyte, il se développe à des températures très variables (1 à 30 °C) et contribue à la décomposition des tissus végétaux; on le rencontre donc avant tout sur des organes végétaux sénescents. C'est le cas de la vigne, où le pathogène infecte dans une première phase les inflorescences puis reste latent dans les baies vertes jusqu'à la véraison. La maladie devient visible durant la maturation des raisins dont la vulnérabilité ne cesse d'augmenter jusqu'aux vendanges. L'intensité des symptômes dépend des conditions climatiques durant cette période critique. Dans les années à forte pression, l'intégrité de la récolte peut être touchée, avec des conséquences quantitatives, mais surtout une forte incidence sur la qualité. Paradoxalement, dans le cas de la pourriture noble, la présence de ce champignon confère à certains cépages récoltés surmaturés une note aromatique particulière et participe à l'élaboration de vins doux naturels parmi les plus recherchés du globe. L'équilibre entre les composés chimiques des baies, l'évolution de la maturation en fonction du cépage et la présence de *B. cinerea* est très subtil. Touchant ainsi à la limite des connaissances biologiques et faute de pouvoir complètement empêcher le développement de la pourriture grise, la seule option reste de gérer *B. cinerea* le mieux possible. Les fongicides spécifiques, déjà concernés par la résistance, ont de plus une rémanence qui contribue au risque de résidus dans les raisins et le vin (Viret *et al.*, 2010). Après la fermeture des grappes, la pénétration des matières actives à l'intérieur des rafles est impossible chez les cépages à grappes compactes. Les baies sphériques et hydrophobes posent également un problème pour le dépôt optimal des produits phytosanitaires. Dans les situations favorables à la pourriture, la plantation de cépages résistants, comme le Gamaret, ou tolérants, comme le Garanoir, offre d'intéressantes alternatives déjà largement pratiquées. Enfin, les mesures prophylactiques contribuent également à bien gérer la pourriture grise: limiter la vigueur en diminuant la fumure azotée, supprimer des feuilles dans la zone des grappes, lutter contre les vers de la grappe ou l'enherbement.

Bibliographie

- Viret O., Dubuis P.-H., Bloesch B., Zufferey E., Edder P., Ortelli D., Cognard E. & de Montmollin A., 2010. Lutte contre la pourriture grise et résidus de fongicides dans les raisins et le vin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 42 (2), 86–93.

Epidémiologie de *Botrytis cinerea* et stratégies de lutte

Olivier VIRET, Bernard BLOESCH, Pierre-Henri DUBUIS, Katia GINDRO,
 Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil (ACW), CP 1012, 1260 Nyon 1
 Renseignements: Olivier Viret, e-mail: olivier.viret@acw.admin.ch, tél. (+41) 22 363 43 82

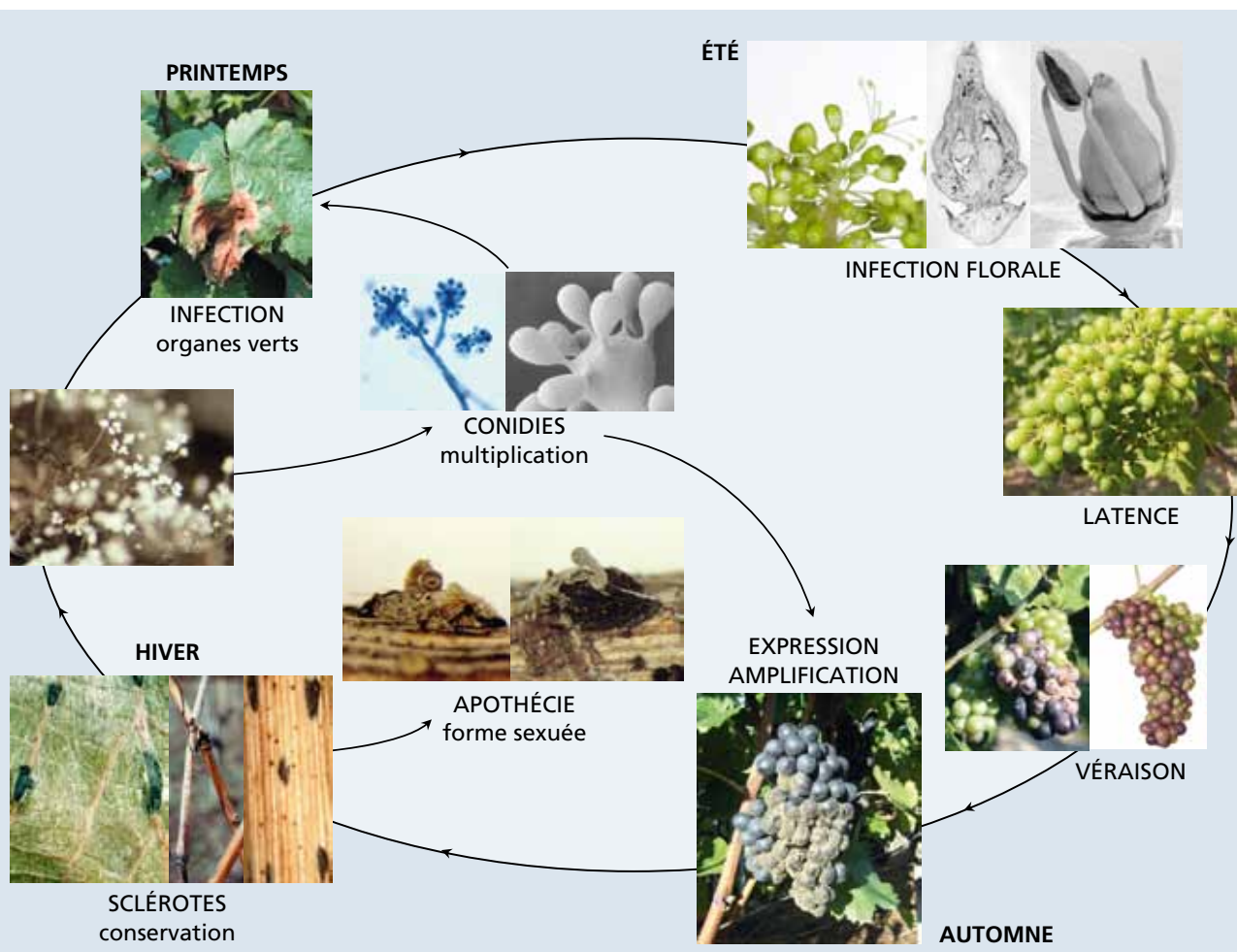


Figure 1 | Cycle de développement de *B. cinerea* en relation avec l'apparition des symptômes sur les différents organes de la vigne au cours des saisons.

Introduction

Botrytis cinerea Pers.: Fr. est un champignon pathogène ubiquiste responsable de pourritures sur un grand nombre de plantes hôtes d'importance économique en agriculture et en horticulture. En viticulture, *B. cinerea* fait partie de la microflore des vignobles. Les infections des grappes débutent généralement à la floraison, suivies d'une période de latence sans symp-

tôme, durant laquelle le pathogène est présent à l'intérieur des baies. La pourriture devient visible à partir de la véraison, pouvant causer d'importants dommages quantitatifs et qualitatifs (McClellan et Hewitt 1973; Pezet et Pont 1986; Nair *et al.* 1995; Keller *et al.* 2003; Viret *et al.* 2004). L'expression de la pourriture durant la maturation des grappes est favorisée par des conditions humides et chaudes qui peuvent être à l'origine d'importantes pertes économiques durant les se-

maines précédant la récolte. *B. cinerea* participe activement à la dégradation des tissus végétaux en phase de sénescence. La maturation des baies de raisin est un phénomène de vieillissement naturel des tissus végétaux (Hale 1968) qui a pour but de libérer les pépins de raisins en vue de la multiplication de l'espèce. Une importante dégradation des parois cellulaires de l'épiderme, accompagnée de modifications structurales et biochimiques, ont lieu dans les baies. A partir de la véraison, la couche de cires épicuticulaires et l'épaisseur de l'épiderme diminuent progressivement (Coménil *et al.* 1997). Il est également connu que, chez les végétaux, la sénescence est accentuée par les précipitations (De Luca d'Oro et Trippi 1987). Les baies de raisin sont recouvertes de lenticelles, minuscules ouvertures naturelles permettant les échanges gazeux, la transpiration et l'absorption d'eau par osmose. Durant la maturation, le volume des baies augmente, ce qui peut, en cas de précipitations, mener à la formation de craquelures; d'abord invisibles, ces dernières évoluent en fissures plus importantes, permettant l'établissement de la pourriture. A partir de la véraison, les baies ne synthétisent plus de phytoalexines, composés induits par la présence du champignon, localisés dans les cellules de l'épiderme et toxiques pour *B. cinerea* (Pezet *et al.* 2003). Le Gamaret, résistant à la pourriture, contient autant de *Botrytis* latent issu des infections florales que le Gamay. Malgré cela, la maladie ne s'exprime pas durant la maturation, en relation avec le degré moyen de polymérisation des pro-anthocyanidines (Pezet *et al.* 2003).

La lutte contre la pourriture grise est particulièrement difficile car le champignon s'adapte très facilement aux matières actives spécifiques et devient résistant. La lutte est généralement recommandée à la fin de la floraison à l'aide d'une matière active à efficacité partielle ou secondaire, avant la fermeture des grappes et à la véraison avec des fongicides spécifiques. Les traitements contre la pourriture grise ne sont pas toujours indispensables ou peuvent être minimisés en fonction des cépages, des clones, de la situation des parcelles, de la gestion du feuillage et des conditions climatiques. En Suisse, la date limite pour l'application des fongicides anti-botrytis est fixée par l'homologation à mi-août, et à fin août pour le cuivre qui n'a qu'une efficacité partielle. Le risque de résidus dans les raisins et le vin doit également être considéré dans l'évolution des stratégies de lutte, comme l'ont montré Edder *et al.* (2009).

Cet article résume l'efficacité obtenue dans les essais mis en place de 1997 à 2008 en fonction des connaissances épidémiologiques du développement

Résumé

La lutte contre la pourriture grise peut être difficile, surtout lorsque les conditions climatiques sont favorables à *Botrytis cinerea* durant la maturation des raisins.

Des essais de lutte conduits durant dix ans dans la pratique avec un mélange de fludioxonil et de cyprodinil ont confirmé que la lutte contre la première phase d'infection à la floraison atteint une efficacité d'environ 30%. L'efficacité moyenne d'une seule application à la fermeture des grappes est de 52%, celle d'une seule application à la véraison de 56%. L'application de deux traitements spécifiques à la fermeture des grappes et à la véraison augmente généralement l'efficacité lorsque la pression de la maladie est élevée, sans que la différence soit significative. En moyenne sur dix ans, un deuxième traitement permet d'améliorer l'efficacité de la lutte de 10 à 15%. De manière générale, l'efficacité de la lutte varie fortement en fonction des conditions climatiques et de la pression de la maladie.

de *B. cinerea*. Pour des raisons d'objectivité, seul les résultats obtenus avec un mélange fludioxonil et cyprodinil sont présentés en comparaison aux témoins non-traités.

Matériel et méthodes

Essais de lutte de Valeyres-sous-Rances (1997–2001)

Les essais ont été réalisés au Domaine du Manoir à Valeyres-sous-Rances (VD) au lieu-dit «en Bru», sur le cépage Gamay greffé sur 3309, conduit en Guyot mi-haute (2,2 x 0,8m, superficie des parcelles élémentaires: 145m², trois répétitions par variantes disposées en blocs randomisés). Les fongicides ont été appliqués selon les mêmes modalités que celles décrites ci-dessous pour l'essai de Changins.

Essais de lutte de Changins (2004–2008)

Les essais ont été conduits à Agroscope ACW sur du Gamay (clone 5-44) greffés sur 3309 et conduits en cordon permanent (parcelles élémentaires: 70m²). Le mélange fludioxonil + cyprodinil (Switch, 0,1%, 1,2kg/ha) a été appliqué à la fin de la floraison (A), avant la fermeture des grappes (B) ou au début de la véraison (C). Les autres matières actives présentées dans le tableau 1

(carbendazime+diéthophencarbe, Sumico; pyriméthanol, Scala; fenhexamide, Teldor; boscalid, Cantus) ont été appliquées uniquement aux stades B et C aux doses homologuées (Delabays *et al.* 2009). Les traitements ont été effectués à l'aide d'un turbodiffuseur (Fischer) monté sur une chenillette, calibré selon la méthode Caliset (Viret et Siegfried 2009). Les traitements B et C ont été concentrés dans la zone des grappes avec un volume de bouillie de 300 l/ha, le traitement A sur tout le feuillage à 250 l/ha. La lutte contre le mildiou et l'oïdium a été réalisée de manière homogène dans toutes les parcelles (folpet, cymoxanil, fosétyl-Al, iprovalicarbe, contre le mildiou et soufre mouillable, difénocnazol et spiroxamine contre l'oïdium).

Contrôles de la pourriture

Les jours précédant les vendanges, la pourriture visible a été contrôlée sur 3 x 50 grappes par variante, en estimant la surface lésée de chaque grappe (0, 1/10, 1/4, 1/2, 3/4, 100 %), ce qui a permis de calculer le % moyen de grappes atteintes et l'intensité moyenne de la pourriture. L'efficacité de la lutte a été calculée pour chaque variante par rapport au pourcentage de grappes infectées et à l'intensité de l'infection dans les témoins non-traités.

Résultats et discussion

Le bilan des essais de lutte contre la pourriture grise, réalisés de 1997 à 2008 sur le cépage Gamay, sensible à *B. cinerea*, met en évidence la difficulté de lutte contre ce pathogène. La pression de la maladie varie considérablement d'une année à l'autre (fig. 2 et 3) en fonction des conditions climatiques durant la période de maturation des raisins. Les années 1999, 2001, 2006 et 2008 ont été particulièrement favorables à *B. cinerea*, avec des taux de pourriture dans les témoins non traités pouvant atteindre 100% des grappes, avec des intensités de près de 60%. En 2006, des conditions chaudes et humides à la veille des vendanges ont pratiquement anéanti la récolte en une semaine (Viret et Gindro 2007). L'efficacité de la lutte est directement corrélée à la pression de la maladie. L'application du mélange fludioxonil + cyprodinil une seule fois à la floraison réduit le nombre de grappes atteintes de 26% en moyenne sur les dix ans, et l'intensité des infections de 33% (tabl. 2). Ce résultat confirme ceux obtenus par Keller *et al.* (2003) qui ont montré que les inflorescences infectées artificiellement à la pleine floraison ont augmenté la pourriture visible aux vendanges d'environ 30%. Ces résultats, ainsi que les travaux d'histologie de

Tableau 1 | Efficacité de la lutte de 1997 à 2008, par rapport aux témoins non-traités, en appliquant une seule fois le mélange fludioxonil + cyprodinil à la fermeture des grappes ou à la véraison, comparé à l'application de deux traitements spécifiques (% de grappes atteintes et intensité)

	Un traitement fludioxonil + cyprodinil fermeture grappes		Un traitement fludioxonil + cyprodinil véraison		Deux traitements spécifiques fermeture et véraison		Différence par rapport à un traitement à la fermeture des grappes		Différence par rapport à un traitement à la véraison		Fermeture grappes	Véraison
	Grappes atteintes (%)	Intensité (%)	Grappes atteintes (%)	Intensité (%)	Grappes atteintes (%)	Intensité (%)	Grappes atteintes (%)	Intensité (%)	Grappes atteintes (%)	Intensité (%)		
1997	59,6	73,8	76,5	78,4	83,6	89,6	24,0	15,8	7,1	11,2	Switch	Switch
1998	63,8	63,2	77,8	79,3	87,0	91,8	23,2	28,6	9,2	12,5	Sumico	Teldor
1998	63,8	63,2	77,8	79,3	72,2	60,7	8,4	-2,5	-5,6	-18,6	Sumico	Scala
1999	46,1	55,1	14,3	9,7	56,1	73,5	10,0	18,4	41,8	63,8	Switch	Teldor
2001	11,4	29,0	24,4	48,6	46,4	59,3	35,0	30,3	22,0	10,7	Switch	Teldor
2001	11,4	29,0	24,4	48,6	57,8	73,9	46,4	44,9	33,4	25,3	Scala	Teldor
2004	43,0	56,8	53,4	64,1	38,6	52,5	-4,4	-4,3	-14,8	-11,6	Switch	Cantus
2005	23,2	39,6	12,5	38,5	31,4	40,3	8,2	0,7	18,9	1,8	Sumico	Switch
2006	54,0	80,3	34,2	59,9	48,4	73,7	-5,6	-6,6	14,2	13,8	Teldor	Switch
2007	6,4	38,8	31,3	56,8	32,9	59,5	26,5	20,7	1,6	2,7	Sumico	Scala
2008	22,0	46,1	28,1	60,1	22,2	42,3	0,2	-3,8	-5,9	-17,8	Teldor	Switch
Moyenne	36,8	52,3	41,3	56,6	52,4	65,2	15,6	12,9	11,1	8,5		
Ecart-type	20,1	20,0	21,4	21,5	18,9	15,9	20,5	19,6	20,4	26,8		

Viret *et al.* (2004), confirment le rôle des infections florales, qui mènent à une phase de latence du pathogène jusqu'à la véraison, puis à l'expression de la pourriture durant la maturation des raisins (fig. 1). Les infections florales ne requièrent généralement pas l'application de matières actives spécifiques qu'il est préférable d'engager plus tard dans la saison, pour des questions d'efficacité et pour limiter le nombre d'interventions, en vue d'une bonne gestion des risques de résistance. A la floraison, les fongicides contre le mildiou disposant d'une efficacité secondaire ou partielle contre la pourriture grise sont généralement suffisants.

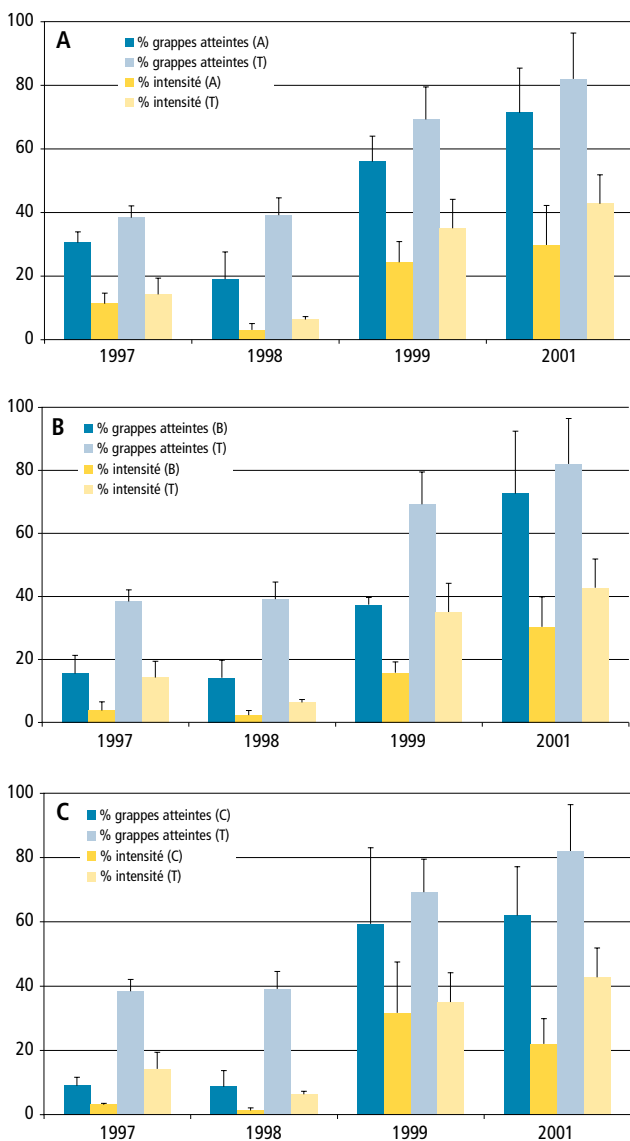


Figure 2 | Traitement anti-*botrytis* sur Gamay, à la fin de la floraison (A), à la fermeture des grappes (B) et à la véraison (C), de 1997 à 1999, à Valeyres-sous-Rances (VD). Les poutres représentent le % de grappes atteintes et l'intensité de l'infection (%), moyennes et écart-types de 3 x 50 grappes par variante traitées au fludioxonil + cyprodinil, comparé aux témoins non-traités (T).

La lutte contre *B. cinerea* pratiquée avant la fermeture des grappes (fig. 2B, 3A) ou au début de la véraison (fig. 2C, 3B) est de première importance avec des efficacités moyennes, toutes années confondues, de 52,3 à 55,8% (tabl. 2). Ces résultats montrent que l'efficacité est directement corrélée à la pression de la pourriture et aux conditions climatiques durant la période post-véraison. Lorsque la fin de l'été est pluvieuse et

Tableau 2 | Efficacités moyennes et écart-types (entre parenthèses) obtenus à Valeyres-sous-Rances et à Changins par rapport aux témoins non traités, en appliquant le mélange fludioxonil + cyprodinil une seule fois aux stades A (fin floraison), B (avant la fermeture grappes) ou C (début véraison)

Stade	Valeyres-sous-Rances (1997–2001)		Changins (2004–2008)	
	Grappes atteintes (%)	Intensité (%)	Grappes atteintes (%)	Intensité (%)
A	26,1 (± 17,3)	33,2 (± 13,1)	n.d	n.d
B	45,2 (± 23,7)	55,3 (± 19,2)	29,8 (± 18,8)	52,3 (± 17,3)
C	48,3 (± 33,7)	54 (± 32,8)	31,9 (± 14,7)	55,8 (± 10,1)

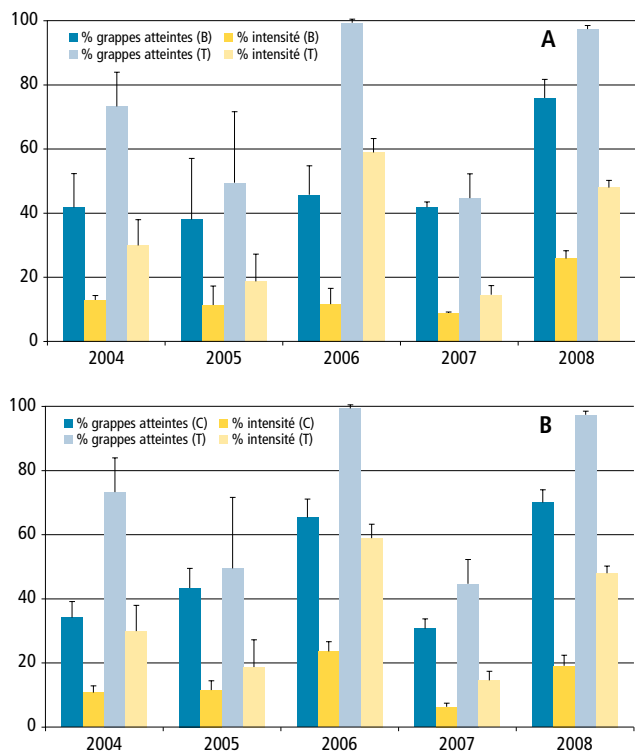


Figure 3 | Traitement anti-*botrytis* sur Gamay (clone 5-44), à la fermeture des grappes (A) et à la véraison (B), de 2004 à 2008, à Changins (VD). Les poutres représentent le % de grappes atteintes et l'intensité de l'infection (%), moyennes et écart-types de 3 x 50 grappes par variante traitées au fludioxonil + cyprodinil, comparé aux témoins non-traités (T).

douce, comme en 1999, 2001, 2006 ou 2008, l'efficacité de la lutte est limitée, que le mélange fludioxonil + cyprodinil soit appliqué à la fermeture des grappes ou à la véraison (tabl. 1). Ce résultat s'explique par le fait que l'ensemble des mécanismes de défense des baies diminue durant la maturation (Pezet et al. 2003). Il n'y a pas de différence statistiquement significative d'efficacité, que le traitement ait lieu à la fermeture des grappes ou à la véraison (tabl. 2). L'application de deux fongicides spécifiques à la fermeture des grappes et à la véraison, indépendamment des matières actives engagées, entraîne une amélioration moyenne de l'efficacité pouvant atteindre 15% (tabl. 1). Cette amélioration statistiquement non significative (Test de Student $p = 0,05$) varie en fonction de la pression du pathogène et peut même être négative dans certaines conditions, notamment lorsque les conditions sont défavorables à *B. cinerea*, comme en 2004.

Dans les conditions de la Suisse romande, l'application d'un deuxième traitement ne devrait pas être systématique. Il est recommandé de le réserver aux situations de forte pression de la pourriture, en fonction du cépage, de la situation de la parcelle et des mesures de lutte prophylactique engagées (fumure azotée et vigueur équilibrée, effeuille de la zone des grappes, enherbement).

Conclusions

- La lutte contre la pourriture grise est très complexe, en raison du cycle de développement du pathogène, influencé par les conditions climatiques durant la maturation des raisins.
- Le bilan de dix années d'expérimentation ne montre pas de différences significatives entre le traitement à la véraison et le traitement à la fermeture des grappes.
- L'application de deux traitements spécifiques à la fermeture des grappes et à la véraison augmente l'efficacité de la lutte d'environ 10 à 15%. Cette différence est toutefois difficilement perceptible sans contrôle phytosanitaire rigoureux.
- La lutte contre la pourriture grise doit prioriser les mesures prophylactiques et intégrer la sensibilité des cépages, la situation de la parcelle, la vigueur de la vigne, la gestion de l'enherbement, de la fumure azotée et du feuillage. ■

Bibliographie

- Comménil P., Brunet L. & Audran J.-C., 1997. The development of the grape berry cuticle in relation to susceptibility to bunch rot disease. *J. Exp. Bot.* **48**, 1599–1607.
- Delabays N., Linder Ch., Höhn H., Viret O. & Naef A., 2009. Index phytosanitaire pour la viticulture 2009. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **41** (1), supplément 1–16.
- De Luca d'Oro G. M. & Trippi V. S., 1987. Effect of stress conditions induced by temperature, water and rain on senescence development. *Plant Cell Physiol.* **28** (8), 1389–1396.
- Edder P., Ortellì 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.
- Hale C. R., 1968. Growth and senescence of the grape berry. *Aust. J. agric. Res.* **19**, 939–945.
- 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.

Summary

Epidemiology and control strategies against grey mould (*Botrytis cinerea*)

Control of grey mould can be very difficult, particularly when weather conditions are favourable for *B. cinerea* during ripening. Control strategies have been experimented during ten years in the French part of Switzerland with the mixture fludioxonil + cyprodinil. One single application at the end of bloom reaches an average value over the years of 30% efficacy compared with unsprayed plots. A single application at bunch closure reaches 52% efficacy, and a single spray at véraison 56%. When both sprays were applied, the efficacy was improved, particularly in years with high disease pressure. However the difference of 10 to 15% was not statistically significant. The results varied considerably from year to year depending on the climatic conditions and on the disease pressure.

Key words: grey mould, *Botrytis cinerea*, cyprodinil, fludioxonil, control strategies, grapevine.

Zusammenfassung

Epidemiologie der Graufäule (*Botrytis cinerea*) und Bekämpfungsstrategien

Die Bekämpfung der Graufäule kann schwierig sein, besonders bei günstigen Wetterbedingungen für *B. cinerea* während der Traubenreifung. Praxisversuche wurden während zehn Jahren in der Westschweiz mit der Mischung Fludioxonil + Cyprodinil durchgeführt. Die Wirkung einer einzigen Applikation bei abgehender Blüte führt zu einer durchschnittlichen Wirkung von 30%. Die Wirkung einer Spritzung beim Traubenschluss liegt bei 52% und beim Farbumschlag bei 56%. Wenn beide Applikationen durchgeführt werden erhöht sich die Wirkung, besonders bei hohem Befallsdruck um 10 bis 15%, ohne dass die Unterschiede statistisch signifikant sind. Generell betrachtet schwankt die Wirkung stark von Jahr zu Jahr, in Abhängigkeit der Wetterbedingungen.

Riassunto

Epidemiologia del marciume grigio (*Botrytis cinerea*) e strategie di lotta

La lotta contro il marciume grigio può essere difficile, soprattutto quando le condizioni climatiche, durante la maturazione, sono favorevoli alla botrite. Delle prove pratiche, condotte durante dieci anni con la miscela fludioxonil-cyprodinil, hanno confermato che la lotta contro la prima fase d'infezione alla fine della fioritura raggiunge un'efficacia del 30% circa. L'efficacia media di una sola applicazione alla chiusura dei grappoli è del 52% e quella di un trattamento unico all'invaiaitura è del 56%. L'applicazione di due trattamenti specifici alla chiusura dei grappoli e all'invaiaitura aumenta, generalmente, l'efficacia quando la pressione della malattia è elevata senza che questa differenza sia significativa. Sulla media di dieci anni un secondo trattamento permette di migliorare l'efficacia della lotta del 10–15%. In generale, l'efficacia della lotta varia notevolmente a seconda delle condizioni meteorologiche e della pressione della malattia.

- 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. & Gindro K., 2007. La pourriture grise en 2006. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **39** (1), 61–63.
- Viret O. & Siegfried W., 2009. Réglage du pulvérisateur: la méthode Caliset. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **41** (1), 26–27.

Remerciements

Nous remercions vivement M. Michel Hofstetter, responsable du domaine du Manoir à Valeyres-sous-Rances pour la mise à disposition de parcelles expérimentales et pour sa participation active aux essais, ainsi que Jean Tailens et Anne-Lise Fabre pour leur assistance tout au long de ces essais.

Pépinières viticoles

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

Tél. 021 825 40 33
Fax 021 826 05 06
Natel 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

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

DUVOISIN Puidoux

NOUVEAU

TONDEUSE TRÈLE
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

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

SAS Tonnellerie Claude Gillet
21190 Saint-Romain (France)
www.tonnellerie-gillet.com

Représentée en Suisse par: **E. & H. Schlittler Frères SA**
Fabrique de bouchons et de liège aggloméré
Autschachen 41 • Case postale • CH-8752 Näfels
Tél. 055 618 40 30 • Fax 055 618 40 37
info@swisscork.ch • www.swisscork.ch



© Registered Trademark of a Syngenta Group Company /
Switch: (fludioxonil) (25%), cyprodinil) (37,5%)

© SYNGENTA

Switch®

Le botrytis pris en tenaille

- **Durée d'action inégalée**
- **Résultats hors pair depuis plus de 10 ans**
- Application optimale du Switch peu avant la fermeture des grappes

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



syngenta

Eclaircissage chimique sur poiriers: efficacité et influence sur la production et la qualité de différentes variétés

Danilo CHRISTEN, Emmanuel CHASSOT, Albert WIDMER¹ et Michael GÖLLES¹

Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche Conthey, 1964 Conthey

Renseignements: Danilo Christen, e-mail: danilo.christen@acw.admin.ch, tél. +41 27 345 35 11

¹ACW, CP 185, 8820 Wädenswil.



Un éclaircissage manuel est nécessaire pour obtenir une bonne proportion de fruits de qualité.

Introduction

La qualité et la régularité de la production de fruits sont influencées par de nombreux facteurs, notamment par une régulation de la charge appropriée (Baab et Lafer 2005). Pour les pommes, un éclaircissage chimique permet souvent d'avoir chaque année une charge optimale et d'éviter l'alternance. Un complément d'éclaircissage manuel est malgré tout souvent nécessaire. Quatre substances sont homologuées en Suisse pour l'éclaircissage chimique des pommiers

(Widmer et Christen 2010), permettant de développer des stratégies différentes selon les variétés. Ces quatre matières actives, l' α -naphtylacétamide (NAD), l'acide α -naphtylacétique (ANA), l'éthéphon et la benzyladénine permettent une application à différents stades phénologiques.

Malheureusement, pour les poires, aucune matière active n'est disponible à ce jour. De nombreux vergers de poiriers présentent une croissance vigoureuse, et par conséquent une tendance à l'alternance. La régulation de la charge se fait donc manuellement, engen-

drant des coûts supplémentaires qui limitent le rendement économique de cette culture. L'extinction consiste à supprimer des organes floraux avant la floraison. Cette technique développée en France s'avère prometteuse sur certaines variétés comme Louise Bonne (Pfammatter et Dessimoz 2002) ou Harrow Sweet, mais elle est insuffisante pour diminuer le nombre de fruits noués et pour augmenter le calibre. L'effet sur la régulation de l'alternance de la floraison et de la production est également contesté (Mafcot Poire 2008). Le taux de nouaison dépend de nombreux facteurs, tant physiologiques que culturaux ou climatiques (Baab et Lafer 2005). La variété joue également un rôle important. Ainsi, le taux de nouaison de la poire Conférence est généralement élevé, tandis que le nombre de fruits noués est faible et semble être autorégulé pour Beurré Bosc. L'utilisation de substances chimiques pour réguler la charge de poiriers, au même titre que pour les pommiers, pourrait réduire les coûts de production et ainsi augmenter le rendement commercial de la production de poires. Un éclaircissage chimique ne garantit pourtant pas une bonne régulation de la charge et l'efficacité dépend fortement des produits et de leurs dosages, du stade phénologique au moment de l'application, de la variété, de la croissance des arbres et de l'intensité de la floraison (Lafer 2006). Les conditions météorologiques, notamment la température et l'humidité relative au moment de l'application et après, sont également primordiales. De plus, un produit efficace sur pommier ne l'est pas forcément sur poirier. Pour la benzyladénine, le fabricant conseille d'appliquer un dosage plus élevé sur poirier pour atteindre une efficacité semblable à celle sur pommier (Hansen, communication personnelle). Quelques essais d'éclaircissage chimique ont été conduits sur Williams (Dussi *et al.* 2008; Hudina et Stampar 2008; Lafer 2008), sur Abbé Fétel (Vilardell *et al.* 2008), sur Spadona ou sur Coscia (Stern 2008) avec des résultats contrastés selon les sites, les années et les conditions climatiques, ainsi que selon le type de produit et la dose utilisée (Wertheim 1997; Bound 2001; Baab et Lafer 2005).

Cette étude a pour but d'évaluer différentes stratégies d'éclaircissage chimique sur quatre variétés de poire importantes pour la production suisse: Conférence, Beurré Bosc, Louise Bonne et Harrow Sweet. Outre l'efficacité d'éclaircissage des matières actives α -naphthylacétamide (NAD), acide α -naphthylacétique (ANA), éthéphon et benzyladénine en application unique ou combinée, une attention particulière a été apportée à l'évaluation de la phytotoxicité de ces produits.

Résumé ■ Pour produire des poires de qualité et obtenir une production régulière, il est souvent nécessaire de réguler la charge. Cette opération se fait manuellement, engendrant des coûts supplémentaires qui limitent le rendement économique de la culture des poiriers. L'étude présentée ici a testé la phytotoxicité et l'efficacité de l'éclaircissage chimique sur quatre variétés de poires: Louise Bonne, Harrow Sweet, Beurré Bosc et Conférence. Selon le produit utilisé, l'efficacité des traitements a été très différente d'une variété à l'autre, entraînant parfois un éclaircissage excessif et donc un rendement plus bas. Le calibre des fruits n'a que très rarement augmenté pour les trois premières variétés, tandis que pour Conférence, la diminution de la charge a toujours entraîné une augmentation du calibre des fruits. Une phytotoxicité foliaire a été observée avec le naphthylacétamide (NAD) et les traitements avec l'acide naphthylacétique (ANA) ont engendré une forte proportion de fruits pygmées. Les résultats de cette étude montrent que l'éclaircissage chimique n'est pas approprié pour les variétés Louise Bonne, Harrow Sweet et Beurré Bosc. Par contre, pour Conférence, un traitement avec de la benzyladénine (BA) semble prometteur.

Matériel et méthodes

Les essais d'éclaircissage chimique sur poiriers ont été menés en 2008 et 2009 sur différentes parcelles en Thurgovie et en Valais sur les variétés Louise Bonne, Harrow Sweet, Beurré Bosc et Conférence. Les essais comportaient neuf répétitions pour les variétés Louise Bonne, Harrow Sweet et Beurré Bosc en Valais, et huit répétitions pour les variétés Conférence et Beurré Bosc en Thurgovie (un arbre par répétition). Les traitements ont été appliqués au pistolet pulvérisateur (Gun) et à env. 2000 l/ha. Les matières actives et les produits suivants ont été utilisés: éthéphon (Cérone 39,6 % et Ethéphon 37,7 %), naphthylacétamide (NAD; Geramid-Neu 3,6 %), acide naphthylacétique (ANA; Dirager S 3,3 %), benzyladénine (BA; MaxCel 1,9 %) et de l'huile minérale (990 g/l). Les applications ont été réalisées aux différents stades phénologiques adaptés pour chaque

produit (Widmer et Christen 2010). Les tableaux 1, 2, 3 et 4 présentent les dispositifs expérimentaux et les différentes variantes d'essai. Les arbres présentaient dans l'ensemble une vigueur égale et une floraison faible et hétérogène en 2008, forte et homogène en 2009.

Les mesures et observations ont porté premièrement sur l'efficacité de l'éclaircissage, avec un comptage du nombre de fruits par 100 inflorescences après la chute de juin. Pour la variante éclaircissage manuel, un nombre différent de fruits a été enlevé afin d'obtenir pour chaque arbre une charge idéale pour un rendement souhaité de 3,5 kg/m². Les paramètres de production comme le nombre de fruits total par arbre, le rendement (kg/arbre), le poids et le calibre des fruits ont été réalisés avec une calibreuse automatique (Greefa, Geldermalsen, Pays-Bas). Les éventuels effets secondaires (phytotoxicité, fruits pygmées, etc.) d'un traitement ont été évalués visuellement.

Les valeurs représentent les moyennes des neuf répétitions par variante. L'essai a été disposé en bloc

complètement randomisé. Les données ont été analysées avec une analyse de variance (ANOVA) en utilisant XLSTAT 2007. Les moyennes ont été séparées à $P = 0,05$ à l'aide du test LSD de Fisher.

Résultats et discussion

Louise Bonne

Les résultats d'éclaircissage pour Louise Bonne sont illustrés dans le tableau 5. En 2008, le témoin non traité portait 140 fruits/100 inflorescences et la variante éclaircie à la main 117. Malgré de fortes différences du nombre de fruits/100 inflorescences, celles-ci n'étaient pas significatives. Par contre, des différences ont été observées au niveau du poids moyen des fruits, mais aucune variante n'a atteint le poids de la variante éclaircie à la main (124 g/fruit). Ces faibles calibres, malgré un nombre de fruits/100 inflorescences plutôt faible, sont certainement dus à la floraison faible et irrégulière et aux conditions climatiques de 2008. Cette

Tableau 1 | Description des parcelles d'essais et des traitements d'éclaircissage pour les essais 2008 et 2009 sur Louise Bonne

Variété	Louise Bonne 2008
Porte-greffe	EMA
Distance de plantation	4 x 3,25 m
Année de plantation	1988
Emplacement	Sion VS (Ecole d'agriculture du Valais)
Arbres	9 arbres par variante
Variantes d'essai	1) témoin (sans éclaircissage) 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) éthéphon 0,5 l/ha, stade ballon 4) éthéphon 0,5 l/ha, chute des pétales 5) éthéphon 0,5 l/ha, fruits de 8–12 mm 6) NAD 2,5 l/ha, chute des pétales 7) mélange NAD (2,5 l/ha)/éthéphon (0,5 l/ha), chute des pétales
Variété	Louise Bonne 2009
Porte-greffe	Cognassier A
Distance de plantation	4 x 3,5 m
Année de plantation	1988
Emplacement	Bramois VS (Coopérative fruitière de Bramois)
Arbres	9 arbres par variante
Variantes d'essai	1) témoin (sans éclaircissage) 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon 4) éthéphon 0,3 l/ha, chute des pétales 5) éthéphon 0,3 l/ha, fruits de 8–12 mm 6) NAD 2,5 l/ha, chute des pétales 7) mélange NAD (2,5 l/ha)/éthéphon (0,3 l/ha), chute des pétales 8) mélange BA (7,5 l/ha)/ANA (0,6 l/ha), fruits de 8–12 mm

Tableau 2 | Description des parcelles d'essais et des traitements d'éclaircissage pour les essais 2008 et 2009 sur Harrow Sweet

Variété	Harrow Sweet 2008 et 2009
Porte-greffe	EMA
Distance de plantation	4 x 1,5 m
Année de plantation	1995
Emplacement	Sion VS (Ecole d'agriculture du Valais)
Arbres	9 arbres par variante
Variantes d'essai 2008	1) témoin (sans éclaircissage) 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) éthéphon 0,5 l/ha, stade ballon 4) éthéphon 0,5 l/ha, chute des pétales 5) éthéphon 0,5 l/ha, fruits de 8–12 mm 6) NAD 2,5 l/ha, chute des pétales 7) mélange NAD (2,5 l/ha)/éthéphon (0,5 l/ha), chute des pétales
Variantes d'essai 2009	1) témoin (sans éclaircissage) 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon 4) éthéphon 0,3 l/ha, chute des pétales 5) éthéphon 0,3 l/ha, fruits de 8–12 mm 6) NAD 2,5 l/ha, chute des pétales 7) mélange NAD (2,5 l/ha)/éthéphon (0,3 l/ha), chute des pétales 8) mélange BA (7,5 l/ha)/ANA (0,6 l/ha), fruits de 8–12 mm

Tableau 3 | Description des parcelles d'essais et des traitements d'éclaircissage pour les essais 2009 sur Beurré Bosc

Variété	Beurré Bosc 2009
Porte-greffe	Cognassier A
Distance de plantation	4 x 2 m
Année de plantation	1998
Emplacement	Ardon VS (M. Pillet, producteur)
Arbres	9 arbres par variante
Variantes d'essai	1) témoin (sans éclaircissage) 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon 4) éthéphon 0,3 l/ha, chute des pétales 5) éthéphon 0,3 l/ha, fruits de 8–12 mm 6) NAD 2,5 l/ha, chute des pétales 7) mélange NAD (2,5 l/ha)/éthéphon (0,3 l/ha), chute des pétales 8) mélange BA (7,5 l/ha)/ANA (0,6 l/ha), fruits de 8–12 mm
Variété	Beurré Bosc 2009
Porte-greffe	Cognassier A
Distance de plantation	3,8 x 1,8 m
Année de plantation	1998
Emplacement	Güttingen TG (Kantonale Fachstelle für Obstbau)
Arbres	8 arbres par variante
Variantes d'essai	1) témoin (sans éclaircissage) 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) ANA 0,82 l/ha, fruits de 8–12 mm 4) BA 7,5 l/ha, fruits de 8–12 mm 5) mélange BA (5 l/ha)/ANA (0,54 l/ha), fruits de 8–12 mm 6) mélange BA (7,5 l/ha)/ANA (0,54 l/ha), fruits de 8–12 mm 7) mélange NAD (2,5 l/ha)/éthéphon (0,5 l/ha), chute des pétales 8) mélange ANA (0,82 l/ha)/huile minérale (1 l/ha), fruits de 8–12 mm

tendance était encore plus marquée pour les variantes contenant du NAD (88 fruits/100 inflorescences et un poids moyen de seulement 102 g/fruit pour la variante NAD), ce qui est connu également pour les pommiers (Baab et Lafer 2005). En 2009, le témoin non traité portait 112 fruits/100 inflorescences et la variante éclaircie à la main 74 fruits. Les variantes NAD, NAD/éthéphon et BA/ANA ont montré une bonne efficacité, comparable à la variante éclaircie manuellement, avec 75, 73 et 84 fruits/100 inflorescences. Par contre, la matière active éthéphon, appliquée indépendamment du stade phénologique, n'a exercé aucun effet d'éclaircissage (env. 120 fruits/100 inflorescences). Cette efficacité dif-

Tableau 4 | Description des parcelles d'essais et des traitements d'éclaircissage pour les essais 2009 sur Conférence

Variété	Conférence 2009
Porte-greffe	Cognassier A
Distance de plantation	3,8 x 1,8 m
Année de plantation	1998
Emplacement	Güttingen TG (Kantonale Fachstelle für Obstbau)
Arbres	8 arbres par variante
Variantes d'essai	1) témoin (sans éclaircissage) 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) ANA 0,82 l/ha, fruits de 8–12 mm 4) BA 7,5 l/ha, fruits de 8–12 mm 5) mélange BA (5 l/ha)/ANA (0,54 l/ha), fruits de 8–12 mm 6) mélange BA (7,5 l/ha) / ANA (0,54 l/ha), fruits de 8–12 mm 7) mélange NAD (2,5 l/ha)/éthéphon (0,5 l/ha), chute des pétales 8) mélange ANA (0,82 l/ha)/huile minérale (1 l/ha), fruits de 8–12 mm

Tableau 5 | Influence de l'éclaircissage chimique sur le nombre de fruits par 100 inflorescences et sur le poids des fruits de la variété Louise Bonne pour les années 2008 et 2009

Année		2008		2009	
Variante	Moment d'application	Fruits/100 inflorescences	Poids des fruits (g)	Fruits/100 inflorescences	Poids des fruits (g)
Témoin		140 a	116 ab	112 ab	114 bcd
Eclaircissage manuel	après chute de juin	117 a	124 a	74 c	129 a
Ethéphon	stade ballon			121 a	100 e
Ethéphon	fin floraison	143 a	112 bc	119 a	109 cde
Ethéphon	8–12 mm	118 a	115 ab	120 a	105 de
NAD	fin floraison	88 a	102 c	75 c	124 ab
Mélange NAD/éthéphon	fin floraison	105 a	112 bc	73 c	120 abc
Mélange BA/ANA	8–12 mm			84 bc	128 a

Dans une même colonne, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes selon le test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

férenciée a influencé le poids et le calibre des fruits, et par conséquent le pourcentage de fruits de catégorie «Premium» (55–75 mm; fig. 1): plus de 85 % de fruits «Premium» pour les variantes NAD, NAD/éthéphon, BA/ANA et éclaircissage manuel, et seulement 60 à 70 % pour les variantes avec éthéphon. Le témoin non éclairci se trouve au milieu, avec 77 %, ce qui est élevé étant donné qu'aucune intervention (donc pas de frais supplémentaires), n'a eu lieu pour cette variante. Sur la variété Abbé Fétel, aucune différence n'a été observée entre le témoin non traité et les variantes NAD ou ANA (Vilardell *et al.* 2008).

Harrow Sweet

Les résultats d'éclaircissage pour Harrow Sweet sont illustrés dans le tableau 6. Tant en 2008 (année de faible floraison) qu'en 2009 (année de forte floraison), les différentes variantes d'éclaircissage testées ont montré les mêmes tendances. Le témoin non traité portait 107 fruits/100 inflorescences en 2008 et 78 en 2009, et la variante éclaircie à la main 72 fruits/100 inflorescences en 2008 et 59 en 2009. Les variantes avec éthéphon et la variante BA/ANA en 2009 ont montré une efficacité comparable à la variante éclaircie à la main. Pour l'application d'éthéphon au stade 8–12 mm en

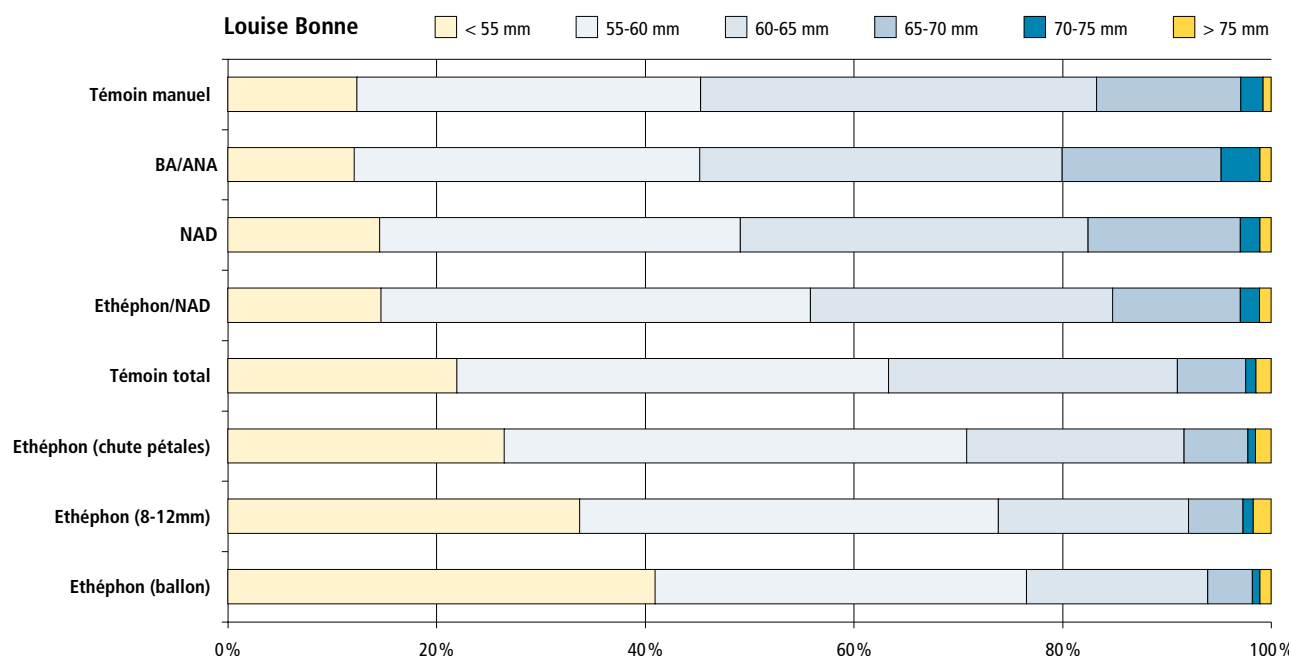


Figure 1 | Répartition des classes de calibres en fonction des variantes d'éclaircissage pour Louise Bonne. Les quatre calibres en bleu correspondent à la classe de fruits «Premium». Les valeurs correspondent à la moyenne de neuf répétitions pour chaque variante pour l'année 2009.

Tableau 6 | Influence de l'éclaircissage chimique sur le nombre de fruits par 100 inflorescences et sur le poids des fruits de la variété Harrow Sweet pour les années 2008 et 2009

Année		2008		2009	
Variante	Moment d'application	Fruits/100 inflorescences	Poids des fruits (g)	Fruits/100 inflorescences	Poids des fruits (g)
Témoin		107 a	130 d	78 a	119 a
Eclaircissage manuel	après chute de juin	72 b	160 b	59 abcd	121 a
Ethéphon	stade ballon	76 b	153 bc	67 abc	121 a
Ethéphon	fin floraison	72 b	132 cd	74 ab	120 a
Ethéphon	8–12 mm	98 ab	139 bcd	65 abcd	128 a
NAD	fin floraison	37 c	195 a	47 cd	132 a
Mélange NAD/éthéphon	fin floraison	25 c	200 a	42 d	132 a
Mélange BA/ANA	8–12 mm			56 bcd	118 a

Dans une même colonne, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes selon le test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

2008 et l'application à la chute des pétales en 2009, l'efficacité était pourtant moins marquée. Ces différences ne peuvent pas être expliquées par des températures non idéales, car en 2008 les produits ont été appliqués par des températures idéales (18–22 °C), tandis qu'en 2009, les températures étaient certes basses mais encore dans les limites acceptables (> 15 °C). Les variantes NAD et NAD/éthéphon se sont montrées très efficaces, voire même trop. Cette efficacité comparable entre 2008 et 2009, n'a pourtant pas eu la même incidence sur le poids des fruits. L'influence sur le poids et le calibre des fruits a été très marquée en 2008, avec des valeurs entre 130 et 160 g/fruit pour toutes les variantes, à l'exception des variantes NAD (195 g/fruit) et NAD/éthéphon (200 g/fruit), dont les fruits étaient très gros. Par contre, en 2009, les différents traitements n'ont pas influencé significativement le poids des fruits ni la proportion de fruits «Premium» (55–75 mm), qui se situait entre 68–77 % (figure non présentée). La présence ou l'absence d'influence de produits d'éclaircissage sur le calibre des fruits a déjà été montrée sur Williams (Lafer 2008).

Beurré Bosc

Les résultats d'éclaircissage pour Beurré Bosc figurent dans le tableau 7. En 2009, sur la parcelle de Güttingen, le témoin non traité portait 252 fruits/arbre. Les variantes BA, BA/ANA (indépendamment de la concentration des produits) et NAD/éthéphon ont montré une bonne efficacité, correspondant à un sur-éclaircissage marqué pour les trois variantes avec BA (entre 151 et 195 fruits par arbre). Par contre, la variante ANA et le

mélange ANA/huile minérale n'a eu aucun effet d'éclaircissage. Cette efficacité différenciée a influencé le poids des fruits, très élevé pour les variantes avec BA qui ont obtenu des poids moyens allant de 275 à 296 g/fruit (en application unique ou en mélange). Une perte économique due au rendement inférieur (entre 5 et 18 kg de moins par arbre) et à une proportion de fruits «Premium» plus faible peut être supposée pour ces variantes. Le poids des fruits des variantes ANA, ANA/huile minérale et NAD/éthéphon (226, 211 et 233 g/fruit), n'a pas augmenté par rapport au témoin non traité (234 g/fruit). Ces traitements se sont donc révélés inutiles et correspondent à une perte économique. Comme pour Beurré Bosc, une étude sur Williams a montré que les traitements avec ANA n'ont pas favorisé le calibre des fruits (Dussi et al. 2008). Par contre, une augmentation du calibre a été observée avec un traitement à l'ANA sur les variétés Spadona et Coscia (Stern 2008).

En 2009, sur la parcelle d'Ardon, les tendances d'efficacité décrites pour la parcelle de Güttingen se confirment, malgré des fruits généralement plus petits. Le témoin non traité portait 76/100 inflorescences et l'éclaircissage manuel a été trop important avec seulement 65 fruits/100 inflorescences. Les variantes NAD, NAD/éthéphon et BA/ANA ont montré une très bonne efficacité, correspondant à un sur-éclaircissage, avec 45, 46 et 49 fruits/100 inflorescences. En revanche, la matière active éthéphon, appliquée indépendamment du stade phénologique, n'a exercé aucun effet d'éclaircissage. Cette efficacité différenciée a influencé le poids des fruits, très bas pour la variante éclaircie manuellement (115 g/fruit) et les variantes avec éthéphon

Tableau 7 | Influence de l'éclaircissage chimique sur le nombre de fruits par arbre ou par 100 inflorescences, sur le rendement par arbre et sur le poids des fruits de la variété Beurré Bosc pour l'année 2009

Site d'expérimentation		Güttingen TG			Ardon VS	
Variante	Moment d'application	Fruits/arbre	Rendement (kg/arbre)	Poids des fruits (g)	Fruits/100 inflorescences	Poids des fruits (g)
Témoin		252 ab	58 a	234 bcd	76 ab	143 ab
Eclaircissage manuel	après chute de juin				65 bcd	115 c
Ethéphon	stade ballon				74 ab	131 abc
Ethéphon	fin floraison				93 a	113 c
Ethéphon	8–12 mm				69 bc	118 c
NAD	fin floraison				45 d	145 ab
ANA	8–12 mm	243 abc	55 a	226 cd		
BA	8–12 mm	151 d	40 b	275 abc		
Mélange BA/ANA (BA 5 l/ha)	8–12 mm	195 bcd	53 ab	287 ab		
Mélange BA/ANA (BA 7,5 l/ha)	8–12 mm	162 cd	47 ab	296 a	49 cd	152 a
Mélange NAD/éthéphon	fin floraison	208 abcd	47 ab	233 bcd	46 d	128 bc
Mélange ANA/huile minérale	8–12 mm	283 a	59 a	211 d		

Dans une même colonne, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes selon le test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

(113–131 g/fruit). Les autres variantes, ainsi que le témoin non éclairci, ont présenté des poids moyens corrects (128–152 g/fruit). Ces différences ont eu une incidence directe sur le pourcentage de fruits de catégorie «Premium» (60–80 mm; fig. 2), qui atteignait 73 à 80 % pour les variantes NAD, NAD/éthéphon et BA/ANA. Avec 71 % de fruits «Premium», le témoin non traité présentait une bonne proportion. De plus, avec un nombre de fruits/100 inflorescences plus important, la production et le résultat économique de la variante témoin ont été meilleurs que pour ces trois variantes. La proportion de fruits «Premium» pour les variantes éthéphon et la variante éclaircie manuellement a été très insuffisante (entre 41 et 62 %). Ceci montre qu'un nombre important de petits fruits n'ont pas chuté naturellement en juin.

Conférence

Les résultats d'éclaircissage pour Conférence sont illustrés dans le tableau 8. En 2009, sur la parcelle de Güttingen, le témoin non traité portait 429 fruits/arbre. Les variantes ANA, BA, ANA/huile minérale ont montré une bonne efficacité (291, 299 et 259 fruits/arbre). Par contre, l'effet éclaircissant des variantes BA/ANA (indépendamment de la concentration des produits) et NAD/éthéphon a été excessif, avec 161 fruits/arbres (mélange BA/ANA avec BA à 5 l/ha), 146 fruits/arbre (mélange BA/ANA avec BA à 7,5 l/ha) et 160 fruits/arbre (mélange NAD/éthéphon). Ce sur-éclaircissage a directement influencé le rendement par arbre de ces variantes (26–29 kg/arbre seulement). Une forte perte économique peut être supposée pour ces variantes. L'influence sur le poids des fruits a par contre été plus

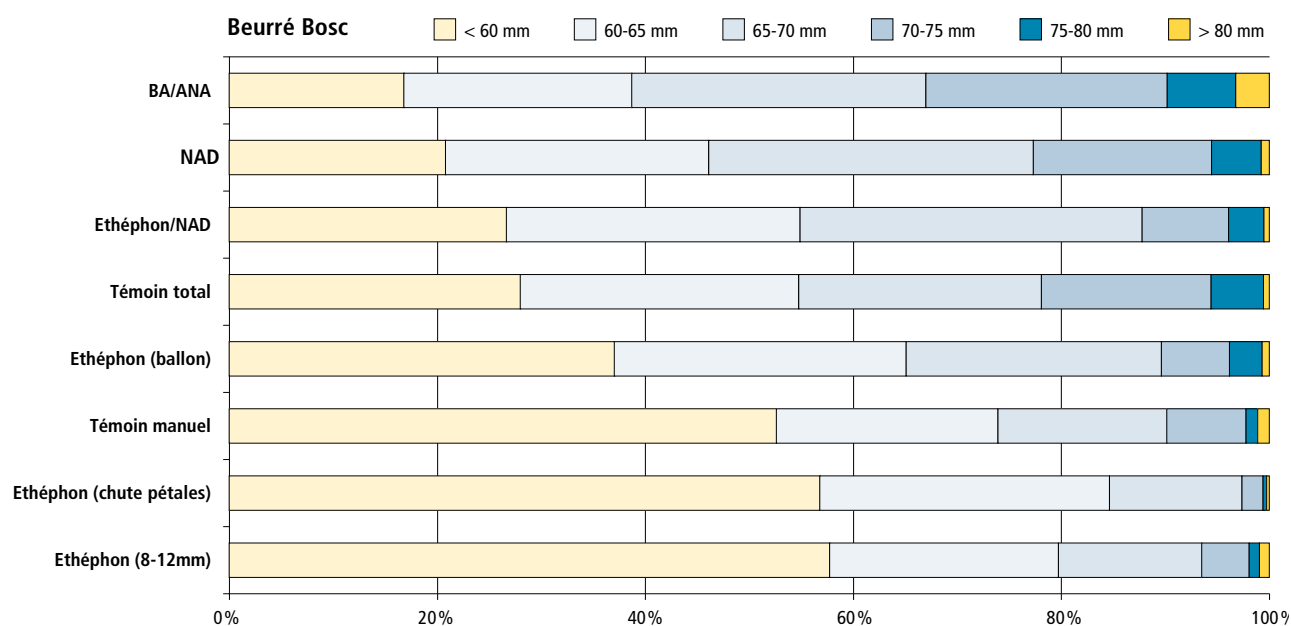


Figure 2 | Répartition des classes de calibres en fonction des variantes d'éclaircissage pour Beurré Bosc. Les quatre calibres en bleu correspondent à la classe de fruits «Premium». Les valeurs correspondent à la moyenne de neuf répétitions pour chaque variante pour l'année 2009.

Tableau 8 | Influence de l'éclaircissage chimique sur le nombre de fruits par arbre, sur le rendement par arbre, sur le poids des fruits et sur la proportion de fruits pygmées de la variété Conférence pour l'année 2009

Variante	Moment d'application	Fruits/arbre	Rendement (kg/arbre)	Poids des fruits (g)	Fruits pygmées/arbre
Témoin		429 a	54 a	126 d	1,75 b
ANA	8–12 mm	291 b	44 a	159 c	13,50 ab
BA	8–12 mm	299 b	49 a	167 bc	1,50 b
Mélange BA/ANA (BA 5 l/ha)	8–12 mm	161 c	29 b	196 ab	3,50 b
Mélange BA/ANA (BA 7,5 l/ha)	8–12 mm	146 c	29 b	202 a	3,13 b
Mélange NAD/éthéphon	fin floraison	160 c	26 b	168 bc	12,25 ab
Mélange ANA/huile minérale	8–12 mm	259 bc	41 ab	163 c	19,63 a

Dans une même colonne, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes selon le test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).



Figure 3 | Phytotoxicité sur Conférence, représentée par un enroulement des feuilles, observée après une application de naphthylacétamide (NAD).

marquée avec les mélanges BA/ANA (196 et 202 g/fruit) qu'avec le mélange NAD/éthéphon (168 g/fruit).

Le rendement (41–49 kg/arbre) et le poids moyen des fruits (159–167 g/fruit) a été très bon pour les variantes ANA, BA, ANA/huile minérale. Une bonne efficacité d'éclaircissage, ainsi qu'une bonne augmentation de calibre des fruits a déjà été observée sur Williams (Dussi *et al.* 2008).

Phytotoxicité sur feuilles du NAD et formation de fruits pygmées sur Conférence et Beurré Bosc

Les variantes traitées avec le NAD, en application unique ou en mélange avec de l'éthéphon, ont montré une phytotoxicité sur le feuillage, illustrée par un enroulement des feuilles, pouvant aller jusqu'à un dessèchement (fig. 3). De plus, une formation importante de fruits pyg-

mées a été observée sur Conférence (tableau 8) pour les variantes à l'ANA en application unique (13,5 fruits pygmées par arbre) ou en mélange avec l'huile minérale (19,63 fruits pygmées par arbre). Pour les variantes du mélange BA/ANA, la proportion de fruits pygmées étaient par contre très basse (env. 3 fruits pygmées par arbre). Ce genre de problèmes est bien connu sur pommiers avec certaines variétés sensibles aux auxines, comme Braeburn, Elstar, Fuji ou Gala (Baab et Lafer 2005).

Conclusions

- L'efficacité de l'éclaircissage chimique dépend fortement des variétés, qui réagissent différemment aux matières actives testées.
- Sur Louise Bonne, Harrow Sweet et Beurré Bosc, l'éclaircissage chimique n'a eu aucun avantage. Les traitements ont diminué, parfois de façon excessive, le nombre de fruits/100 inflorescences, donc le rendement, mais souvent sans améliorer le calibre des fruits. Pour la variante non traitée sur Louise Bonne, Harrow Sweet et Beurré Bosc, le pourcentage de fruits «Premium» a été très élevé (proche de 80 %). Pour ces trois variétés, un éclaircissage manuel s'avère plus rentable qu'une application chimique.
- Sur Conférence, une diminution optimale de la charge, conduisant à une augmentation du calibre des fruits, a été observée uniquement avec la variante BA. Les autres variantes ont conduit à un éclaircissage excessif ou ont montré des problèmes de phytotoxicité. La stratégie BA en application unique semble la plus appropriée pour un éclaircissage chimique de Conférence. ■

Remerciements

Un grand merci aux chefs de cultures et producteurs P. Stadler (Güttingen), S. Pilet (Ardon), B. Chassot (Bramois) et B. Vollet (Sion) et aux collaborateurs ACW du Centre de recherche Conthey, Pierre Jeltsch, Fabienne Delèze, Véronique Delèze et Noémie Delèze, pour leur précieuse collaboration. Merci également aux différentes entreprises pour la fourniture des produits.

Bibliographie

- Baab G. & Lafer G., 2005. Kernobst. Harmonisches Wachstum – optimaler Ertrag. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, 163 p.
- Bound S. A., 2001. Managing Crop Load, Crop Management and Postharvest Handling of Horticultural Products. Science Publishers Inc., Enfield, New Hampshire, USA, 89–109.
- Dussi M. C., Giardina G., Reeb P. & Gastiazoro J., 2008. Thinning programs in pears cv. Williams. Proc. Xth International Symposium on Pear. *Acta Hort.* **800**, 119–129.
- Hansen W., 2008. Omya Suisse AG. Communication personnelle.
- Hudina M. & Stampar F., 2008. Effect of chemical and hand thinning on quality and quantity of pear fruits (*Pyrus communis* L.) cv. Williams. Proc. Xth International Symposium on Pear. *Acta Hort.* **800**, 211–214.
- Lafer G., 2006. Auf die richtige Dosierung zum richtigen Zeitpunkt achten ! *Besseres Obst* **51** (5), 18–21.
- Lafer G., 2008. Effects of different bioregulator applications on fruit set, yield and fruit quality of «Williams» pears. Proc. Xth International Symposium on Pear. *Acta Hort.* **800**, 183–187.
- Mafcot Poire, 2008. L'extinction pour pallier le manque de substances actives. *L'Arboriculture Fruitière* **629**, 23–24.
- Pfammatter W. & Dessimoz A., 2002. Influence de la régulation de la charge sur l'alternance et la qualité des poires Louise-Bonne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (3), 155–158.
- Stern R. A., 2008. Increasing fruit size of «Spadona» and «Coscia» (*Pyrus communis*) pears in a warm climate with plant growth regulators. Proc. Xth International Symposium on Pear. *Acta Hort.* **800**, 155–162.
- Vilardell P., Pagés J. M. & Asin L., 2008. Effect of bioregulator applications on the fruit set in «Abate Fetel» pear trees. Proc. Xth International Symposium on Pear. *Acta Hort.* **800**, 169–173.
- Wertheim S. J., 1997. Chemical Thinning of Deciduous Fruit Trees. Proc. 8th Symposium Plant Bioregulators. *Acta Hort.* **463**, 445–462.
- Widmer A. & Christen D., 2010. Guide phytosanitaire pour l'arboriculture fruitière 2010/2011. Régulation de la charge par éclaircissage chimique. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **42** (1), 56–57.

Summary

Efficiency of chemical thinning and influence on the production and quality of different pear cultivars

Crop load regulation is often necessary in order to achieve an optimal pear quality and regular production. This regulation is performed manually leading to supplementary costs that limit economical productivity of pear crops. The aim of this study was to assess the phytotoxicity and the efficiency of chemical thinner on four pear cultivars. Depending on the thinner, the application exhibited large differences in the efficiency on Louise Bonne, Harrow Sweet, Beurré Bosc and Conférence, leading sometimes to an excessive thinning and consequently to a lower yield. Higher fruit size was rarely observed for Louise Bonne, Harrow Sweet and Beurré Bosc. On the contrary, for Conférence, higher fruit size resulted always from a lower crop load. A foliar phytotoxicity was observed with naphthaleneacetamide (NAAm) and a high proportion of pygmies fruits was produced with naphthaleneacetic acid (NAA) applications. The results of this study show that chemical thinning is not appropriate for Louise Bonne, Harrow Sweet and Beurré Bosc. On the contrary, benzyladenine (BA) application seems to be promising for Conférence.

Key words: biennial bearing, chemical thinning, pears.

Zusammenfassung

Wirkung der chemischen Ausdünnung und Einfluss auf Ertrag und Qualität verschiedener Birnensorten

Bei Birnen ist eine Behangsregulierung oft erforderlich, um eine gute Fruchtqualität und regelmässige Erträge zu produzieren. Die Handausdünnung verursacht zusätzliche Kosten und verringert die Wirtschaftlichkeit des Birnenanbaus. Ziel dieser Versuche war die Abklärung der Pflanzenverträglichkeit und der Wirkung der chemischen Ausdünnprodukte bei vier Birnensorten. Je nach Wirkstoff war die Ausdünnung unterschiedlich bei den Sorten Gute Luise, Harrow Sweet, Kaiser Alexander und Conférence. Zum Teil war die Ausdünnung zu stark und der Ertrag zu tief. Eine deutliche Steigerung des Fruchtgewichtes konnte bei den drei erstgenannten Sorten selten festgestellt werden. Bei Conférence hingegen hat die Reduktion des Fruchtansatzes immer zu einer Verbesserung der Fruchtgrösse geführt. Behandlungen mit Naphthylacetamid (NAAm) verursachte Blattschäden und Naphthyl-essigsäure (NAA) führte zu Pygmäenfrüchten. Die Ergebnisse zeigten, dass eine chemische Behangsregulierung bei den Sorten Gute Luise, Harrow Sweet und Kaiser Alexander nicht angebracht ist. Bei Conférence dagegen hat sich die Anwendung von Benzyladenin als vielversprechend erwiesen.

Riassunto

Efficacia del diradamento chimico e influenza sulla produzione e la qualità di varie varietà di peri

Per produrre delle pere di qualità e per ottenere una produzione regolare è spesso necessaria una regolazione della carica. Quest'operazione si esegue manualmente generando costi supplementari che limitano la redditività della coltura di peri. Lo scopo di questo studio è stato quello di testare la fitotossicità e l'efficacia del diradamento chimico su quattro varietà di pere. A dipendenza del prodotto utilizzato, l'efficacia dei trattamenti è stata molto diversa sulle varietà Louise Bonne, Harrow Sweet, Beurré Bosc e Conférence, conducendo a un diradamento eccessivo, dunque una resa più bassa. Nelle prime tre varietà un aumento notevole del calibro dei frutti è stato osservato raramente. Al contrario, per Conférence, la diminuzione della carica ha sempre condotto a un aumento del calibro dei frutti. Una fitotossicità fogliare è stata osservata con la naftilacetamide (NAD) ed i trattamenti con l'acido naftilacetico (ANA) hanno generato una forte proporzione dei frutti pigmentati. I risultati di questo studio dimostrano che un diradamento chimico per le varietà Louise Bonne, Harrow Sweet e Beurré Bosc non è appropriato. Per contro, per Conférence, un trattamento con benziladenina (BA) sembra essere promettente.

Quadris® Max

Protection maximale
contre toutes les principales
maladies de la vigne

- › Stratégie anti-résistance intégrée
- › Bonne durée d'action
- › Idéal pour les traitements durant la floraison

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



syngenta

Vigne & Cave

AVIDOR Sàrl

ZI Prés-de-Bamps C
Route des Artisans
1072 Forel-Lavaux
info@vigneetcave.ch
www.vigneetcave.ch

Christophe Légeret
Tél. : 021 946 52 00
Fax : 021 946 30 28
Mobile : 079 438 45 80

Horaires Magasin: Lu-Ve: 0730 - 1200 (après-midi sur rdv)
Atelier: Lu-Me: 0730 - 1800

ATTENTION: NOUVELLE ADRESSE!

**Votre partenaire
pour
l'œnologie
et
la viticulture**

**Machines
Produits cave
Dépôt
Carbagas
Magasin**

**Location
de machines
et accessoires
Offre
Grizzly**

**Atelier
de réparation
et d'entretien
pour tout
type de machine**

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



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

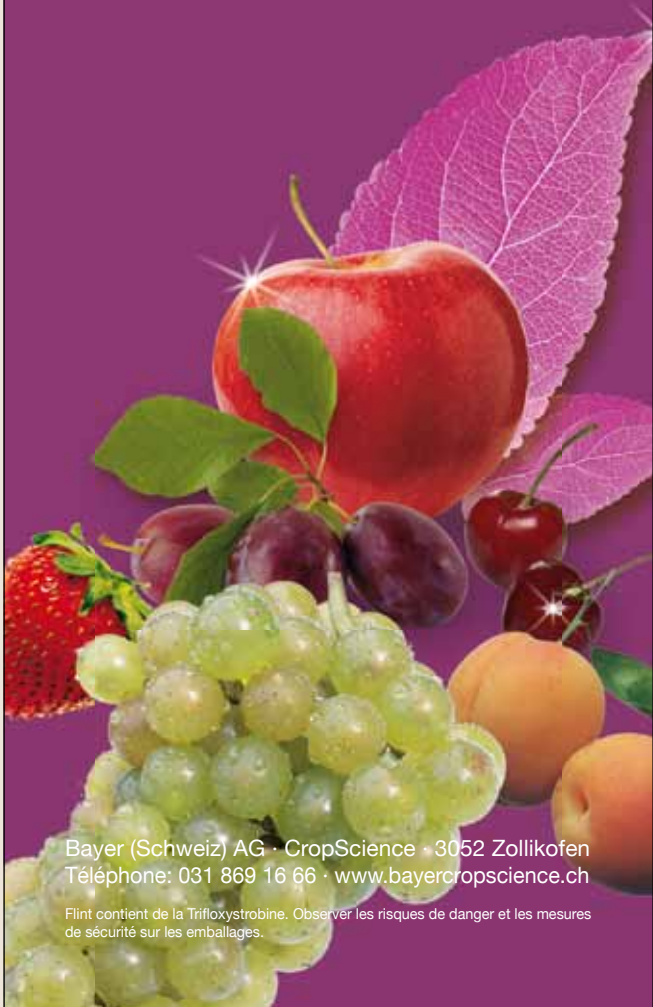
1070 PUIDOUX • Fax 021 946 33 86



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.

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**

La sonométrie peut-elle caractériser la fermeté des pommes ?

Pierre VANDEWALLE, Anthony SOURICE*, Emira MEHINAGIC et Frédérique JOURJON
Ecole Supérieure d'Agriculture – Laboratoire GRAPPE – BP 30748
55, rue Rabelais, 49007 Angers Cedex 01, France

*Groupe Signal Image et Instrumentation (GSII) de l'ESEO – 4, rue Merlet de la Boulaye – BP 30926 – 49009 ANGERS cedex 01
Renseignements: Pierre Vandewalle, e-mail: p.vandewalle@groupe-esa.com, tél +33 2 41 86 67 67

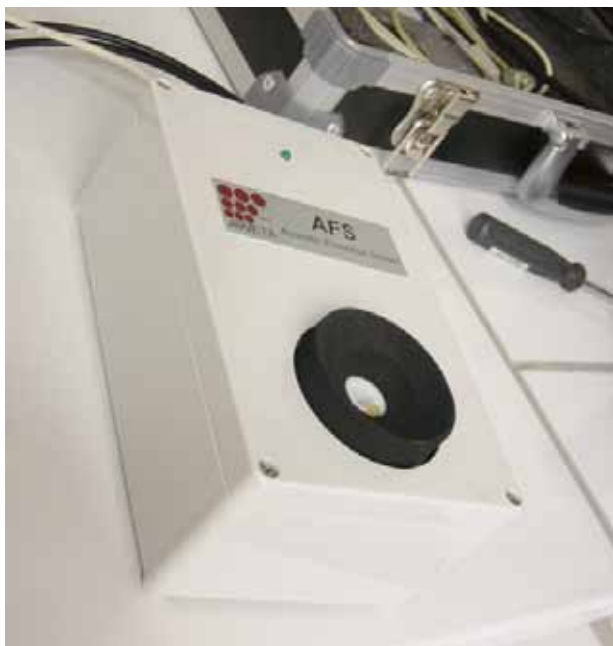


Figure 1 | L'appareil expérimental AFS.

Introduction

La fermeté est l'un des critères de qualité des pommes qui déterminent leur valeur marchande. Ce paramètre est utilisé, au même titre que la couleur, la teneur en sucres ($^{\circ}$ Brix) ou l'acidité, pour déterminer l'état physiologique des fruits (notamment le degré de maturité), leur qualité après récolte lorsqu'ils sont destinés à être consommés frais ou encore leur aptitude à la transformation.

La méthode de référence pour mesurer la fermeté des fruits est la pénétrométrie. Cette technique, très répandue dans la profession arboricole, a pour inconvénient d'être destructive et par conséquent inutilisable pour un tri en ligne, par exemple, ou au verger. C'est la raison pour laquelle des mesures non destructives, dont la sonométrie, sont actuellement favorisées et de nombreuses études ont été réalisées dans le but

de corrélérer les signaux transmis par ces mesures à la fermeté des fruits (De Ketelaere *et al.* 2006; Mehinagic *et al.* 2006; Shmulevich *et al.* 2003; Tu *et al.* 1996). L'un des paramètres extraits de la mesure acoustique, la première fréquence de résonance, semble donner des résultats prometteurs lorsqu'elle est couplée à la masse du fruit selon la formule suivante :

$$Fi = f_0^2 m^{2/3}$$
 (f_0 : fréquence de résonance et m : masse du fruit)

Le coefficient Fi calculé de cette manière a d'ailleurs été nommé «*firmness factor*» ou coefficient de fermeté.

Ce paramètre semble prometteur dans l'analyse de l'évolution de la qualité des fruits fraîchement récoltés et en post-récolte (Herppich *et al.* 2003; Shmulevich *et al.* 2003), mais moins efficace lorsqu'il est utilisé *in situ* (dans le verger) (Zude *et al.* 2006) ou pour classer certaines variétés de pommes selon leur degré de maturité (Symoneaux *et al.* 2004).

La plupart des études consacrées au test de la sonométrie comme outil de mesure de la qualité du fruit se concentrent principalement sur deux paramètres extraits du signal acoustique: la 1^{re} fréquence de résonance et l'amplitude maximale. L'objet de cette étude est d'explorer la totalité du signal acoustique afin de valider la performance du système de mesure utilisé, connaître ses limites et extraire les paramètres du signal les plus discriminants.

Matériel et méthodes

Description de l'appareil de mesure sonométrique (AFS)

Nous avons utilisé un appareil de sonométrie développé par la société AWETA (fig. 1). Il s'agit d'un périphérique commandé par un ordinateur. Le dispositif de mesure est constitué d'un godet en mousse sur lequel repose le fruit, avec un marteau au centre du godet qui vient frapper le fruit. Le son émis par ce dernier, lors de l'action du marteau, est enregistré par un microphone placé entre le godet et le marteau (fig. 2).

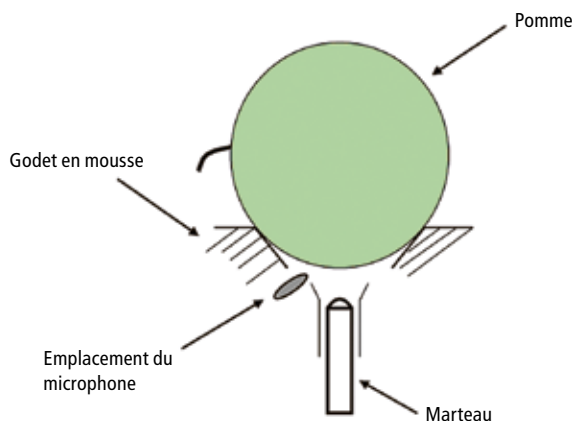


Figure 2 | Dispositif de mesure de l'appareil AFS.

Le bout du marteau est sphérique, il est très léger de sorte que l'énergie dissipée dans le fruit, lors de l'impact, soit très faible et n'altère pas le fruit. Tous les signaux véhiculés sont analogiques.

Le logiciel fourni par AWETA, permet de régler la force d'impact du marteau et de calibrer la mesure de la masse. Cette réponse sonométrique est exprimée par la courbe de réponse temporelle exprimant l'amplitude de vibration sonore en fonction du temps. A partir de cette réponse brute et par la transformée de Fourier, nous obtenons une deuxième courbe: la réponse fréquentielle (amplitude = f[fréquence]). Elle exprime la contribution de chaque fréquence à la réponse temporelle par l'amplitude qui lui est associée. Ainsi la fréquence de résonance (f_0) correspond à la fréquence pour laquelle l'amplitude de vibration sonométrique est maximale. Celle-ci, combinée avec la masse du fruit, nous permet de calculer l'indice de fermeté du fruit ($F_i = f_0^2 m^{2/3}$) qui constitue l'objectif de mesure de l'AFS. Parallèlement à ce calcul, le signal acoustique global (la courbe de réponse temporelle et fréquentielle) est exploité grâce à une interface développée expressément sous Matlab pour cet usage.

Test de répétabilité

Afin de tester la répétabilité de l'appareil, 10 variétés de pommes, achetées dans le commerce, sont analysées en essayant de couvrir une large gamme de fermeté (tabl. 1). Pour chaque variété, 10 fruits sont analysés sur 4 points distants avec 10 mesures par point (soit au total 40 mesures par fruit). Pour définir les 4 points de mesures, nous sommes partis de la zone la plus colorée en effectuant une rotation du fruit de 90° après chaque répétition de 10 mesures. Le fruit est posé sur l'appareil dans sa zone équatoriale. La présence du fruit est détectée par l'appareil par la varia-

Résumé La texture des pommes, et plus particulièrement leur fermeté, est l'un des principaux critères de qualité utilisés dans les transactions commerciales. Les méthodes employées pour la mesurer sont basées sur la pénétrométrie et donc destructives. Le développement de nouvelles technologies et de nouvelles méthodes de traitement du signal permettrait de faire appel à des méthodes non destructives, ce qui constituerait un progrès indéniable. La sonométrie, basée sur la réponse du fruit à l'impact d'un marteau, pourrait faire partie de ces méthodes. Le travail exploratoire présenté dans cet article montre une bonne répétabilité des mesures obtenues par l'appareil, en particulier au niveau des fréquences composant la réponse du fruit. Celle-ci peut-être reliée à la fermeté du fruit; les paramètres sonométriques les plus pertinents doivent cependant encore être déterminés. Cette méthode serait également capable de discriminer les faces d'un même fruit, donnant ainsi un outil de caractérisation très prometteur.

Tableau 1 | Moyenne des valeurs de la masse (g) de la fréquence de résonance (Hz) et de l'indice de fermeté (Fi) avec les coefficients de variation (CV %) respectifs, pour 10 pommes choisies (1 par variété étudiée)

Pomme	Masse (g)	CV (%)	f0 (Hz)	CV (%)	Fi	CV (%)
Antares 1-3	247,2	0,14	680	0,97	18,23	1,97
Ariane 2-1	137,8	0,24	791	0,55	16,70	1,13
Braeburn 1-1	197,3	0,18	800	2,38	21,70	4,80
Cameo 2-2	194,6	0,15	655	1,02	14,39	2,01
Elstar 1-4	121,4	0,20	816	1,33	16,33	2,67
Jubile 2-4	222,6	0,12	441	0,82	7,14	1,63
PinkLady 1-2	161,3	3,62	957	3,10	27,16	5,54
Red Delicious 2-5	185,4	0,17	734	3,84	17,55	7,56
Reinette d'Armorique 1-5	132,8	0,28	571	0,42	8,49	0,89
Tentation 2-3	176,1	0,15	692	2,88	15,07	5,75
Moyenne		0,52		1,73		3,40

tion de masse et déclenche alors la mesure. Pour répéter une autre mesure, il faut soulever légèrement le fruit (remise de la balance à zéro par l'appareil) et le reposer ensuite pour avoir une deuxième mesure. La zone d'impact du marteau sur le fruit peut ainsi légèrement varier d'une répétition à l'autre.

Résultats et discussion

Répétabilité des mesures

L'AFS est initialement conçu pour mesurer le coefficient de fermeté d'un produit, en mesurant sa masse et sa fréquence de résonance (f_0). Nous avons donc examiné en premier lieu ces deux paramètres, en choisissant d'observer les résultats sur 10 fruits (1 par variété) et en considérant les 40 mesures d'un même fruit comme des répétitions, en négligeant l'effet face. Les résultats du tableau 1 montrent une bonne répétabilité de l'AFS avec des coefficients de variation (CV) bien inférieurs à 5 %. Pour la donnée purement sonométrique qu'est la fréquence de résonance f_0 , nous avons un CV moyen de 1,73 %, concernant le Firmness (Fi), celui-ci est un peu plus élevé (3,4 %), puisqu'il résulte de deux mesures. Concernant la cohérence des résultats, on voit que la masse de la pomme Pink Lady 1-2 présente un coefficient de variation bien plus élevé (3,62 %) que ceux des autres pommes. En effet, sur les 40 mesures réalisées sur ce fruit en particulier, 39 valeurs de masse du fruit varient entre 159 g et 161 g et une seule est égale à 197 g. Ceci nous montre que l'appareil est susceptible de fournir des valeurs erronées; pour nos expérimentations ultérieures, nous avons choisi de répéter au moins trois fois chaque mesure et de nous assurer de leur cohérence.

La réponse temporelle de la pomme Elstar 1-1 (fig.3) présente 3 des 40 signaux enregistrés: ces trois réponses ne sont pas synchronisées et nous constatons un décalage de l'origine à l'échelle du temps. De plus, les amplitudes sont différentes d'une courbe à l'autre. En calant ces trois courbes sur une même origine (fig.4), les oscillations se superposent, attestant de la répétabilité de la réponse temporelle du fruit, mais en excluant l'amplitude. Celle-ci diverge d'un essai à l'autre, bien que la force d'impact du marteau et le niveau d'amplification du signal sonore restent inchangés. Ces éléments sont confirmés par la réponse fréquen-

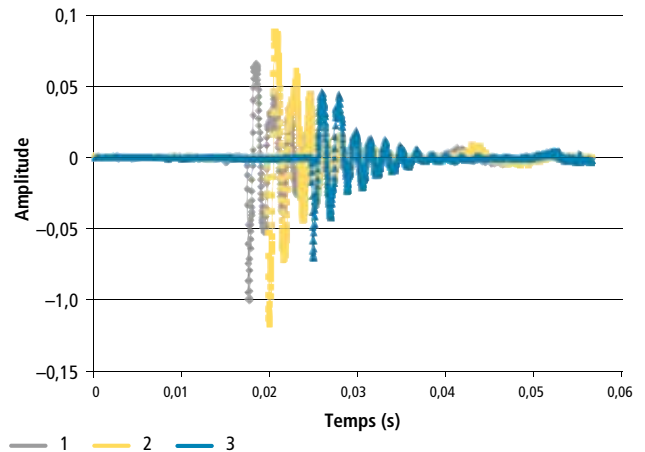


Figure 3 | Réponse temporelle brute de la pomme Elstar 1-1 (3 répétitions).

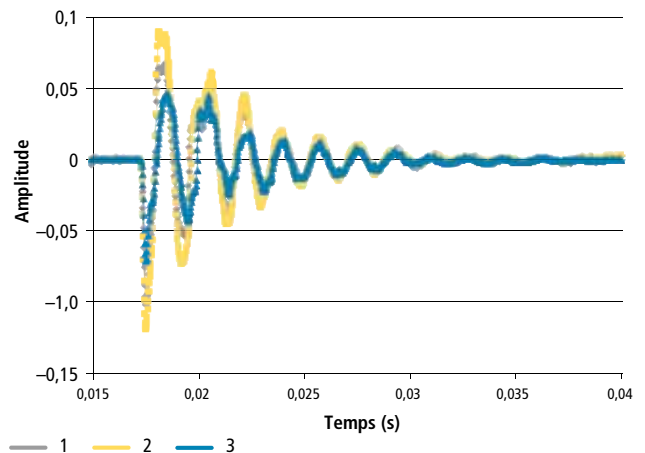


Figure 4 | Réponse temporelle synchronisée de la pomme Elstar 1-1 (3 répétitions).

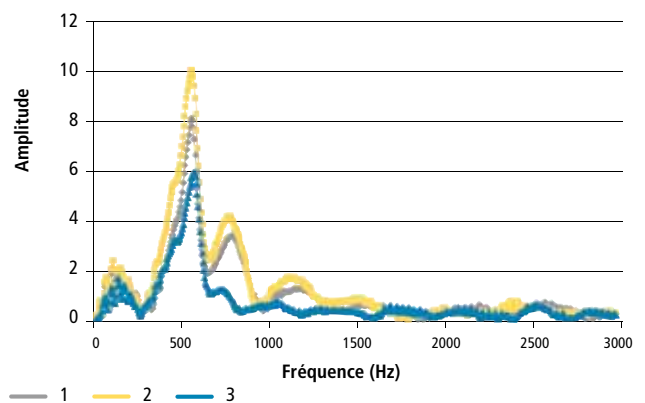


Figure 5 | Réponse fréquentielle de la pomme Elstar 1-1 (3 répétitions).

tielle (fig. 5), les pics apparaissent pour les mêmes fréquences mais avec des amplitudes différentes.

En conclusion, la répétabilité de l'AFS est bonne pour l'ensemble des fréquences composant la réponse sonométrique, mais médiocre pour l'amplitude. De plus, cet appareil est susceptible de donner des valeurs erronées, ce qui demande de faire des répétitions pour s'assurer de la cohérence des résultats.

Essais sur la fermeté

La question posée est de définir l'indicateur le plus sensible à la modification de la texture du fruit qui conduit à la perte de sa fermeté.

Un essai extrême a été réalisé sur ce critère de fermeté : 4 pommes (2 Gala et 2 Braeburn) achetées dans le commerce ont été testées fraîches puis placées dans un congélateur pendant 24 heures et à nouveau testées après décongélation. Six mesures ont été réalisées par pomme. Pour déterminer la courbe de réponse fréquentielle pour une pomme donnée, la médiane des 6 amplitudes a été prise à chaque point de la courbe. La congélation a eu pour effet de modifier fortement la fermeté des pommes. En 24 heures, leur fermeté a évolué d'un état commercialisable à celui d'un fruit pourri. La fréquence de résonance a nettement chuté (tabl. 2), mais également les amplitudes de la réponse sonométrique (fig. 6). L'observation de la réponse sonométrique temporelle (fig. 7) indique que l'amortissement de la courbe de réponse est beaucoup plus important lorsque la texture du fruit est déstructurée. En effet, le nombre d'oscillations est moins important. La modification des propriétés mécaniques du fruit s'accompagne d'une réponse sonométrique très différente de celle d'un fruit frais. La fréquence de résonance et donc le coefficient F_i ne sont donc pas les seuls paramètres à pouvoir caractériser la fermeté de la pomme. Cette expérience montre qu'il s'agit de déterminer le facteur le plus discriminant et d'examiner si tous les paramètres sont corrélés entre eux. Si tel est le cas, la réponse sonométrique pourrait être résumée par un seul facteur.

Effet de la face du fruit

Les résultats obtenus montrent que l'ensemble des fréquences de la réponse sonométrique ne permet pas de distinguer les différentes faces d'un fruit; en revanche,

Tableau 2 | Comparaison des fréquences de résonance entre la même pomme fraîche et congelée

Fruit	f_0 (Hz)	
	Frais	Congelé
1	936	161
2	903	149
3	794	166
4	747	160

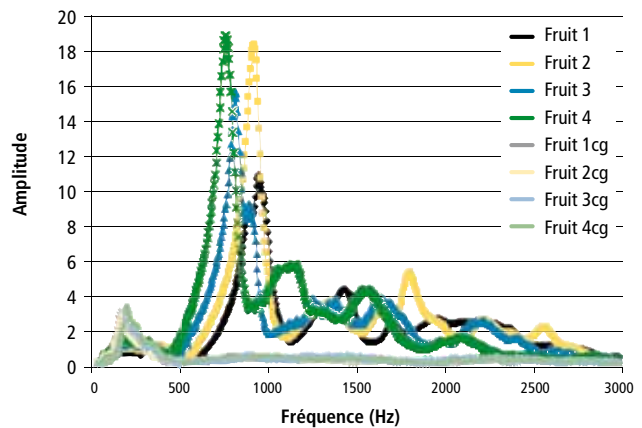


Figure 6 | Comparaison des réponses fréquentielles entre pommes fraîches et congelées.

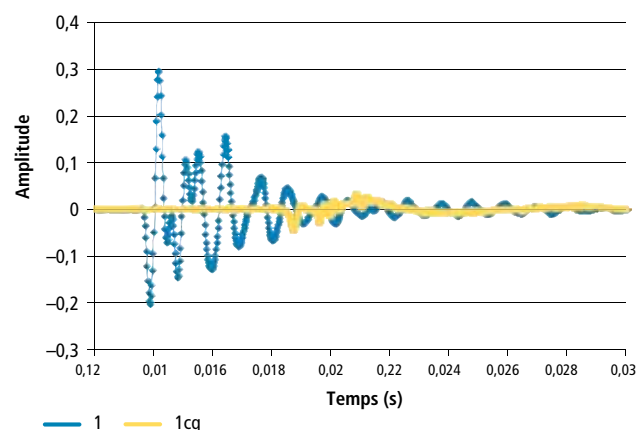


Figure 7 | Comparaison des réponses temporelles entre pomme fraîche et congelée sur 1 essai.

des écarts d'amplitude peuvent être observés d'une face à l'autre (fig. 8 et 9). La réponse fréquentielle de la pomme Braeburn 1-1 (fig. 9) est intéressante à ce sujet: les pics correspondant à la deuxième fréquence comprise entre 1000 Hz et 1500 Hz se superposent, attestant d'une bonne répétabilité des mesures dans cette gamme de fréquence, alors que pour la fréquence de résonance, le pic le plus important, (entre 500 Hz et 1000 Hz) l'amplitude est différente d'une face à l'autre. Nous observons le même phénomène pour la troisième fréquence (entre 1500 Hz et 2000 Hz). En conclusion, cet essai indique que la fréquence ne permet pas de discriminer les différentes faces d'un même fruit, contrairement à l'amplitude qui présente une certaine potentialité de discrimination. Celle-ci ne s'exprime pas pour toutes les fréquences de la réponse sonométrique du fruit et peut varier d'une gamme de fréquence à une autre en fonction du fruit sélectionné.

Conclusions

- L'étude montre que l'appareil de mesure acoustique AFS présente une bonne répétabilité, mais le paramètre indice de fermeté (*Fi*) qu'il propose d'exploiter ne semble pas être le plus discriminant. L'amplitude semble offrir des possibilités plus intéressantes pour utiliser cet équipement comme outil discriminant, par exemple pour la classification des fruits, à condition de disposer d'un nombre de répétitions suffisant (10 mesures par fruit) pour assurer d'une bonne répétabilité de la mesure. D'autres facteurs, non étudiés ici, comme l'amortissement de la réponse temporelle, pourraient être également intéressants à exploiter.
- La sonométrie, méthode simple, rapide et non destructive, est potentiellement prometteuse pour la mesure de la fermeté des fruits. A l'heure actuelle, cependant, l'exploitation et l'interprétation des données obtenues par sonométrie ne sont pas aisées et ne permettent pas une exploitation facile de la

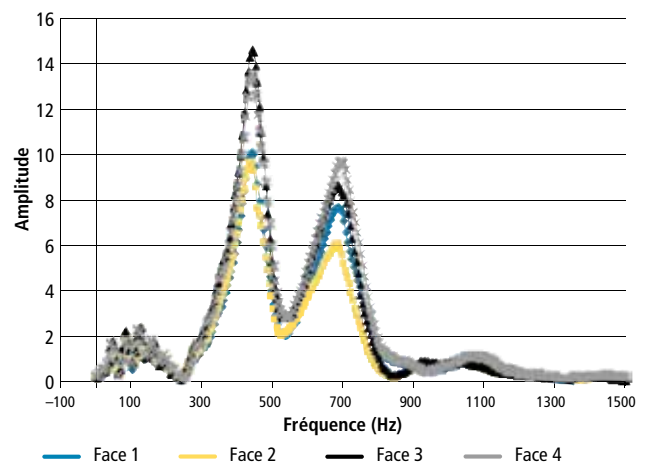


Figure 8 | Réponse temporelle par face de la pomme Jubile 2-4.

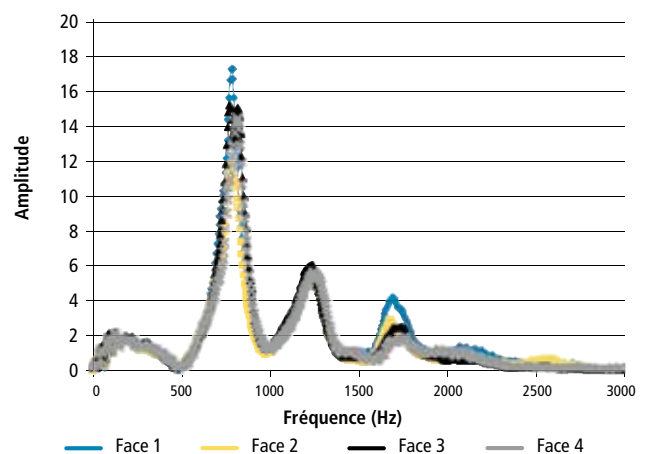


Figure 9 | Réponse temporelle par face de la pomme Braeburn 1-1.

mesure par les professionnels. Un seul facteur comme le *Fi* est loin de donner toutes les informations, il faudrait extraire et combiner plusieurs facteurs de la courbe de réponse sonométrique pour bien caractériser la fermeté d'un fruit. Des recherches complémentaires sont donc encore nécessaires afin de pouvoir préconiser cette technique aux professionnels de la filière arboricole. ■

Bibliographie

- De Ketelaere B., Howarth M. S., Crezee L., Lammertyn J., Viaene K., Bulens I. & De Baerdemaeker J., 2006. Postharvest firmness changes as measured by acoustic and low-mass impact devices: a comparison of techniques. *Postharvest Biology and Technology* **41** (3), 275–284.
- Herppich W. B., Landahl S., Herold B. & De Baerdemaeker J., 2003. Interactive effects of water status and produce texture – An evaluation of non-destructive methods. In: Proceedings of the International Conference. Postharvest Unlimited, Leuven, Belgium.

- Mehinagic E., Royer G., Symoneaux R. & Jourjon F., 2006. Objective measurements of apple texture with penetrometry, compression and acoustic methods in relation to the sensory perceptions. In: Proceeding ISFRS, Zurich, Suisse, 395–398.
- Shmulevich I., Galili N. & Howarth M. S., 2003. Non destructive dynamic testing of apples for firmness evaluation. *Postharvest Biology and Technology* **29** (3), 287–299.
- Symoneaux R., Royer G., Madieta E. & Jourjon F., 2004. Acoustic and sensory measurements of different ripeness of apples. In: Proceedings of the 5th International Postharvest Symposium, Verona, Italy.

Summary ■ **Characterizing apple firmness by acoustic measurement**
 Apple texture, particularly firmness, figures among the main attributes of fruit quality in commercial transactions. The reference method for controlling apple firmness is penetrometry (destructive and punctual measure). The development of new technologies and new methods for signal analysis should permit to progress in domain of non-destructive measurement of fruit quality. The acoustic measurements seem very promising for this purpose. The work presented in this article shows that frequencies from the fruit response to the acoustic solicitation are repeatable. Moreover the method could be sensitive enough to discriminate the blushed from unblushed fruit face.

Key words: acoustic measurement, texture, apple.

Zusammenfassung ■ **Ist die Sonometrie nützlich für die Charakterisierung der Apfelfestigkeit?**
 Die Textur der Äpfel und ganz besonders deren Festigkeit ist eine der wesentlichen Qualitätskriterien, die im Handel benutzt werden. Die dafür angewandten Messmethoden beruhen auf der Penetrometrie und bestehen damit aus einem destruktivem Test. Mit der Entwicklung neuer Technologien und Methoden der Signalverarbeitung ist die Anwendung neuer nicht destruktiver Techniken ein unleugbarer Fortschritt. Die Sonometrie, beruhend auf der Reaktion der Frucht bei einem Schlag mit dem Presskörper, könnte zu diesen Methoden gehören. Die in diesem Artikel präsentierte Forschungstätigkeit zeigt eine gute Wiederholbarkeit der erhaltenen Messungen, besonders des Frequenzniveaus im Zusammenspiel mit der Frequenzrückmeldung der Frucht. Dieses scheint mit der Festigkeit der Frucht zu korrelieren, aber die relevantesten sonometrischen Parameter müssen noch bestimmt werden. Diese Methode wäre zudem in der Lage alle Seiten der Frucht zu beschreiben und somit ein sehr vielversprechendes Werkzeug für die Charakterisierung zu ergeben.

Riassunto ■ **Può la sonometria caratterizzare la compattezza delle mele?**
 La tessitura delle mele e, in particolare, la loro compattezza, è uno dei principali criteri di qualità impiegati nelle transazioni commerciali. I metodi utilizzati per misurarla sono basati sulla penetrometria e sono, dunque, distruttivi. Lo sviluppo di nuove tecnologie e di nuovi metodi di trattamento del segnale, permetterebbero di appellarsi a metodi non distruttivi, costituendo così un innegabile progresso. La sonometria, basata sulla risposta di un frutto all'impatto con un martello, potrebbe far parte di questi metodi. Il lavoro preliminare presentato in questo articolo mostra una buona ripetibilità delle misure strumentali, in particolare a livello delle frequenze che compongono la risposta frequenziale del frutto. Questa può essere ricondotta alla sua compattezza, nonostante i parametri più pertinenti della risposta sonometrica siano ancora da determinare. Questo metodo sarà ugualmente in grado di discriminare i lati dello stesso frutto fornendo, inoltre, uno strumento di caratterizzazione molto promettente.

- Tu K., De Baerdemaeker J., Deltour R. & De Barys T., 1996. Monitoring post-harvest quality of Granny Smith apple under simulated shelf-life conditions. Destructive, non-destructive and analytical measurements. *International Journal of Food Science and Technology* 31 (3), 267–276.
- Zude M., Herold B., Roger J.-M., Bellon-Maurel V. & Landahl S., 2006. Non-destructive tests on the prediction of apple fruit flesh firmness and soluble solids content on tree and in shelf life. *Journal of Food Engineering* 77 (2), 254–260.



Invitation aux Journées de visite 2010

**Mercredi 25
et jeudi
26 août**

**Vendredi 3
et samedi
4 septembre**

**Horaire:
de 9 h 30
à 18 heures**



Tours en minibus à travers le vignoble:
Nombreux cépages

Collection variétale: visite ouverte

Raisins de table: nombreuses variétés à déguster

Dégustation de vins: 10 vins de clones de pinot noir
et grand choix de variétés

Collation dans la serre ombragée de vignes

Inscription:

Martin Auer Rebschulen • Pépinières Viticoles

Lisilostrasse, 8215 Hallau / SH

E-mail: auer@rebschulen.ch

Tél. 052 681 26 27 Fax 052 681 45 63



www.zimmermannsa.ch

PIQUETS DE VIGNE

PIQUETS INTERMÉDIAIRES

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

**Galvanisés à chaud
100 microns**

**Ecarteurs de fils
pour tous les piquets**

PIQUETS DE TÊTE

- ZIGI R80
- ZIGI R60
- FER T

TOUT POUR LE PALISSAGE

Echalas-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



La glace carbonique de PanGas pour les vigneron

refroidissement des moûts – macération à froid.



Pellets 3 mm
Pellets 16 mm

ICEBITZZ™ De la glace carbonique et plus encore.

Tél. 0844 800 300

Fax 0844 800 301

www.pangas.ch



PanGas AG

Siège principal, Industriepark 10
CH-6252 Dagmersellen

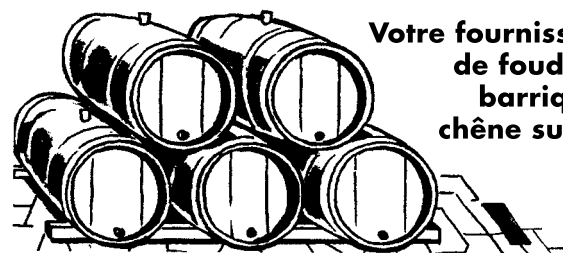
Centres de compétences, Rte du Bois 14
CH-1024 Ecublens

THE LINDE GROUP

PanGas

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

Küferei Thurnheer
GmbH SEIT 1854



**Votre fournisseur
de foudres,
barriques
chêne suisse**

**croissez et
multipliez!**



vosre terreau, notre métier!

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



Pressurage nouvelle génération
Pressurage sous gaz inerte

Filtration tangentielle Bourbes et Vins

Tri optique de précision

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

IMMUNOCOMMUNICATION - I0818E

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 Benthiavalicarbe-isopropyl et du Folpet; Talendo contient du Proquinazide; Quadris Max contient de l'Azoxystrobine et du Folpet; Frupica 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

Hyalesthes obsoletus, vecteur du bois noir de la vigne : répartition et biologie

Patrik KEHRLI, Santiago SCHAERER et Nicolas DELABAYS, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon
Sébastien KESSLER, Université de Neuchâtel, Institut de Biologie, CP 158, 2009 Neuchâtel
Renseignements: Patrik Kehrli, e-mail: patrik.kehrli@acw.admin.ch, tél. +41 22 363 43 16



Symptômes de jaunisse de la vigne (bois noir ou flavescente dorée) sur cépage rouge.

Introduction

Le bois noir (*Schwarzholz*) est une jaunisse de la vigne qui provoque les mêmes symptômes que ceux de la flavescente dorée (*Goldgelbe Vergilbung der Rebe*), une maladie de quarantaine. Les symptômes sont visibles avant tout en été et peuvent s'exprimer sur une partie ou sur la totalité du cep. Les plants malades sont reconnaissables à leurs feuilles enroulées vers le bas qui, selon la variété, présentent des décolorations sectorielles à totales, jaunes ou rouges, incluant les nervures (fig. 1). Leurs grappes flétrissent prématurément et leurs rameaux présentent un aoûtement déficient, partiel à absent (Gugerli, 2007). En Suisse, le bois noir a été identifié en Valais dans les années 1990 (Cazelles *et al.* 1993). Avec l'apparition de la flavescente dorée en 2004 au Tessin (Gugerli *et al.* 2004), l'attention des

viticulteurs suisses pour le bois noir s'est accrue puisque ce dernier peut masquer des foyers émergents de flavescente dorée. Seules des analyses moléculaires sophistiquées permettent de différencier ces deux maladies, afin d'appliquer le cas échéant les mesures prévues contre les maladies de quarantaine.

Le bois noir est une maladie indigène, répandue en Europe et dans la région méditerranéenne. L'agent pathogène est un phytoplasme, bactérie dépourvue de paroi cellulaire qui ne peut survivre que dans le phloème d'une plante ou à l'intérieur d'un insecte. Il a été démontré que le phytoplasme responsable du bois noir appartient au groupe stolbur, *Candidatus phytoplasma solani* (16SrXII) (Fos *et al.* 1992; Lee *et al.* 1998). Aujourd'hui, *Hyalesthes obsoletus* Signoret (*Hemiptera*, *Cixiidae*) est considéré comme le vecteur principal du bois noir en Europe (Maixner, 1994; Sforza *et al.* 1998).

Hyalesthes obsoletus est une espèce polyphage appréciant les milieux chauds et secs, qui produit une seule génération par année en Europe centrale (fig. 2). Les nymphes de cet insecte se développent sous terre et se nourrissent sur les racines du liseron des champs (*Convolvulus arvensis*) ou de l'ortie dioïque (*Urtica dioica*). Elles peuvent ainsi acquérir le phytoplasme présent dans la sève de ces plantes. Depuis peu, le liseron des champs, plante hôte habituelle, a progressivement été remplacé par l'ortie dioïque (Maixner *et al.* 2007). L'augmentation des cas de bois noir durant ces dix dernières années en Europe semble donc directement corrélée à la colonisation de l'ortie dioïque par l'insecte vecteur, ainsi qu'à l'expansion géographique de l'insecte lui-même (Johannesen *et al.* 2008).

En Suisse, la présence de *H. obsoletus* a été confirmée dans les vignobles valaisans. Environ 6 % des insectes sont porteurs de la maladie (Schmid et Emery, 2001). Aujourd'hui, cette jaunisse est présente dans la plupart des régions viticoles de Suisse, sauf à l'est du pays, où aucun cas n'a été signalé jusqu'à présent. Le taux d'infection dépasse rarement 5 % en Suisse, ce qui explique pourquoi les pertes économiques dues au bois noir ont été jusqu'ici considérées comme faibles. Toutefois, les récoltes des vignes infectées sont moins

Résumé ■ Avec l'apparition de la flavescence dorée, les viticulteurs suisses prêtent nettement plus d'attention à la maladie du bois noir. Ces deux jaunisses de la vigne induisent des symptômes identiques et toutes deux sont transmises par des insectes. *Hyalesthes obsoletus* Signoret (Hemiptera, Cixiidae) est considéré comme le vecteur principal du bois noir en Europe. Les nymphes de cet insecte se développent habituellement sur les racines du liseron des champs ou de l'ortie dioïque et la vigne n'est qu'accidentellement piquée par les adultes. En Suisse, l'épidémiologie de cette maladie a été très peu étudiée et les interactions entre l'agent pathogène, ses plantes hôtes originelles, son vecteur et la vigne n'étaient pas connues. Dans un premier temps, nous avons étudié la répartition et la biologie du vecteur. Des relevés ont montré que *H. obsoletus* est présent dans la plupart des régions viticoles de Suisse, essentiellement sur l'ortie dioïque. Des adultes de *H. obsoletus* ont été capturés de juin à septembre 2008, en majorité durant le mois de juillet. Les adultes sont capables de voler au moins sur quelques dizaines de mètres. *Hyalesthes obsoletus* et l'ortie dioïque semblent donc jouer un rôle décisif dans l'épidémiologie du bois noir dans les vignobles suisses.



Figure 1 | Symptômes de bois noir : décoloration et enroulement sur feuilles de cépage blanc et rouge, sarment non aoûté et grappe flétrie.



Figure 2 | *Hyalesthes obsoletus*, la cicadelle vectrice du bois noir.

abondantes et de moindre qualité. Le Chardonnay, le Riesling, le Müller-Thurgau, le Pinot gris, le Pinot noir et le Gamaret semblent être sensibles au bois noir (Schmid et Emery, 2001), contrairement au Chasselas, à la Syrah et au Merlot, apparemment plus tolérants.

Une fois déclarée, la maladie ne peut pas être traitée curativement. Les mesures de lutte préventives impliquent une gestion subtile des adventices porteuses de la maladie et hébergeant *H. obsoletus* (Gugerli, 2007). Aucun traitement chimique n'est envisageable pour lutter contre le vecteur. Les viticulteurs sont tenus d'annoncer aux services phytosanitaires cantonaux tout foyer suspect de jaunisse dès cinq ceps touchés par are, toujours pour diminuer le risque que des ceps atteints de bois noir ne masquent l'émergence d'un foyer de flavescence dorée. Au nord des Alpes, la destruction des plantes atteintes de bois noir est simplement recommandée, tandis qu'au sud des Alpes où sévit la flavescence dorée, tout cep présentant des symptômes de jaunisse est détruit dans les plus brefs délais.

L'augmentation, ces dernières années, du nombre de cas de bois noir (et du risque qu'ils masquent un foyer de flavescence dorée émergeant) nous a incités à examiner de plus près cette maladie. Le suivi de cette jaunisse est complexe et nécessite une approche multidisciplinaire, combinant l'épidémiologie, la phytoplas-mologie, l'entomologie et la malherbologie. Dans une première phase, la répartition et la biologie du vecteur *H. obsoletus* ont été étudiées.

Matériel et méthodes

Répartition du vecteur

Pour étudier la répartition de *H. obsoletus* dans les vignobles suisses, des échantillons ont été prélevés avec un aspirateur à insectes (Stihl SH 85C, Stihl®, Allemagne), du 24 juin au 29 juillet 2008. Privilégiant les vignobles atteints de bois noir, des collectes d'insectes par aspiration de cinq minutes ont été réalisées sur des liserons des champs et des orties dioïques, dans pratiquement toutes les zones viticoles de la Suisse. Le matériel entomologique a été séparé des débris végétaux, puis les individus de *H. obsoletus* capturés ont été dénombrés.

Phénologie du vecteur

L'activité du vol de *H. obsoletus* a été suivie au moyen de pièges jaunes collants (10x25cm, Aeroxon Insect Control GmbH, D) agrafés sur des piquets. Les pièges, placés au-dessus de plantes hôtes potentielles dans cinq vignobles, ont été relevés chaque semaine, du

29 mai au 25 septembre 2008. Deux parcelles étaient situées dans la région des Trois-Lacs (Le Landeron et Vallamand), les trois autres en Valais (Flanthey, Noës et Salgesch). Dans la région des Trois-Lacs, l'ortie dioïque, le liseron des champs et le liseron des haies (*Calystegia sepium*) étaient abondants, tandis qu'en Valais, le liseron des champs prédominait. Le nombre de *H. obsoletus* capturés sur chaque piège a été déterminé et mis en relation avec la somme des températures moyennes journalières supérieures à 0°C. Les données de température sont fournies par la station météorologique de Neuchâtel pour les deux parcelles situées dans la région des Trois-Lacs et par celle de Sion pour les trois parcelles valaisannes.

Capacité de dispersion du vecteur

Pour estimer le potentiel de dispersion de *H. obsoletus* au sein des cinq vignobles mentionnés précédemment, deux pièges ont été placés. Autour des pièges, les plantes ont été arrachées à la main, chaque semaine, sur un rayon d'environ 30cm. Les captures réalisées au niveau de ces pièges ont été comparées à celles obtenues sur deux autres pièges, placés dans une parcelle voisine désherbée. Les pièges ont été relevés une fois par semaine, entre le 29 mai et le 25 septembre 2008.

Résultats

Répartition du vecteur

Au total, 57 vignobles répartis sur 13 cantons ont été prospectés (fig. 3). Quarante-trois échantillons ont été prélevés sur ortie dioïque et 21 échantillons sur liseron des champs. En moyenne, 15,5 *H. obsoletus* adultes par échantillon ont été capturés sur ortie, contre 0,4 in-

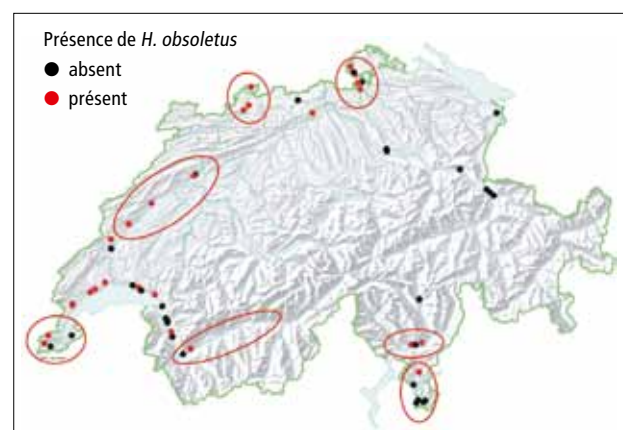


Figure 3 | Répartition de *H. obsoletus* dans les vignobles suisse. Les zones viticoles touchées par le bois noir sont indiquées en rouge.

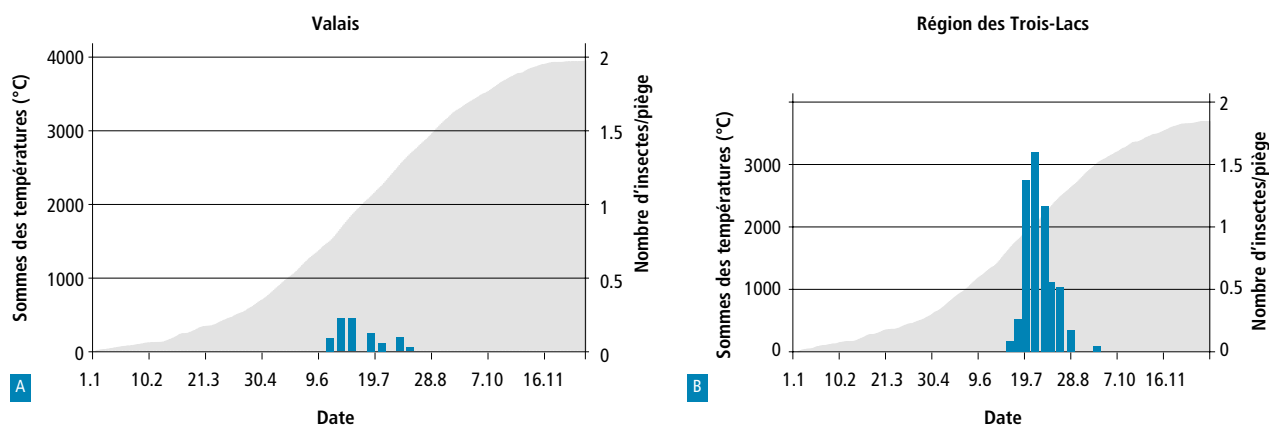


Figure 4 | Nombre moyen de *H. obsoletus* adultes capturés par piège jaune et somme des températures moyennes journalières supérieures à 0 °C (en gris): (A) en Valais et (B) dans la région des Trois-Lacs.

sectes sur liseron. Les relevés montrent que l'insecte est présent dans les cantons du Tessin et du Valais, le long du lac Léman et au Pied-du-Jura, dans les vignobles de la Suisse du Nord-Ouest et également dans le Klettgau et le Rafzerfeld (fig. 3), régions connues pour être touchées par la maladie du bois noir. Dans les vignobles du lac de Zurich, du Walensee, de la Bündner Herrschaft et de la vallée du Rhin saint-galloise, où aucun cas de bois noir n'a encore été rapporté, aucun vecteur n'a été capturé. Dans l'ensemble, la répartition de *H. obsoletus* coïncide bien avec la distribution de la maladie du bois noir.

Phénologie du vecteur

Hyalesthes obsoletus est présent dans les cinq vignobles étudiés. Au total, 11 femelles et 8 mâles ont été capturés en Valais tandis que, dans la région des Trois-Lacs, ce nombre s'élève à 38 femelles et 95 mâles. En Valais, les premiers insectes ont été capturés entre le 5 et le 17 juin (fig. 4A). Selon les données de la station météorologique de Sion, la somme des températures s'élevait le 17 juin à 1503 °C. Un maximum de sept insectes a été capturé entre le 17 et le 25 juin, puis entre le 25 juin et le 3 juillet. Le dernier adulte a été capturé entre le 6 et le 13 août.

Dans la région des Trois-Lacs, le vol des adultes a débuté plus tardivement: les premiers ont été capturés entre le 25 et le 30 juin (fig. 4B). Selon les données de la station météorologique de Neuchâtel, la somme des températures s'élevait le 30 juin à 1673 °C. L'activité de vol maximale a été enregistrée entre le 14 et le 21 juillet et le dernier adulte a été capturé entre le 29 août et le 11 septembre.

Capacité de dispersion du vecteur

Au total, sept *H. obsoletus* ont été capturés, dont quatre sur pièges jaunes dans les cinq parcelles enherbées avec arrachage manuel de la flore et trois sur les pièges des parcelles voisines désherbées. Ce faible taux de capture montre que la cicadelle préfère rester sur ses plantes hôtes favorites, mais que, toutefois, un nombre non négligeable d'individus s'aventure probablement relativement loin.

Discussion

Des relevés, couvrant l'ensemble du territoire national, montrent que *H. obsoletus* est présent dans la plupart des régions viticoles de Suisse et que sa répartition coïncide bien avec la présence du bois noir. Des 33 taxons analysés et potentiellement vecteurs de la maladie du bois noir, seul *H. obsoletus* est contrôlé positif pour la présence du phytoplasme du bois noir (Kessler 2009). Sa faculté de transmettre accidentellement la maladie du bois noir à la vigne a déjà été démontrée (Maixner *et al.* 1995; Sforza *et al.* 1998). Pour toutes ces raisons, *H. obsoletus* est vraisemblablement le principal vecteur du bois noir en Suisse, même si cette cicadelle ne fait pas son cycle biologique sur la vigne et ne se nourrit d'ailleurs qu'accidentellement sur cette dernière. L'insecte préfère de loin certaines adventices herbacées présentes dans les vignobles, tels que le liseron, l'ortie, le plantain, la morelle, la véronique et bien d'autres espèces encore. La plante hôte préférée de *H. obsoletus* en Suisse, Valais excepté, semble être l'ortie dioïque. En effet, lors des échantillonnages, les adultes piégés étaient beaucoup plus

nombreux sur ortie que sur toutes les autres plantes analysées. Ces observations sont de plus confirmées par le fait que les populations de *H. obsoletus* sont extrêmement faibles dans les parcelles valaisannes, où l'ortie est rare. Par conséquent, il semble bien que l'ortie dioïque joue un rôle central dans la propagation du bois noir.

En Valais central, le début du vol et le pic de vol de *H. obsoletus* surviennent deux à trois semaines plus tôt que dans la région des Trois-Lacs. Ce décalage dans la phénologie peut être expliqué par une différence de température, ainsi que par l'exploitation de plantes hôtes différentes. En effet, selon Maixner et Langer (2006), le début du vol des insectes ayant accompli leur développement sur l'ortie dioïque survient approximativement trois semaines plus tard par rapport aux populations exploitant le liseron des champs. Le maintien de l'activité de vol jusqu'en septembre semble également être une caractéristique des populations exploitant l'ortie dioïque (Lessio *et al.* 2007).

Nos résultats montrent que *H. obsoletus* est capable de voler au moins sur une dizaine de mètres. Ce potentiel de dispersion de l'insecte vecteur explique que certaines parcelles désherbées puissent tout de même être infectées par le bois noir. En Italie, par exemple, des individus d'*H. obsoletus* ont été piégés dans la partie centrale d'un vignoble dépourvue de plantes hôtes (Bresan *et al.* 2007). Toutefois, ces auteurs observent que les pièges placés au centre du vignoble capturent beaucoup moins d'insectes que ceux qui sont placés en bordure et au-dessus d'orties. Ce nombre plus élevé de captures est mis en relation avec la fréquence plus élevée de ceps infectés en bordure du vignoble, à proximité des plantes hôtes (effet bordure).

Aucun traitement chimique n'est envisageable pour lutter contre *H. obsoletus*. En effet, contrairement au vecteur de la flavescence dorée, *Scaphoideus titanus*, *H. obsoletus* n'est pas inféodé à la vigne. Cette cicadelle passe la majorité de son cycle biologique sous terre, sur les racines de ses véritables plantes hôtes, adventices des vignobles. Les mesures de lutte sont donc indirectes, préventives, et impliquent une gestion subtile des adventices pouvant porter le phytoplasme et héberger le vecteur. Dans la plupart des vignobles

suisses, l'ortie dioïque représente la plante hôte préférée de *H. obsoletus* (les données seront présentées dans un prochain article). La gestion de l'ortie dioïque dans les vignobles doit cependant être menée de manière raisonnée, car cette espèce constitue un habitat riche pour une faune diverse et abrite également certains auxiliaires. La gestion de l'ortie dans les parcelles viticoles consiste donc à ne pas laisser proliférer cette adventice de façon inconsidérée. De plus, cette plante ne doit pas être éliminée durant la période d'activité du vecteur adulte, soit entre les mois de juin et d'août: en effet, si les plantes hôtes venaient à disparaître, la probabilité que les adultes se rabattent sur la vigne et la piquent risque d'augmenter. ACW poursuit des recherches plus approfondies sur le rôle de l'ortie dioïque dans l'épidémiologie du bois noir afin de proposer une stratégie de lutte raisonnée et durable.

Conclusions

- Le principal insecte vecteur du bois noir, *Hyalesthes obsoletus*, est présent dans la plupart des régions viticoles de Suisse et sa répartition coïncide bien avec la présence de la maladie.
- Les adultes de *H. obsoletus*, qui volent entre les mois de juin et septembre, sont piégés le plus fréquemment durant le mois de juillet.
- La cicadelle est capable de voler au moins quelques dizaines de mètres, ce potentiel de dispersion expliquant pourquoi certaines parcelles dépourvues de plantes hôtes sont malgré tout infectées par le bois noir.
- L'ortie dioïque, qui apparaît comme la plante hôte préférée de *H. obsoletus*, joue vraisemblablement un rôle central dans l'épidémiologie du bois noir dans les vignobles suisses.
- Une gestion raisonnée des orties dioïques est conseillée dans les parcelles atteintes de bois noir, pour ne pas les laisser proliférer de façon inconsidérée. L'élimination de cette plante ne doit toutefois pas être entreprise durant la période de vol du vecteur, pour éviter que les adultes ne se rabattent sur la vigne. ■

Bibliographie

- Bressan A., Turata R., Maixner M., Spiazzi S., Boudon-Padieu E. & Girolami V., 2007. Vector activity of *Hyalesthes obsoletus* living on nettles and transmitting a stolbur phytoplasma to grapevines: a case study. *Ann. Appl. Biol.* **150** (3), 331–339.
- Cazelles O. & Kuszala C., 1993. Prospection des jaunisses de la vigne en Suisse romande et au Tessin et comparaison avec la flavescence dorée par le test ELISA. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **25** (4), 257–259.
- Fos A., Danet J. L., Zreik L., Garnier M. & Bove J. M., 1992. Use of a monoclonal-antibody to detect the stolbur mycoplasma-like organism in plants and insects and to identify a vector in France. *Plant Dis.* **76** (11), 1092–1096.
- Gugerli P., 2007. Jaunisse de la vigne: flavescence dorée et bois noir. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **39** (2), 111–112.
- Gugerli P., Jermini M. & Linder Ch., 2004. Flavescence dorée: première apparition en Suisse. *Agri* **47**, 17.
- Johannesen J., Lux B., Michel K., Seitz A. & Maixner M., 2008. Invasion biology and host specificity of the grapevine yellows disease vector *Hyalesthes obsoletus* in Europe. *Entomol. Exp. Appl.* **126** (3), 217–227.
- Kessler S., 2009. Epidémiologie du Bois noir de la vigne en Suisse et biologie de son vecteur *Hyalesthes obsoletus* Signoret (Hemiptera, Cixiidae). Master thesis, Université de Neuchâtel, 118 p.
- Lee I. M., Gundersen-Rindal D. E., Davis R. E. & Bartoszyk I. M., 1998. Revised classification scheme of phytoplasmas based on RFLP analyses of 16S rRNA and ribosomal protein gene sequences. *Int. J. Syst. Bacteriol.* **48**, 1153–1169.
- Lessio F., Tedeschi R. & Alma A., 2007. Population dynamics, host plants and infection rate with Stolbur phytoplasma of *Hyalesthes obsoletus* signoret in north-western Italy. *J. Plant Pathol.* **89** (1), 97–102.
- Maixner M., 1994. Transmission of german grapevine yellows (Vergilbungskrankheit) by the planthopper *Hyalesthes obsoletus* (Auchenorrhyncha, Cixiidae). *Vitis* **33** (2), 103–104.
- Maixner M., Ahrens U. & Seemüller E., 1995. Detection of german grapevine yellows (Vergilbungskrankheit) MLO in grapevine, alternative hosts and a vector by a specific PCR procedure. *Eur. J. Plant Pathol.* **101** (3), 241–250.
- Maixner M., Johannesen J., Michel K., Lux B. & Seitz A., 2007. Host plant specificity of *Hyalesthes obsoletus* and consequences for «bois noir» epidemiology. *B. Insectol.* **60** (2), 399–400.
- Schmid A. & Emery S., 2001. La maladie du Bois noir dans le vignoble valaisan. *IOBC/wprs B.* **24** (7), 287–289.
- Sforza R., Clair D., Daire X., Larrue J. & Boudon-Padieu E., 1998. The role of *Hyalesthes obsoletus* (Hemiptera: Cixiidae) in the occurrence of bois noir of grapevines in France. *J. of Phytopathol.* **146** (11–12), 549–556.

Remerciements

Nous remercions vivement Hélène Johnston, Valeria Trivellone, Denis Pasquier, Martine Rhyh, Lukas Schaub, Werner Siegfried, Mauro Jermini et d'autres collaborateurs d'ACW pour leur assistance, de même que Monique Thorimbert pour la traduction du résumé en italien. Un grand merci également à Michael Maixner, Stéphane Emery, Luigi Colombi et Jean-Michel Bolay, des services phytosanitaires cantonaux valaisan, tessinois et vaudois, ainsi qu'à tous les viticulteurs rencontrés, pour leur précieuse collaboration.

Summary **Hyalesthes obsoletus**, the vector of bois noir: distribution and biology

Since the appearance of the quarantine disease flavescentia dorée, Swiss winegrowers' general awareness for the bois noir disease has considerably increased. Both grapevine yellows diseases elicit identical symptoms and are transmitted by insects. *Hyalesthes obsoletus* Signoret (Hemiptera, Cixiidae) is assumed to be the principal vector of bois noir in Europe. Its nymphs normally develop on the roots of field bindweed or stinging nettle. Grapevine appears to be only an erroneous food source for *H. obsoletus* adults. In Switzerland, the epidemiology of bois noir disease is at present poorly understood and the interaction between the phytoplasma, the insect vector, the original host plants and grapevines is unknown. In a first step, we studied the distribution and biology of the vector. A national survey revealed that *H. obsoletus* is present in most viticultural areas of Switzerland, mainly on stinging nettle. Adult planthoppers were captured from June to September 2008 and they were most abundant in July. The vector is quite mobile and capable of flying over several dozen meters. In conclusion, *H. obsoletus* and *U. dioica* seem to play central roles in the epidemiology of bois noir in Swiss vineyards.

Key words: Viticulture, *Vitis vinifera*, phytoplasma, stolbur, plant-vector associations.

Zusammenfassung **Hyalesthes obsoletus** der Vektor der Schwarzholzkrankheit: Verteilung und Biologie

Seit dem Auftreten der Goldgelben Vergilbung wird der Schwarzholzkrankheit deutlich mehr Beachtung geschenkt. Die beiden Vergilbungs-krankheiten rufen die gleichen Befallssymptome hervor und werden beide von Insekten übertragen. *Hyalesthes obsoletus* Signoret (Hemiptera, Cixiidae) scheint der wichtigste Überträger von Schwarzholz in der Europa zu sein. Die Nymphen dieser Glasflügelzikade entwickeln sich für gewöhnlich auf Ackerwinden oder Brennesseln und die Rebe zählt nicht zu den eigentlichen Futterpflanzen des Überträgers. In der Schweiz wurde die Epidemiologie von Schwarzholz kaum untersucht und die Interaktionen zwischen dem Krankheitserreger, seinen eigentlichen Wirtspflanzen, seinem Überträger und der Rebe sind weitgehend unbekannt. In einem ersten Schritt haben wir die Verteilung und Biologie des Überträgers studiert. Eine landesweite Erhebung ergab, dass *H. obsoletus* in den meisten Schweizer Weinbaugebieten vorkommt und dass man das Insekt hauptsächlich auf Brennessel findet. Auch wenn der Flug im Sommer 2008 von Juni bis September dauerte, wurden am meisten adulte *H. obsoletus* im Juli gefangen. Die Adulten sind recht mobil und fliegen mindestens einige zehn Meter. In den Schweizer Rebbergen scheinen *H. obsoletus* und Brennesseln daher eine zentrale Rolle in der Epidemiologie der Schwarzholzkrankheit zu spielen.

Riassunto **Hyalesthes obsoletus**, vettore del legno nero: ripartizione e biologia

Coll'apparizione della flavescentia dorata, l'attenzione dei viticoltori svizzeri per il legno nero ha considerevolmente cresciuto. Questi due giallumi della vigna inducono sintomi identici e ambedue sono trasmessi da insetti. *Hyalesthes obsoletus* Signoret (Hemiptera, Cixiidae) è considerato come il vettore principale del legno nero in Europa. Le ninfe di questo insetto si sviluppano abitualmente sulle radici del vilucchio o dell'ortica dioica e la vigna non costituisce altro che una risorsa nutritiva erronea per gli adulti. In Svizzera, l'epidemiologia di questa malattia è stata poco studiata e le interazioni tra l'agente patogeno, le sue piante ospiti originarie, il suo vettore e la vigna non erano conosciute. In un primo tempo abbiamo studiato la ripartizione e la biologia del vettore. Dei rilevamenti hanno dimostrato che si trova *H. obsoletus* nella maggior parte delle regioni viticole della Svizzera, sopra tutto sull'ortica dioica. Adulti di *H. obsoletus* sono stati catturati da giugno a settembre 2008, in maggioranza durante il mese di luglio. Gli adulti sono capaci di volare almeno su qualche decina di metri. In conclusione *H. obsoletus* e l'ortica dioica sembrano tenere un ruolo decisivo nell'epidemiologia del legno nero nel vigneto svizzero.



GIGANDET SA 1853 YVORNE

Atelier mécanique

Tél. 024 466 13 83

Machines viticoles, vinicoles et agricoles

Fax 024 466 43 41

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

**VENTE
SERVICE
RÉPARATION
RÉVISION**

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



**Pressoirs
Pompes
Egrappoirs
Fouloirs**

BUCHER
vaslin

**Réception
pour
vendange**

**Unique sur le marché suisse:
stoppez le *Cylindrocladium*
du buis avec Play®.**



efficace et fiable



Play®, 300 g pour 300 l de bouillie.
Matières actives: fludioxonil, cyprodinil.

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

La prévention vaut mieux que les regrets: avec Play®, vous protégez votre buis efficacement et sans difficultés du dépérissement.

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

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

Céline GILLI, 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 34 53 511



Figure 1 | Culture de gerbera un mois après la plantation.

Introduction

Le gerbera cultivé sous serre produit de façon continue. Toutefois, la production dépend largement de la quantité de lumière et de la température. Selon Mercurio (2004), la croissance du gerbera est bonne lorsque les températures de jour sont comprises entre 26 et 30°C (maximum) et les températures de nuit entre 15 et 16°C (minimum). Pour maintenir ces températures, les serres doivent être chauffées une partie de l'année.

Le coût du chauffage représente 30 à 40 % du coût de production en Italie (Mercurio 2004). L'augmentation du prix des énergies fossiles se répercute directement sur les coûts de chauffage et donc sur les coûts de production. A cette situation économique s'ajoutent des réflexions environnementales par rapport aux gaz à effet de serre, avec notamment la mise en place de la taxe sur le CO₂. Pour diminuer la consommation d'énergie en culture sous serre, différentes solutions sont envisageables:

- amélioration de la structure de la serre (isolation des parois, matériaux de couverture, écrans thermique etc.);
- amélioration de la production et de la distribution de chaleur (récupération de la chaleur sur les fumées de combustion, cogénération, stockage de chaleur, etc.);
- amélioration des conduites climatiques.

Une autre solution pour économiser de l'énergie consiste à conserver une température moyenne sur 24 heures optimale, tout en autorisant des écarts plus ou moins importants autour de cet optimum. Il s'agit de la conduite climatique par l'intégration des températures (IT; 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 optimale. L'intégration de température s'applique pendant les périodes avec chauffage, donc en hiver, au début du printemps et éventuellement en automne.

Un essai d'intégration des températures sur 24 heures a été mis en place par Agroscope Changins-Wädenswil ACW, en culture de gerbera sur substrat, de 2007 à début 2009. Cet essai avait pour objectif de mesurer l'impact de cette méthode sur les économies d'énergie, le rendement, la qualité des tiges et l'évolution des maladies et ravageurs.

Matériel et méthodes

Dispositif expérimental

L'essai a été conduit à Conthey (VS) dans deux serres identiques de 60 m² (fig. 1), munies de deux aérations faitières continues, de parois latérales opaques, avec une hauteur de pied droit de 2,4 m et orientées nord-sud. Le sol est en béton. La paroi sud est opaque jusqu'à une hauteur de 90 cm. Les serres sont équipées de verre Hortiplus en toiture, d'un double vitrage au sud, d'un écran d'ombrage XLS 16 en toiture et sur la paroi sud et de deux aéroconvecteurs. Une serre est conduite de façon classique (serre témoin) et l'autre avec intégration des températures sur 24 heures (serre IT).

La variété Mériba (fig. 2) de chez Florist a été empotée le 29 mars 2007, en pots de 4 l, sur fibre de coco. L'essai s'est terminé le 4 avril 2009. La densité de plantation est de 5,1 plantes/m². Chaque serre comprend six doubles lignes de dix-neuf plantes. La fertilisation est adaptée à partir des données de base pour la fumure de fleurs sur substrat (Pivot et al. 2005), le recyclage est pratiqué sans désinfection. L'optimum de drainage souhaité est de 30 %.

Résumé

La modification des conduites climatiques par l'intégration des températures (IT) sur 24 heures est une des voies pour économiser de l'énergie en culture sous serre. Un essai conduit de 2007 à 2009 en culture de gerberas sur substrat a montré qu'une économie d'énergie d'environ 15 % sur l'ensemble de la culture était possible. Le rendement en nombre de tiges/m², la vitesse de formation des tiges ainsi que la durée de vie en vase n'ont pas été influencés par la conduite IT. En revanche, l'IT a légèrement réduit la longueur des tiges. Au niveau des aspects phytosanitaires, l'IT n'a pas eu d'effet ni sur le développement des acariens prédateurs (*Typhlodromips swirskii*, *Amblyseius cucumeris*) ni sur celui de l'oïdium. Pour les aleurodes, la pression a été moins importante dans la serre IT que dans la serre témoin. Les résultats confirment que l'intégration des températures est une méthode utile pour économiser de l'énergie en culture de gerberas sur substrat, sans diminution du rendement ni influence marquée sur la qualité.



Figure 2 | Variété Mériba.



La lutte biologique a été appliquée pour lutter contre les ravageurs. Un apport d'*Hypoaspis miles* a été effectué à la plantation. L'acarien prédateur *Typhlodromips swirskii* a été utilisé pour lutter contre les mouches blanches et les thrips. Contre ces derniers, des lâchers d'*Amblyseius cucumeris* ont également été réalisés. Les *Phytoseiulus persimilis* ont été apportés dans les foyers de *Tetranychus urticae*. Les traitements fongiques ont été appliqués selon les indications de la production intégrée.

Intégration des températures

L'intégration des températures a été appliquée durant deux périodes (tabl. 1) entre 2007 et 2009, pour obtenir une température moyenne sur 24 heures identique dans les deux serres. Cette moyenne est relevée lors du passage nuit/jour. Les consignes de température de nuit, de jour et d'aération sont synthétisées dans le tableau 2. Dans la serre IT, la consigne d'aération de jour est augmentée au maximum de 4°C en fonction du rayonnement instantané (entre 20 et 50 klux). La température de nuit est abaissée au maximum de 4°C selon le rayonnement global de la journée. Pour éviter les lourdeurs, la moyenne des températures moyennes est appelée ici moyenne des températures.

Les écrans se ferment et s'ouvrent lors des passages jour/nuit. L'humidité n'est pas contrôlée.

Le pilotage des serres est assuré par un ordinateur climatique CC 600 de marque RAM. La température de nuit dans la serre IT est modifiée manuellement en fin de journée.

La consommation d'énergie est mesurée avec des compteurs de chaleur de marque Pollux équipés de sondes Pt 100.

Tableau 1 | Périodes d'intégration des températures sur la culture de gerberas

	Périodes d'intégration des températures	
	du	au
1 ^{re} période	1 ^{er} novembre 2007	24 avril 2008
2 ^e période	3 novembre 2008	4 avril 2009

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}
15°C	18°C	20°C	11-15°C**	18°C	20-24°C*

IT: intégration des températures; T: température; *selon le rayonnement instantané; **selon le rayonnement global de la journée

Récolte

Les fleurs sont récoltées deux fois par semaine et triées en fonction de leur longueur (1^{er} choix > 50 cm; 2^e choix 40-50 cm; déchet < 40 cm).

Une fois par mois, le diamètre des fleurs et des tiges, ainsi que la longueur des tiges sont mesurés sur la récolte d'une semaine, pendant les périodes d'intégration.

Vitesse de formation des tiges

Dix tiges ont été marquées lors de leur apparition (fig.3). Le nombre de jours entre l'apparition de la tige et le stade commercial a été enregistré à quatre reprises.

Durée de vie en vase

Trois tests de durée de vie en vase ont été réalisés (21.2.2008, 10.04.2008 et 9.3.2009). Quinze tiges homogènes, coupées au stade deux à trois rangées d'étamines ouvertes, sont placées pendant 24 heures à l'obscurité, à 12°C et 80-90% d'humidité relative (HR), immédiatement après la récolte, dans une solution de traitement de l'eau confectonnée juste avant (phase producteur). Puis, elles sont placées à sec, dans un carton, pendant 24 heures, toujours à l'obscurité, à 12°C et à 80-90% HR (phase de transport/grossiste). Ensuite, les tiges ont été recoupées à leur base, trempées dans une solution de traitement de l'eau et placées dans une pièce à 20°C avec douze heures de jour (phase fleuriste). Enfin, dix tiges parmi les quinze ont été recoupées à leur base et placées dans une solution de traitement de l'eau, dans une pièce à 20°C, avec douze heures de jour. Les notations portent sur l'évolution de la fleur et sur l'apparition de symptômes de sénescence.



Figure 3 | Stade de la tige lors du marquage pour mesurer la vitesse de formation jusqu'au stade commercial.

Suivi phytosanitaire

Les ravageurs et les auxiliaires sont contrôlés, à la loupe frontale, chaque semaine sur 36 feuilles par serre. Les populations de larves d'aleurodes sont estimées à l'aide d'un système de classe (Guignard, non publié), les *T. swirskii* et les *A. cucumeris* sont dénombrés individuellement. Ces deux prédateurs ne pouvant pas être distingués par un contrôle à la loupe frontale, ils sont comptabilisés sous *Amblyseius* sp. Pour les *Tetranychus urticae* et les *Phytoseiulus persimilis*, seule leur présence est notée.

Les lâchers d'auxiliaires et/ou les traitements chimiques sont décidés selon l'évolution respective des ravageurs et des auxiliaires, d'après les résultats du contrôle hebdomadaire.

En 2008, un contrôle hebdomadaire de l'oïdium a été réalisé dans les deux serres sur un nombre variable de feuilles (entre 160 et 350 feuilles par variété et par serre). Seule la présence ou l'absence de symptômes d'oïdium est notée.

Analyses statistiques

Le rendement hebdomadaire, la longueur des tiges, le diamètre des tiges, le diamètre des fleurs ainsi que les populations d'auxiliaires, de ravageurs et la présence d'oïdium dans les deux serres ont été comparées avec un test de Mann-Whitney.

Une analyse de la variance a été effectuée pour comparer la vitesse de formation des tiges et leur durée de vie en vase. Le seuil de signification est de 0,05. Les moyennes ont été comparées avec un test de Tukey.

Résultats et discussion

Climat de la serre

La température moyenne sur 24 heures, calculée au lever du soleil, a été légèrement plus élevée dans la serre témoin, de 0,4 °C sur la première période d'intégration et de 0,2 °C sur la deuxième période (tabl.3). La

moyenne des températures de jour a été plus élevée dans la serre IT, de 1,5 °C pendant la première période d'intégration et de 1 °C pendant la deuxième période d'intégration. La moyenne des températures de nuit a été plus basse dans la serre IT, de 1,1 °C pendant la première période d'intégration et de 0,7 °C pendant la deuxième période d'intégration. Les amplitudes thermiques jour/nuit sont donc plus importantes dans la serre IT (tabl.3).

L'hygrométrie moyenne sur 24 heures est comparable dans les deux serres (tabl.3).

Economies d'énergie

La consommation d'énergie pour le chauffage en 2008 (seule année complète) dans la serre témoin s'élève à 247,6 kWh/m². Il s'agit uniquement de la consommation dans la serre: les pertes liées à la chaudière et à la distribution ne sont pas prises en compte. Les données sur la consommation d'énergie en culture de gerberas sur substrat sont rares. Mercurio (2004) fait mention de 18 kg de mazout/m² pour une serre plastique située au sud de l'Italie (soit environ 200 kWh/m²).

L'économie d'énergie réalisée dans la serre IT par rapport à la serre témoin varie faiblement entre les deux périodes d'intégration: 18,4 % pour la première période et 15,6 % pour la seconde (tabl.4). Elle s'élève à 15,9 % pour toute la durée de la culture. Lors de la deuxième période d'intégration, la température

Tableau 4 | Consommation d'énergie dans la serre témoin et la serre IT pendant les deux périodes d'intégration

	Consommation d'énergie (kWh/m ²)		Economie d'énergie (%)
	Serre témoin	Serre IT	
01/11/2007 au 24/04/2008	167,0	207,7	18,4
03/11/2008 au 04/04/2009	234,6	277,9	15,6

IT: intégration des températures

Tableau 3 | Moyennes des températures de jour, de nuit et sur 24 heures, amplitudes thermiques jour/nuit et hygrométrie moyenne sur 24 heures dans la serre témoin et dans la serre IT durant les deux périodes d'intégration

		Moyenne des températures moyennes en °C			ΔT en °C Entre jour et nuit	HR en % Moyenne sur 24 h
		Jour	Nuit	24 h		
01.11.2007 au 24.04.2008	Serre témoin	19,8 ± 0,97	15,7 ± 0,47	16,8 ± 0,47	4,2 ± 1,13	74,8 ± 4,75
	Serre IT	21,3 ± 1,70	14,6 ± 0,99	16,4 ± 0,63	6,7 ± 2,39	74,9 ± 3,55
03.11.2008 au 04.04.2009	Serre témoin	19,7 ± 1,03	15,7 ± 0,71	16,8 ± 0,64	3,9 ± 1,27	75,7 ± 4,24
	Serre IT	20,7 ± 1,65	15,0 ± 0,71	16,6 ± 0,69	5,8 ± 2,33	75,2 ± 4,10

ΔT: amplitude thermique; HR: humidité relative; ± écart-type; IT: intégration des températures

moyenne extérieure a été plus froide de 1,9 °C par rapport à la première période. Cela peut expliquer la consommation d'énergie plus importante, dans les deux serres, pendant cette période. Adams (2006) précise qu'il est possible de réaliser une économie d'énergie de 15 % grâce à l'intégration de température, en cultures ornementales. Des essais conduits en Angleterre sur poinsettias, bégonias et chrysanthèmes en pot ont permis une économie de 10 à 12 % (Adams 2006). L'économie d'énergie dépend de la culture et des écarts de température autorisés. Elle est également liée à l'ensoleillement et aux températures extérieures qui conditionnent la baisse des températures de nuit. Durant les deux périodes d'intégration, la température moyenne nocturne dépassait 15 °C dans presque 100 % des nuits pour la serre témoin, contre 40 % dans la serre IT (tabl.5). Lors de la première période d'intégration, la température moyenne des nuits était comprise entre 13 et 14 °C dans environ 25 % des cas, contre à peine 6,5 % lors de la deuxième période (tabl.5). Les températures moyennes de jour ont été plus élevées lors de la première période d'intégration que pendant la deuxième (21,3 °C contre 20,7 °C). Ce gain de température de jour plus important a permis de diminuer de façon plus importante les températures de nuit; cela explique le plus grand nombre de nuits avec une température moyenne entre 13 et 14 °C lors de la première période d'intégration. Cette différence peut être liée à différents facteurs, notamment des températures extérieures plus froides lors de la deuxième période d'intégration. Comme le gain de température de jour et donc la diminution de température de nuit ont été moins importants lors de la deuxième période d'intégration, l'économie d'énergie réalisée est moins élevée.

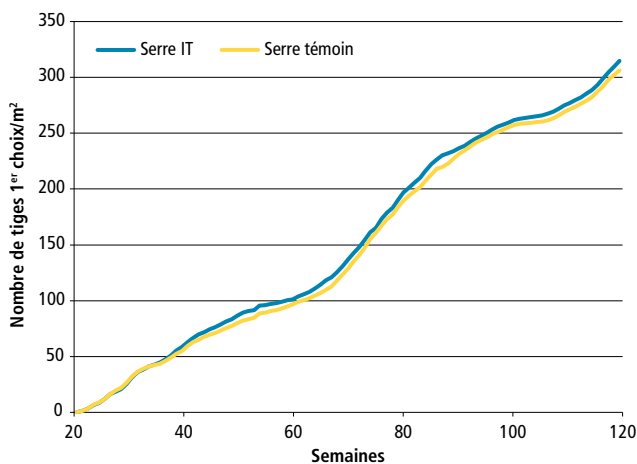


Figure 4 | Rendement hebdomadaire cumulé en tiges de 1^{er} choix/m² dans la serre IT et dans la serre témoin.

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

	01/11/2007 au 24/04/2008		03/11/2008 au 04/04/2009	
	Serre témoin	Serre IT	Serre témoin	Serre IT
12 °C < T _{nuît} < 13 °C	0	4,5	0	0,6
13 °C < T _{nuît} < 14 °C	0	24,4	0,6*	6,5
14 °C < T _{nuît} < 15 °C	0	39,2	0	54,5
15 °C < T _{nuît} < 16 °C	92,0	26,7	85,7	27,9
16 °C < T _{nuît}	8,0	5,1	13,6	10,4

T_{nuît}: température moyenne de nuit en °C; *problème de chauffage;
IT: intégration des températures

Tableau 6 | Rendements hebdomadaires moyens et rendements cumulés en nombre de tiges 1^{er} choix/m² pendant les deux périodes d'intégration

Période	Rendement hebdomadaire moyen (nb. tiges/m ²)		Rendement cumulé (nb. tiges/m ²)	
	Serre témoin	Serre IT	Serre témoin	Serre IT
01.11.2007 au 24.04.2008	2,35	2,50	61,2	65,1
03.11.2008 au 04.04.2009	2,50	2,69	54,9	59,1

Nb.: nombre; IT: intégration des températures

Tableau 7 | Longueur, diamètre des tiges et diamètre de la fleur au stade récolte, mesurés sur la 2^e ligne dans la serre IT et dans la serre témoin. Moyenne de dix semaines de contrôle pendant les périodes d'intégration

Conduite	L. de la tige (en cm)	Ø de la tige (en mm)	Ø de la fleur (en cm)
Serre témoin	64,5a ± 6,8	6,2 ± 0,8	11,6 ± 0,9
Serre IT	63,0b ± 6,6	6,0 ± 0,8	11,4 ± 1,2

L.: Longueur; Ø: diamètre; IT: intégration des températures; ± écart-type. Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P < 0,05 (test de Mann-Whitney).

Récolte

Les rendements hebdomadaires moyens sont comparables dans les deux serres (tabl.6; fig.4). Buwalda *et al.* (2000) ont obtenu des résultats comparables avec une période d'intégration de douze jours.

La longueur des tiges est significativement différente entre les deux serres. Les tiges produites dans la serre IT sont légèrement plus courtes (1,5cm en moyenne) que dans la serre témoin (tabl.7). Cette variation est sans incidence économique. Par contre, il n'y a pas de différence de diamètre de fleurs et de diamètre de tige. Buwalda *et al.* (2000) constatent un effet variable de l'intégration de température sur la longueur des tiges selon le niveau de lumière. A faible intensité, les tiges de gerberas sont plus courtes avec intégration de température, mais elles sont plus longues avec une intensité plus élevée.

Vitesse de formation des tiges

Les résultats sont présentés dans le tableau 8. La vitesse de formation des tiges est comparable dans les deux serres. Elle dépend de la température, mais aussi de la lumière. En mars, les tiges atteignent plus rapidement le stade commercial qu'en novembre ou janvier, lorsque les jours sont plus courts. En culture de rose fleur coupée, Dieleman *et al.* (2007) obtiennent des résultats similaires avec une intégration de température sur deux jours.

Durée de vie en vase

Lors des trois tests, la durée de vie en vase des gerberas produits dans la serre IT et dans la serre témoin est comparable (tabl.9). L'IT n'a pas eu d'effet significatif sur la durée de vie en vase des gerberas. Pour Buwalda *et al.* (2000), l'intégration de température peut avoir un léger effet négatif sur la durée de vie en vase selon l'intensité lumineuse reçue dans la culture.

Ravageurs, auxiliaires et maladies

Sur toute la durée de l'essai et pendant les deux périodes d'intégration, les populations d'aleurodes sont comparables dans les deux serres. En revanche, entre fin janvier et fin mai 2008, la présence de larves d'aleurodes est plus importante dans la serre témoin (fig.5). Cette différence est difficile à expliquer puisque la présence d'*Amblyseius* sp. est comparable dans les deux serres (fig.6).

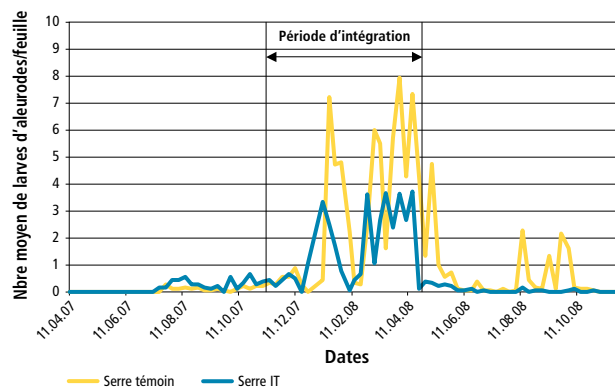


Figure 5 | Nombre moyen de larves d'aleurodes par feuille d'avril 2007 à décembre 2008.

Tableau 8 | Vitesse de formation des tiges (en jours) depuis l'apparition du bouton jusqu'au stade commercial

Date d'apparition des tiges	Vitesse de formation des tiges (en jours)	
	Serre témoin	Serre IT
29.01.2008	38,0 ± 7,0	37,3 ± 8,3
14.03.2008	28,6 ± 3,0	31,3 ± 4,8
04.11.2008	51,2 ± 16,5	42,3 ± 9,6
13.01.2009	54,4 ± 10,6	46,8 ± 10,7

Tableau 9 | Durée de vie en vase (en jours) à différentes dates des gerberas produits dans la serre IT et dans la serre témoin

Date de récolte	Durée de vie en vase (en jours)	
	Serre témoin	Serre IT
18.02.2008	8,1 ± 2,7	9,1 ± 1,8
07.04.2008	8,0 ± 2,2	8,7 ± 2,7
09.03.2009	9,1 ± 1,8	9,1 ± 1,8

IT : intégration des températures; ± écart-type.

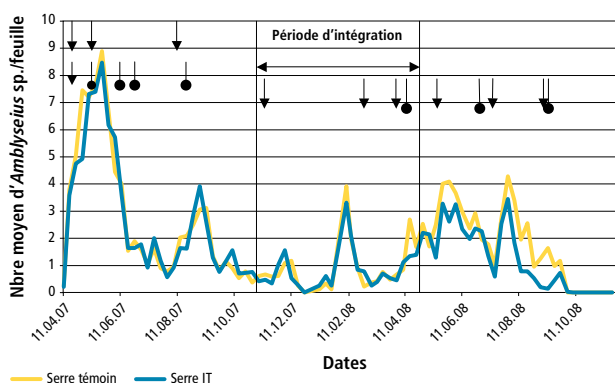


Figure 6 | Nombre moyen d'*Amblyseius* sp. par feuille (avril 2007 à décembre 2008). Les apports de *T. swirskii* sont symbolisés par une flèche et les apports de *A. cucumeris* par une boule.

Pour les acariens, *T. urticae*, les populations sont comparables dans les deux serres durant tout l'essai. Mais entre début mai et fin juillet 2008, la pression a été plus forte dans la serre témoin (fig. 7).

La pression en oïdium est comparable dans les deux serres (fig. 8). Dans les conditions de l'essai, la conduite IT n'a pas eu d'effet sur le développement de la maladie. La pression en oïdium a été plus marquée entre août et octobre 2008, en dehors des périodes d'intégration.

Conclusions

- L'intégration de température sur 24 heures (IT) a permis de réaliser des économies d'énergie d'environ 15 % par rapport à une conduite témoin.
- L'IT n'a pas eu d'influence sur la vitesse de formation des tiges, ni sur les rendements globaux, ni sur la durée de vie en vase. L'IT a influencé partiellement la qualité en réduisant légèrement la longueur des tiges. ■

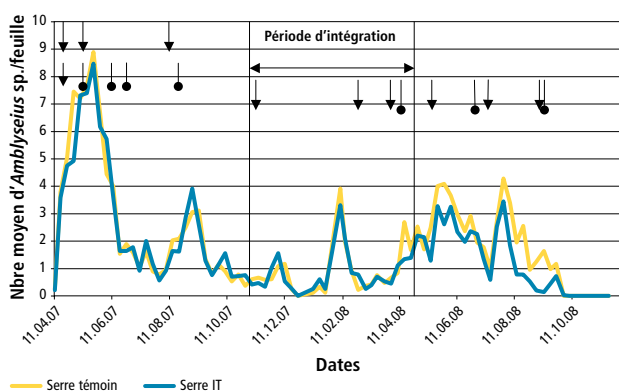


Figure 7 | Pourcentage de feuilles occupées par au moins une forme mobile d'acarien (*T. urticae*) entre avril 2007 et décembre 2008.

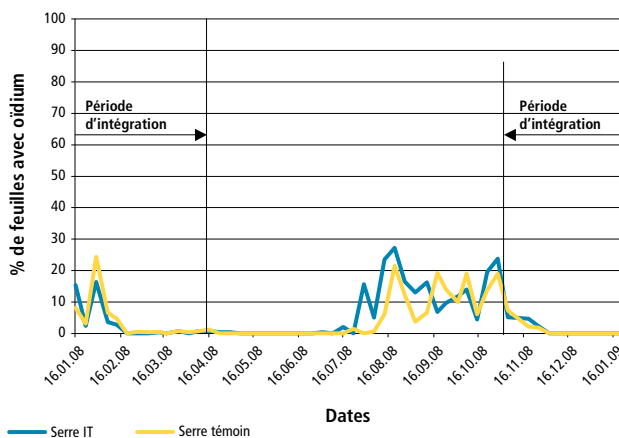


Figure 8 | Pourcentage de feuilles avec des symptômes d'oïdium de janvier 2008 à janvier 2009.

Summary **Energy saving in greenhouse with temperature integration in a gerbera crop**
 Modifying the climatic steering by using temperature integration (IT) over 24 hours is one of the ways of realising energy saving in greenhouse crops. A trial conducted from 2007 to 2009 in soilless gerbera crop showed that about 15 % energy saving for the whole crop was possible. The yield in number of stems per square metre, the stems development rate as well as the vase life duration were not influenced by the IT steering. However, the stems were slightly shorter with IT. Regarding the phytosanitary aspects, the IT had no effect on the development of predatory mites (*Typhlodromips swirskii*, *Amblyseius cucumeris*) nor on this of powdery mildew. There was less whitefly pressure in the IT greenhouse. The results confirm that temperature integration is a useful method to save energy in soilless gerbera crop without yield and quality losses.

Key words: energy saving, yield, vase life, quality.

Zusammenfassung **Energieeinsparungen durch Temperaturintegration im Gewächshaus mit Gerbera-Kulturen auf Substrat**
 Die Temperaturintegration (IT) innert 24 Stunden ist eine Möglichkeit, Energie in Gewächshauskulturen durch eine angepasste Temperatursteuerung einzusparen. Ein zweijähriger Versuch (2007–2009) mit Gerberakulturen auf Substrat hat eine Energieeinsparung von rund 15 % ermöglicht. Die IT-Führung zeigte keine negativen Auswirkungen auf den Ertrag an Blumen, die Blütenbildungsrate und die Lebensdauer in der Vase. Dagegen waren die Stängel leicht kürzer. Betreffend Pflanzenschutz hatte die IT-Führung keinen Einfluss auf die Entwicklung von Raubmilben (*Typhlodromips swirskii*, *Amblyseius cucumeris*) oder auf die des Echten Mehltaus. Dagegen war der Befall der Weissen Fliege niedriger. Die Ergebnisse haben bestätigt, dass eine IT-Führung bei Gerberakulturen auf Substrat eine nützliche Methode ist, um Energie zu sparen ohne dabei an Qualität oder Ertrag zu verlieren.

Riassunto **Risparmio energetico in serra mediante integrazione di temperatura in colture di gerbera su substrato**
 La modifica della gestione climatica mediante l'uso dell'integrazione di temperatura (IT) sulle 24 ore è una delle vie per realizzare dei risparmi energetici nelle colture in serra. Una prova, condotta dal 2007 al 2009, in una coltura di gerbera su substrato, ha dimostrato che è possibile raggiungere un risparmio energetico sull'insieme della coltura del 15 % circa. La resa in numero di steli/m², la velocità della formazione degli steli, come pure la durata di vita in vaso non sono state influenzate dalla gestione IT. Per contro l'IT ha leggermente ridotto la lunghezza degli steli. Per quel che concerne gli aspetti fitosanitari, l'IT non ha avuto nessun effetto né sullo sviluppo di acari predatori (*Typhlodromips swirskii*, *Amblyseius cucumeris*), né su quello dell'oidio. Nella serra IT la pressione degli aleurodi è stata meno importante. I risultati confermano che l'integrazione di temperatura è un metodo utile per risparmiare energia nella coltura di gerbera su substrato senza subire perdite di resa o marcati influssi sulla qualità.

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.

Bibliographie

- Adams S., 2006. Maximising the savings from temperature integration. *The Commercial Greenhouse Grower* octobre 2006, 33–36.
- Buwalda F., Eveleen B. & Wertwijn R., 2000. Ornamental crops tolerate large temperature fluctuations: a potential more efficient greenhouse heating strategies. *Acta Hort.* 515, 141–149.
- 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.
- Dieleman J. A. & Meinen E., 2007. Interacting effects of temperature integration and light intensity on growth and development of single-stemmed cut rose plants. *Scienta Horticulturae* 113, 182–187.
- Körner O. & Challa H., 2003. Design for an improved temperature integration concept in greenhouse cultivation. *Computers and electronics in agriculture* 39, 39–59.
- Mercurio G., 2004. Gerbera cultivation in greenhouse. SannioPrint, Benevento, 206 p.
- Pivot D., Gilli C. & Carlen C., 2005. Données de base pour la fumure des cultures de légumes, de fleurs et de fraises sur substrat. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 37 (2), 1–8.



HAUSWIRTH
Maîtrise fédérale
BURSINS S.A.

Machines viticoles 021 824 11 29

Concessionnaire agréé **BUCHER**
vaslin



STHIK
LE RESPECT DE VOTRE VENDANGE

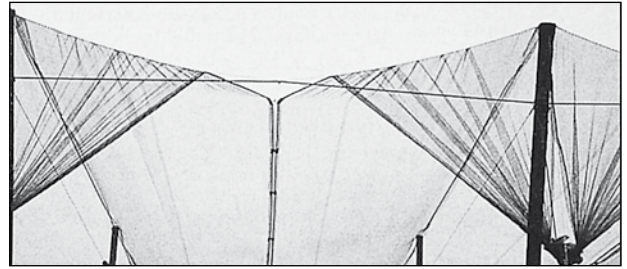


FISCHER



**Cuverie inox
Tonnellerie Nadalié
Sécateurs Felco**

Un concept de qualité pour l'Europe entière



- Filets antigrêle, noir, cristal-blanc, gris
- Plaquettes FRUSTAR
- Couvertures de protection contre la pluie NETZTEAM-PLAST
- Une gamme complète de matériel pour la protection des cultures
- Une équipe expérimentée pour vous aider lors du montage

Votre partenaire

NETZTEAM

U. Meyer + F. Zwimpfer - Brühlhof, 6208 Oberkirch
Téléphone 041 921 16 81 - Fax 041 920 44 73
www.hagelnetz.ch
E-mail: fredy Zwimpfer@bluewin.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
Matériel de cave

LIVERANI

EV ENOVENETA
TECNICHE PER ENOLIVICOLTURA

**Flottateur
Pompes
Cuves**

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

www.fischer-sarl.ch
Collombey/VS

FISCHER
60 Ans

FISCHER nouvelle Sarl.
Votre spécialiste de la pulvérisation
1868 Collombey-le-Grand
En Boverly A
Tel. 024 473 50 80

SPEIDEL

25 ans de garantie!
Planning 3D compris!
Les cuves en acier inox de Speidel:
Les seules à remplir vos exigences!

Baldinger
dep. 1951 www.baldinger.biz

Le choix des professionnels

Demandez dès maintenant notre nouveau
catalogue viticole 2010 !

gvz_rossat
(Ex. RASTEC GmbH/Sàrl)

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

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

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



Tracteur Viti-plus équipé d'un sulfateur Fischer 561H

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

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/lit)



Schneiter **AGRO SA**

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

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

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. Mûri 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 Rafz
Tél. 044 879 11 22 · Fax 044 879 11 88
info@hauenstein-rafz.ch · www.hauenstein-rafz.ch

Comparaison de variétés d'origan cultivées en Franche-Comté

Xavier SIMONNET¹, Umberto PIANTINI², Philippe GALLOIS³ et Antoine DERANSART⁴, ¹Médiplant, 1964 Conthey, ²HES-SO/Valais-Wallis, 1950 Sion, ³iteipmai, F-49120 Chemillé, ⁴CFPPA, F-39570 Montmorot
Renseignements : Xavier Simonnet, e-mail : xavier.simonnet@acw.admin.ch, tél. +41 27 345 35 17



Figure 1 | Parcelle de l'essai de comparaison variétale d'origan, à Villers Bouton en Haute-Saône (F), le 22 juillet 2005, jour de récolte; (a) inflorescence riche en huile essentielle.

Introduction

L'origan (*Origanum* sp.), lamiacée vivace originaire du bassin méditerranéen et d'Europe centrale, pousse en abondance sur les coteaux secs bien ensoleillés, atteignant 20 à 60 cm de haut. Plus d'une quarantaine de taxons sont reconnus et l'existence de sous-espèces et d'hybrides complique la classification des herbes reconnues comme «origan» (Kokkini 1997). Par ailleurs, une très grande variabilité morphologique et phytochimique existe au sein de chaque espèce (Franz et Novak 1997). La très forte demande mondiale en herbe sèche d'origan (plusieurs milliers de tonnes; Olivier 1997) et en huile essentielle, principalement destinées

au secteur de l'agroalimentaire, a motivé de très nombreuses recherches et la sélection de plusieurs variétés (Rey *et al.* 2002; Mheen 2006). En Europe, les surfaces cultivées en origan étaient estimées à près de 1000 ha en 2001, dont 75 % en Grèce à partir de l'espèce *O. vulgare* ssp. *hirtum* (Anonyme 2003). Dans certains pays exportateurs comme la Turquie, l'origan provient essentiellement de cueillette dans la nature. Depuis quelques années, l'incorporation d'huiles essentielles d'origan riche en carvacrol dans les additifs alimentaires pour animaux suscite un grand intérêt (Mheen 2006). Leurs propriétés permettent d'inhiber des bactéries indésirables (*Salmonella*, *Clostridium*, etc.) dans le conduit gastro-intestinal et de réduire le risque de diarrhée,

améliorant ainsi significativement la santé et la croissance des animaux (Gunter et Bossow 1998).

Afin de promouvoir la production d'huile essentielle d'origan en Franche-Comté (F), des essais multisites ont été installés en 2004 et suivis pendant trois années. Trois variétés ont été mises en comparaison sur trois sites afin de définir leur valeur agronomique et les interactions possibles avec l'environnement.

Matériel et méthodes

Dispositif expérimental

Trois variétés commerciales d'origan, Carva, Origalia et Bolier, ont été comparées sur trois sites culturaux de Franche-Comté (tabl. 1, 2 et 3), pour leur production d'huile essentielle. Les plantations ont été réalisées en juillet-août 2004 (tabl. 4). Sur chaque site, le dispositif expérimental était à trois répétitions avec des parcelles élémentaires de 6,3 m², soit trente plantes par parcelle élémentaire, correspondant à une densité de 47 600 plantes/ha (0,70*0,30m). Aucune fertilisation n'a été appliquée avant la plantation et pendant toute la durée de l'essai. Sauf à la plantation, les parcelles n'ont pas été irriguées. L'entretien s'est fait manuellement ou mécaniquement.

Evaluation agronomique

Une seule récolte par année a été effectuée en 2005 et 2006 au stade pleine floraison, en juillet-août (tabl. 3). Après récolte, les plantes ont été séchées cinq jours à 35 °C. Les paramètres suivants ont été évalués au stade pleine floraison: mortalité, hauteur, diamètre, état sanitaire, rendement en parties aériennes sèches et proportion de tiges.

Tableau 1 | Origine des variétés d'origan testées

Dénomination dans les essais	Origine botanique	Distributeur	Type de variété
Carva	<i>O. vulgare</i> ssp. <i>viridulum</i> x <i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	mediSeeds (CH)	hybride de clones
Origalia	?	Iteipmai (FR)	synthétique de clones
Bolier	<i>O. vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	Hem Zaden (NL)	population

Tableau 2 | Localisation des sites expérimentaux en Franche-Comté (F)

Site	Commune/département	Latitude/longitude	Altitude
Site 1	Villers Bouton/Haute Saône	47°45N/5°98E	320 m
Site 2	Montrond/Jura	46°80N/5°83E	590 m
Site 3	Pratz/Jura	46°38N/5°76E	690 m

Résumé L'utilisation d'huile essentielle d'origan riche en carvacrol suscite actuellement un grand intérêt en production d'additifs alimentaires pour animaux, principalement pour ses propriétés antimicrobiennes. La région de Franche-Comté (F) a lancé un projet pour connaître le potentiel économique de cette nouvelle culture. Trois variétés commerciales d'origan, Carva, Origalia et Bolier, ont été évaluées sur trois sites à conditions pédo-climatiques contrastées, dans les départements du Jura et de la Haute-Saône, de 2004 à 2006. Cette Labiée, vivace, s'est très bien adaptée aux conditions climatiques assez rudes de cette région. Les variétés Carva et Origalia se sont révélées les plus riches en huile essentielle (7,5 %) et également les mieux adaptées aux sites d'altitude. La bonne vigueur de Carva lui confère même des rendements en moyenne plus élevés en 1^{re} année de récolte. Avec un potentiel de production sur deux années de 400 l/ha d'huile essentielle à 75–80 % de carvacrol, la culture d'origan s'avère une intéressante source de carvacrol d'origine naturelle pour l'industrie.

Tableau 3 | Principales caractéristiques agronomiques des sites expérimentaux

Site	Précédent culturel	Nature et fertilité du sol
Site 1	Prairie	Sol limono-sableux, profond Bonne activité microbienne, riche en matière organique Pauvre en phosphore et moyennement pourvu en potasse
Site 2	Prairie	Sol limoneux, superficiel (20 cm) Bonne activité microbienne, riche en matière organique Pauvre en phosphore et bien pourvu en potasse
Site 3	Cultures maraîchères	Sol argilo-limoneux, superficiel (15 cm) Bonne activité microbienne, riche en matière organique Moyennement pourvu en phosphore et carencé en potasse

Tableau 4 | Dates de plantation et de récolte sur les sites expérimentaux

Site	Date de plantation	Date de récolte 2005	Date de récolte 2006
Site 1	19.07.2004	22 juillet	27 juillet
Site 2	15.07.2004	09 août	11 août
Site 3	15.07.2004	09 août	11 août

Analyses phytochimiques**Hydrodistillation et chromatographie en phase gazeuse (GC)**

La teneur en huile essentielle a été déterminée par entraînement à la vapeur d'eau pendant trois heures dans un hydrodistillateur standard, selon la Pharmacopée européenne (3^e éd.). L'analyse qualitative des huiles essentielles a été effectuée par GC par le laboratoire de l'iteipmai en France, selon une méthode interne. Cinq composés majeurs représentant près de 90 % des composés présents dans les huiles essentielles ont été retenus. Leur concentration relative est donnée en % GC.

Tableau 5 | Vigueur des trois variétés commerciales d'origan, à la récolte (stade pleine floraison)

Site	Variété	Mortalité (%)		Hauteur moyenne des plantes (cm)		Diamètre moyen des plantes (cm)	
		2005	2006	2005	2006	2005	2006
Site 1	Carva	0	0	90	100	70	85
	Origalia	0	4	65	55	75	80
	Bolier	0	2	80	80	65	90
Site 2	Carva	1	0	80	75	50	80
	Origalia	2	0	60	60	40	80
	Bolier	0	0	70	60	45	75
Site 3	Carva	0	0	65	60	50	75
	Origalia	0	0	65	50	65	70
	Bolier	0	0	60	50	60	80

Tableau 6 | Rendements et teneurs en huile essentielle des parties aériennes de trois variétés commerciales d'origan cultivées sur trois sites de Franche-Comté (F) de 2004 à 2006

Site 1											
Variété	Proportion de tiges (% sur les parties aériennes sèches)		Rendement en feuilles + fleurs (kg MS/ha)			Teneur en huile essentielle (ml/100 g MS feuilles+fleurs)			Rendement en huile essentielle (l/ha)		
	2005	2006	2005	2006	Total	2005	2006	moyenne pondérée	2005	2006	Total
Carva	51	65 a	2614	2684	5298	8,11	8,38	8,26	212	225	437
Origalia	39	52 b	2498	3512	6010	7,29	6,24	6,67	178	220	398
Bolier	43	57 b	2848	3009	5857	7,04	6,49	6,76	200	193	393
Moyenne	44	58	2653	3068	5722	7,48	7,04	7,23	197	213	409
	p > 5 %	p < 5 %	p > 5 %	p > 5 %	p > 5 %	p > 5 %	p > 5 %	p > 5 %	p > 5 %	p > 5 %	p > 5 %
Site 2											
Variété	Proportion de tiges (% sur les parties aériennes sèches)		Rendement en feuilles+fleurs (kg MS/ha)			Teneur en huile essentielle (ml/100 g MS feuilles+fleurs)			Rendement en huile essentielle (l/ha)		
	2005	2006	2005	2006	Total	2005	2006	moyenne pondérée	2005	2006	Total
Carva	51 a	49	2880 a	2098	4978 a	7,54 ab	7,20 a	7,39 a	218 a	151 a	369 a
Origalia	44 b	46	1613 b	1738	3351 b	8,99 a	7,27 a	8,14 a	145 b	128 a	273 b
Bolier	47 b	52	1514 b	1473	2987 b	6,55 b	5,20 b	5,88 b	99 b	77 b	176 c
Moyenne	47	49	2002	1770	3772	7,69	6,56	7,14	154	118	273
	p < 1 %	p > 5 %	p < 1 %	p > 5 %	p < 5 %	p < 5 %	p < 5 %	p < 5 %	p < 5 %	p < 1 %	p < 1 %
Site 3											
Variété	Proportion de tiges (% sur les parties aériennes sèches)		Rendement en feuilles+fleurs (kg MS/ha)			Teneur en huile essentielle (ml/100 g MS feuilles+fleurs)			Rendement en huile essentielle (l/ha)		
	2005	2006	2005	2006	Total	2005	2006	moyenne pondérée	2005	2006	Total
Carva	46 a	47	3801	2554	6355	7,59	6,85 a	7,27 a	289	173 a	462
Origalia	43 b	48	3133	2606	5739	6,67	7,12 a	6,86 a	205	186 a	391
Bolier	45 a	54	3131	2251	5382	5,54	5,14 b	5,37 b	174	115 b	289
Moyenne	45	50	3355	2470	5825	6,6	6,37	6,50	223	158	381
	p < 5 %	p > 5 %	p > 5 %	p > 5 %	p > 5 %	p > 5 %	p < 5 %	p < 1 %	p > 5 %	p < 5 %	p > 5 %

MS: matière sèche.

Les valeurs moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (test Newman-Keuls).

SPME et GC-FID

Les récoltes 2006 ont également été analysées par microextraction en phase solide (SPME) associée à l'analyse qualitative par GC-FID au laboratoire de l'HES-SO/Valais-Wallis en Suisse, selon une méthode interne (temps d'incubation 60s à 35°C, temps d'extraction 25s et temps de désorption 180s; fibre Carbowax/divinylbenzène CW/DVB). Les composés thymol et carvacrol ont été retenus. Leur concentration relative est donnée en %GC.

Résultats

Comportement en culture

Les variétés ont très bien repris après plantation. Pratiquement aucune mortalité n'a été enregistrée sur les trois sites, malgré deux hivers rigoureux suivis de deux périodes estivales caractérisées par des précipitations inférieures à la normale (tabl. 5).

Les variétés Origalia et Carva ont présenté une floraison plus homogène que la variété Bolier. Carva s'est révélée la plus vigoureuse avec l'émission de grandes tiges bien dressées (tabl. 5). Les tiges plus fines de la variété Origalia avaient tendance à s'adosser en 2^e année de récolte. Aucun problème phytosanitaire n'a été observé.

Toutes les variétés ont atteint le stade pleine floraison, en 2005 et 2006, dans le courant de la 3^e décennie de juillet pour le site 1 de basse altitude (320 m) et environ deux semaines plus tard pour les sites 2 et 3 plus élevés (590 et 690 m) (tabl. 4). Dans ces parcelles, aucune différence de précocité de floraison n'a pu être mise en évidence entre les variétés.

Rendements en hampes florales

Les rendements moyens en feuilles et fleurs sèches, toutes variétés et sites confondus, s'élèvent à 2,7 t/ha en 1^{re} année et 2,4 t/ha en 2^e année de récolte (tabl. 6 et 7). Les conditions plus difficiles du site 2, notamment une très faible capacité de réserve en eau du sol, font apparaître le net avantage de la variété Carva en 1^{re} année de récolte, avec un rendement de 30 % supérieur à celui des deux autres variétés (2,1 t/ha contre 1,6 t/ha). En 2^e année de récolte, les trois variétés affichent le même potentiel de rendement sur chacun des trois sites.

La proportion de tiges dans la récolte progresse logiquement, en passant en moyenne de 45 % à 52 % de la 1^{re} à la 2^e année de récolte. La vigueur plus élevée de la variété Carva (tabl. 5) se traduit par une proportion de tiges en moyenne plus élevée que celle d'Origalia (tabl. 7).

Rendements en huile essentielle

Les variétés Carva et Origalia ont présenté des teneurs en huiles essentielles équivalentes, mais significativement supérieures à celles de Bolier (tabl. 6 et 7), soit en moyenne 7,4 % contre 6,0 %. La variété Bolier a surtout été moins performante sur les deux sites d'altitude, avec des teneurs en huile essentielle en moyenne d'un tiers inférieures à celles de Carva et Origalia (tabl. 6).

Le cumul des deux années de production donne un net avantage à Carva avec un potentiel de 420 l/ha, suivie d'Origalia (350 l/ha) et Bolier (290 l/ha) (tabl. 7). Carva se démarque surtout des deux autres variétés en première année de récolte, grâce à sa vigueur plus élevée. ➤

Tableau 7 | Analyses de variance des rendements et teneurs en huile essentielle combinant trois variétés commerciales d'origan avec trois sites culturels

	Proportion de tiges (% sur les parties aériennes sèches)		Rendement en feuilles+fleurs (kg MS/ha)			Teneur en huile essentielle (ml/100 g MS feuilles+fleurs)			Rendement en huile essentielle (l/ha)		
	2005	2006	2005	2006	Total	2005	2006	moyenne pondérée	2005	2006	Total
Variétés	p < 1 %	p < 1 %	p < 1 %	p > 5 %	p > 5 %	p < 5 %	p < 1 %	p < 1 %	p < 1 %	p < 1 %	p < 1 %
Carva	49 a	54 a	3098 a	2445	5543	7,75 a	7,48 a	7,64 a	240 a	183 a	423 a
Origalia	42 c	49 b	2414 b	2618	5033	7,65 a	6,88 a	7,22 a	176 b	178 a	354 b
Bolier	45 b	54 a	2498 b	2244	4742	6,37 b	5,61 b	6,00 b	158 b	128 b	286 c
Sites	p > 5 %	p < 1 %	p < 1 %	p < 1 %	p < 1 %	p < 1 %	p > 5 %	p > 5 %	p < 1 %	p < 1 %	p < 1 %
Site 1	44 b	58 a	2653 b	3068 a	5722 a	7,48 a	7,04	7,23	197 a	213 a	409 a
Site 2	47 a	49 b	2002 c	1770 c	3772 b	7,69 a	6,56	7,14	154 b	118 c	273 b
Site 3	45 b	50 b	3355 a	2470 b	5825 a	6,60 b	6,37	6,5	223 a	158 b	381 a
Interaction	p < 5 %	p < 5 %	p < 5 %	p > 5 %	p < 5 %	p > 5 %	p > 5 %	p > 5 %	p < 5 %	p > 5 %	p > 5 %

MS: matière sèche.

Les valeurs moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (test Newman-Keuls).

Tableau 8 | Composition chimique des huiles essentielles (% GC) de trois variétés commerciales d'origan cultivées sur trois sites en Franche-Comté (F) de 2004 à 2006

Variété	Site	p-cymene (%)		g-terpinene (%)		thymol (%)		carvacrol (%)		b-caryophyllène (%)		autres (%)	
		2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Carva	Site 1	4,5	2,9	3,7	3,2	6,0	7,3	74,5	76,5	2,5	2,4	6,3	7,7
	Site 2	4,4	5,5	2,9	2,9	4,7	4,3	77,2	76,0	2,3	2,3	6,2	8,9
	Site 3	5,4	7,0	2,8	3,3	5,9	6,3	74,4	70,8	2,6	2,5	6,5	10,0
	Moyenne	4,8	5,1	3,1	3,1	5,5	5,9	75,4	74,4	2,4	2,4	6,3	8,9
Origalia	Site 1	0,2	2,1	4,3	2,8	1,3	1,1	80,8	83,4	1,8	1,9	9,7	8,6
	Site 2	0,2	5,3	2,0	1,4	1,3	1,2	84,1	81,7	2,0	1,7	8,3	8,7
	Site 3	4,6	7,0	1,4	1,4	2,0	1,5	82,3	79,0	1,6	1,6	6,7	9,4
	Moyenne	1,7	4,8	2,6	1,9	1,5	1,3	82,4	81,4	1,8	1,8	8,2	8,9
Bolier	Site 1	4,2	3,3	3,3	2,4	3,9	3,3	77,5	80,5	1,4	1,2	8,2	9,2
	Site 2	6,0	10,2	4,6	4,0	3,4	1,2	73,7	71,3	1,6	1,4	9,0	11,9
	Site 3	8,9	11,2	2,7	2,4	2,1	1,3	73,8	71,7	1,3	1,3	10,0	11,6
	Moyenne	6,4	8,2	3,5	3,0	3,1	1,9	75,0	74,5	1,5	1,3	9,1	10,9

Tableau 9 | Comparaison de la composition chimique des huiles essentielles de trois variétés d'origan selon deux techniques analytiques (moyenne des trois sites; récolte 2006)

Variété	Hydrodistillation+GC		SPME+GC-FID	
	thymol (%)	carvacrol (%)	thymol (%)	carvacrol (%)
Carva	6	74	6	72
Origalia	1	81	5	84
Bolier	2	75	4	80

Composition phytochimique

La composition chimique des huiles essentielles s'est révélée très stable sur les trois sites et les deux années de récolte (tabl.8). Origalia a présenté une teneur en carvacrol (~82%) un peu plus élevée que Carva et Bolier (~75%).

La caractérisation chimique par hydrodistillation et SPME présente une très bonne corrélation pour ces chémotypes à carvacrol (tabl.9).

Discussion

L'origan, plante aromatique vivace cultivée pour la première fois en Franche-Comté, s'est révélée bien adaptée à cette région. Les variétés Carva, Origalia et Bolier se sont bien comportées face aux deux hivers rigoureux traversés. Sur des sols à très faible capacité de rétention en eau, elles ont bien supporté les étés particulièrement secs de 2005 et 2006. Certaines différences ont été enregistrées selon les sites de culture entre les variétés. En plaine, sur des sols profonds, les trois variétés testées n'ont pas différé significativement dans le rendement en hampes florales et la teneur en huile es-

entielle. En revanche, dans les sites d'altitude avec des conditions climatiques plus rigoureuses et des sols superficiels, les variétés Carva et Origalia ont affiché les meilleures teneurs en huile essentielle. Carva, grâce à une vigueur plus élevée, s'est particulièrement distinguée dans ces conditions environnementales plus rudes, surtout en 1^{re} année de récolte. En choisissant une variété adaptée au site de culture, une production de l'ordre de 400 l/ha d'huile essentielle sur deux années peut être obtenue en Franche-Comté. Avec une concentration de 75 à 80% de carvacrol, cette culture constitue une source intéressante de carvacrol d'origine naturelle pour l'industrie. Cette concentration en carvacrol pourrait prochainement être avantageusement dosée par microextraction en phase solide (SPME). Ne nécessitant pas d'hydrodistillation, cette méthode de concentration des composants volatils (Pawliszyn 1999) est plus rapide et meilleur marché.

Conclusions

- La culture d'origan pour la production d'huile essentielle riche en carvacrol est possible en Franche-Comté (F), en plaine et en altitude, avec un potentiel de rendement de 400 l/ha sur deux années.
- Les variétés Carva et Origalia se sont révélées les plus riches en huile essentielle (7,5%), avec des teneurs en carvacrol de 75–80%.
- A basse altitude, les trois variétés fournissent des résultats similaires; en altitude en revanche, Carva et Origalia sont plus performantes.
- La variété Carva est particulièrement bien adaptée aux sites culturaux exigeants, avec hivers rigoureux et faibles précipitations en été. ■

Summary ■ **Oregano (*Origanum* sp.) varietal comparison on various sites in Franche-Comté (F)**

Oregano essential oil is rich in carvacrol and is recently the subject of a great interest for its use in the production of feed additives, mainly for his antimicrobial properties. The French region of Franche-Comté launched a project to determine the economic potential of this new culture. Three commercial varieties of oregano, Carva, Origalia and Bolier were evaluated on three sites with very different soil and climate conditions in the departments of Jura and Haute-Saône, from 2004 to 2006. This lamiacea revealed very well suited to relatively hard climatic conditions in this region. Cultivars Carva and Origalia proved to be the richest in essential oil (7.5 %). They are also better suited to the altitude sites. The good strength of Carva is even an advantage in the 1st year of harvest, with higher average yields. With a potential production within two years of 400 l/ha of essential oil with a carvacrol content of 75–80 %, oregano culture can be considered as a valuable source of natural carvacrol for the industry.

Key words: *Origanum*, essential oil, carvacrol.

Zusammenfassung ■ **Sortenvergleich von Oregano (*Origanum* sp.) in verschiedenen Gegenden der Franche-Comté (F)**

Das ätherische Öl aus Oregano, reich an Carvacrol, hat in den letzten Jahren an Interesse, hauptsächlich durch die Nutzung bei der Produktion von Futtermittelzusatzstoffen wegen seinen antimikrobiellen Eigenschaften gewonnen. Die Französische Region «Franche-Comté» hat ein Projekt gestartet, um das wirtschaftliche Potential dieser neuen Kultur auszuforschen. Drei kommerzialisierbare Sorten *Origanum* sp., Carva, Origalia und Bolier, wurden an drei Standorten mit verschiedenen Boden- und Klimabedingungen in den Jura und Haute-Saône Departementen, zwischen 2004 und 2006 ausbewertet. Dieses Lippenblütengewächs hat sich relativ gut an die rauen klimatischen Bedingungen dieser Region angepasst. Die Sorten Carva und Origalia weissten den grösseren Gehalt an ätherischen Ölen vor (7,5 %). Auch sind sie in hohen Gegenden beständiger. Der starke Wuchs von Carva hatte ausserdem einen Vorteil im 1. Erntejahr durch überdurchschnittlich Erträge. Mit einer potentiellen Produktion während zwei Jahren von 400 l/ha ätherischen Ölen mit 75–80 % Carvacrolgehalt, erweist sich dieser Anbau als eine wertvolle natürliche Carvacrolquelle für die Industrie.

Riassunto ■ **Confronto varietale d'origano coltivato nella Franca-Contea (F)**

L'uso di olio essenziale di origano ricco in carvacrolo suscita attualmente un grande interesse nella produzione di additivi per mangimi animali, principalmente per le sue proprietà antimicrobiche. La regione francese della Franca Contea ha lanciato un progetto per determinare il potenziale economico di questa nuova coltura. Dal 2004 al 2006 nei dipartimenti del Giura e dell'Alta Saona, su tre siti a condizioni pedoclimatiche contrastanti, sono state valutate tre varietà commerciali di origano; Carva, Origalia e Bolier. Questa labiacea perenne si è adattata molto bene alle condizioni climatiche piuttosto rigide di questa regione. Le varietà Carva e Origalia si sono dimostrate le più ricche in olio essenziale (7,5 %) oltre ad essere quelle meglio adatte a siti in altitudine. Il buon vigore di Carva le conferisce pure un vantaggio nel primo anno di raccolta, con una resa media superiore. La coltura d'origano, grazie al suo potenziale di produzione su due anni di 400 l/ha d'olio essenziale con un tenore del 75–80 % di carvacrolo, si è rivelata un'interessante fonte d'origine naturale per l'industria di questo principio attivo.

Remerciements

Nos remerciements s'adressent à la Confédération helvétique, aux cantons de Vaud et du Valais, ainsi qu'à l'Union européenne et au Conseil régional de Franche-Comté pour leur soutien financier (projet Interreg IIIa). Nous sommes également reconnaissants à O. Hezard, K. Banos et S. Rousseau pour la mise à disposition de leurs parcelles pour les essais et les travaux d'entretien.

Bibliographie

- Anonyme, 2003. www.europam.net
- Franz C. & Novak J., 1997. Breeding of *Origanum* species. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, 8–12 May 1996, CIHEAM, Valenzano (Bari), Italy, ed. S. Paludosi IPGRI, Roma, 49–56.
- Gunter K. D. & Bossow H., 1998. The effect of etheric oil from *Origanum vulgare* in the feed ration of weaned pigs on their daily feed intake, daily gains and food utilization. Proc. 15th IPVS Congress, Birmingham, 223.
- Kokkini S., 1997. Taxonomy, diversity and distribution of *Origanum* species. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, 8–12 May 1996, CIHEAM, Valenzano (Bari), Italy, ed. S. Paludosi IPGRI, Roma, 2–12.
- Mheen H. van der, 2006. Selection and production of oregano rich in essential oil and carvacrol. *Acta Hort.* **709**, 95–99.
- Olivier G. W., 1997. The world market of oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, 8–12 May 1996, CIHEAM, Valenzano (Bari), Italy, ed. S. Paludosi IPGRI, Roma, 142–146.
- Pawliszyn J., 1999. Applications of solid phase microextraction. Ed. Royal Society of Chemistry, 1999.
- Rey Ch., Carron C.-A., Bruttin B. & Cottagnoud A., 2002. La variété d'origan «Carva». *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (2), I–VIII.

Céline Gilli: du bord de la mer aux serres de Conthey

Les serres du Centre de recherche Conthey n'ont plus de secret pour Céline Gilli! La cheffe du groupe Cultures sous serre d'Agroscope ACW s'y épanouit, parmi les tomates, les concombres et aussi les fleurs ornementales. La durabilité de la production sous serre et l'économie d'énergie sont au centre de ses travaux de recherche.

Née à Nice en 1973, Céline Gilli évolue depuis 2004 dans le micro-climat favorable de Conthey. Si la mer lui manque parfois, cetteoureuse de la nature apprécie pleinement tout ce que la montagne valaisanne peut offrir, en été comme en hiver – randonnée, ski ou raquettes (sans oublier l'équitation!) –, et tout cela sous un ciel souvent bleu.

L'un des objectifs de recherche de Céline est de pouvoir offrir aux sericulteurs des moyens de réduire leur consommation d'énergie. L'augmentation du prix des énergies fossiles et les réflexions environnementales autour des gaz à effet de serre exigent d'explorer de nouvelles pistes de production. Parmi celles-ci, l'intégration des températures: cette technique de gestion du climat sous serre, très prometteuse, se base sur la capacité des plantes à tolérer sans dommage des différences thermiques plus importantes que dans une culture sous serre classique. Ainsi, lors des journées ensoleillées, l'aération est retardée, ce qui augmente la température; ce gain de température est compensé par un chauffage nocturne plus bas, afin d'obtenir une température moyenne sur vingt-quatre heures identique à une conduite classique. Cette technique s'applique pendant les périodes de chauffage, en hiver, au début du printemps et éventuellement en automne.

Les résultats des essais sont très encourageants, puisque les économies d'énergie peuvent atteindre 15 à 30% (lire l'article sur les gerberas en p. 198), sans préjudice du rendement et la qualité de la production. «Pendant longtemps, j'ai eu l'impression que ces travaux n'intéressaient personne, mais les choses commencent à changer», se réjouit la jeune femme, que la presse a contactée à plusieurs reprises et dont les travaux sont maintenant suivis avec intérêt par les producteurs de fleurs ornementales et l'Union maraîchère suisse. Les applications dans la pratique devront toutefois attendre, car tous les producteurs ne sont pas encore convaincus.

Pour économiser de l'énergie, Céline Gilli utilise aussi des écrans thermiques. Cette technique a déjà montré qu'on pouvait produire des tomates avec 20% d'énergie en moins sans influencer le rendement. En outre, en sa qualité d'expert pour l'efficacité des insecticides en



Céline Gilli

cultures ornementales, la jeune chercheuse vient de terminer un essai sur le gerbera et l'étoile de Noël qui a abouti à l'homologation d'un nouveau typhlodrome, *T. Swirskii*, dans la lutte contre les mouches blanches.

Fascinée depuis l'enfance par la puissance et le mystère de la nature – on plante quelque chose dans la terre et quelque chose pousse –, Céline Gilli a pourtant hésité entre l'agronomie et la médecine vétérinaire. «Mais j'étais trop sensible pour travailler avec des animaux! Les plantes, elles, ne crient pas!» explique la jeune femme. Après ses études à l'École d'ingénieurs agronomes de Toulouse (ENSAT), Céline Gilli a postulé en Suisse (déjà!), pour un remplacement de six mois chez Novartis, à Saint-Aubin. De retour en France, toujours chez Novartis, elle a ensuite travaillé durant un an dans l'homologation des produits phytosanitaires, puis quatre ans à Lille, à la Station de recherches en horticulture «Dynamique horticole des Hauts de France».

Aujourd'hui, Céline Gilli habite sur le site même de Conthey, avec son compagnon également passionné d'horticulture, dans un appartement où foisonnent... les plantes!

Sibylle Willi, Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture

perspectives réjouissantes

fischer|und|ryser|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

PÉPINIÈRES VITICOLES

production personnelle:

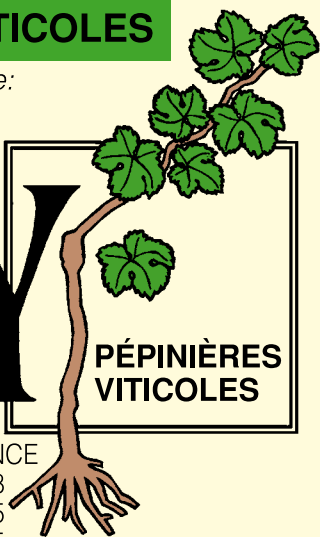
JEAN-CLAUDE

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: jeanclaude.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



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



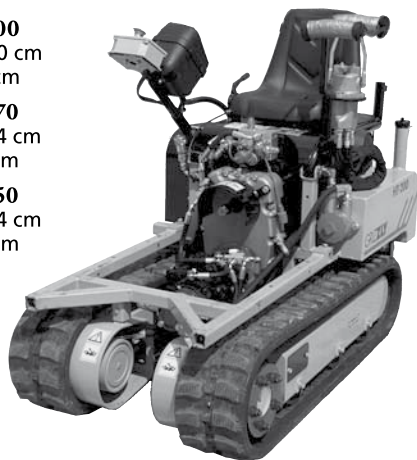
AVIDOR

VALAIS SA

GRIZZLY HT 200
22 CV, Largeur 70 cm
22 PS, Breite 70 cm

GRIZZLY HT 270
27 CV, Largeur 74 cm
27 PS, Breite 74 cm

GRIZZLY HT 350
35 CV, Largeur 74 cm
35 PS, Breite 74 cm



ZI Falcon • Rue du Stand 11 • CH-3960 Sierre
tél. 027 456 33 05 • fax 027 456 33 07
e-mail: avidorvs@bluewin.ch • www.avidorvalais.ch

Analysez vous-
mêmes vos vins!

Pour déterminer simplement
et rapidement:

- la valeur pH
- l'acidité totale
- l'acide sulfureux libre
- l'acide sulfureux total
- des réductones
- l'alcool
- etc.

Hügli-Labortec AG
Hauptstr. 2, 9030 Abtwil
Tél. 071 311 27 41 – Fax 071 311 41 13
info@hugli-labortec.ch, www.hugli-labortec.ch

HÜGLI
LABORTEC

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

L'EIC s'attaque aux effluents de cave à la source

Serge HAUTIER, Ecole d'ingénieurs de Changins

Un problème d'actualité

Les effluents vinicoles constituent une préoccupation grandissante pour les viticulteurs. Contrairement à nos voisins, la plupart des entreprises vitivinicoles suisses sont directement reliées via les égouts à une station d'épuration (STEP), ce qui pose régulièrement des problèmes à ces stations car les effluents vinicoles se caractérisent par une grande charge polluante et une forte saisonnalité. Certaines STEP n'arrivent donc plus à respecter leurs standards de dépollution pendant les vendanges. A la suite de discussions entre l'EIC et un «installateur» de STEP, deux étudiants de l'école ont choisi cette problématique pour leur travail de Bachelor et ont montré l'intérêt d'une installation qui traite les effluents de cave à la source.

Un contexte idéal

Une STEP à charge séquentielle a été installée au Domaine de Serreaux-Dessus à Begnins. Le contexte était idéal: les effluents étaient traités par une tranchée filtrante devenue inefficace et il n'était pas possible de

relier les égouts communaux car les canalisations passaient par des zones protégées. De plus, le terrain et le tracé des canalisations actuelles permettaient l'installation de cette STEP.

Avec ses 8,5 ha de vignes, le Domaine de Serreaux-Dessus est une cave de taille familiale, dont la charge polluante a été estimée à plus de 100 Eh (équivalent habitant: unité de mesure qui correspond à la pollution quotidienne moyenne d'une personne). L'installation comporte un collecteur qui récupère les effluents de la cave et les effluents domestiques du domaine, et un réacteur où se fait l'essentiel de la dépollution (par aération forcée puis par décantation). Le collecteur est composé de l'ancienne décantation de 8 m³, issue de la tranchée filtrante, à laquelle a été couplée une cuve de 6,5 m³. Le réacteur est composé de deux cuves de 9,5 m³. Toutes les cuves sont enterrées. Seule l'armoire de commande qui contient aussi la pompe pour transvaser, aérer et évacuer les eaux, est apparente (fig. 1). Des moyens importants ont été nécessaires pour enterrer les différentes cuves de la STEP (fig. 2).



Figure 1 | Toutes les cuves de la STEP sont enterrées, limitant l'emprise sur le paysage.



Figure 2 | Des travaux importants ont été nécessaires pour enterrer les cuves.

Une première qui peut fonctionner

A notre connaissance, il s'agit de la première installation de traitement des effluents en ligne installée sur une cave en Suisse. Le système s'est montré très performant dès son installation en août 2008 et durant les vinifications. En 2009, durant les vendanges et les vinifications, l'épuration a été insuffisante, en raison de difficultés à régler et à anticiper le fonctionnement épuratoire de la STEP. La capacité de traitement de la STEP n'a pas été diminuée hors des périodes chargées, par conséquent les micro-organismes présents dans les réacteurs et chargés de dépolluer les eaux sont «morts de faim». Reconstituer cette faune demande plusieurs semaines. Il est donc indispensable de prévoir les sauts de charge polluante importants quatre à six semaines à l'avance. Des solutions doivent encore être trouvées pour mieux digérer ces sauts de charge polluante, qui vont de 8 à 90 Eh.

Néanmoins, ce système, déjà éprouvé et approuvé pour le traitement d'effluents domestiques, peut également traiter valablement les effluents de cave. Dans le cas présent, avec des contrôles réguliers, si l'installation montre un traitement suffisant, en adéquation avec les ordonnances sur la protection des eaux, une autorisation de traitement des effluents de cave est possible, résultats déjà partiellement atteints lors de la première année d'exploitation.

Une solution adéquate

L'installation testée montre qu'il est possible de traiter les effluents de cave à la source. Cette solution est intéressante car elle permet d'une part de résoudre des problèmes dus à des situations particulières, comme ce fut le cas au Domaine de Serreaux-Dessus, et d'autre part de réduire une charge polluante importante constituée de matière organique. Le sucre et l'alcool sont en effet les principaux éléments polluants issus des caves, facilement dégradables par la STEP, mais très riches en termes de charge polluante. Rappelons que les effluents de cave sont 10 à 60 fois plus polluants que les effluents domestiques, qu'un litre de bourbes ou de vin représente la pollution quotidienne de deux personnes. A l'avenir, désengorger la charge polluante des STEP communales ou régionales sera d'autant plus utile que la prochaine génération de stations d'épuration s'attaquera à traiter les micropolluants comme les médicaments que nous rejetons dans nos toilettes. Ce traitement sera coûteux et inutile pour des effluents de cave. La construction de stations d'épuration collectives de traitement des eaux domestiques et artisanales surdimensionnées pour absorber les pointes de pollutions dues aux activités œnologiques deviendra encore plus onéreuse dans le futur.

Le traitement à la source des effluents de cave est une solution intéressante à l'avenir. Cela ne doit pas nous faire oublier que la technique ne suffit pas pour limiter la pollution des eaux; notre comportement dans la vie professionnelle et quotidienne est primordial. ■

Remerciements

Nous remercions les entreprises et personnes qui ont permis la réalisation de ce projet: MM. A. Nicolas et A. Monnard (Domaine de Serreaux-Dessus), chez qui la STEP a pu être installée et testée; M. Y.-A. Pignet (YAPI Electromécanique SA, Nyon) qui a installé, conseillé et piloté la STEP; MM. C.-A. Jaquerod et J.-F. Herren (Service des eaux, sols et assainissement du canton de Vaud) pour leur collaboration scientifique et technique; M. Michel Enggist (Service de l'écologie de l'eau de Genève) pour sa collaboration scientifique et technique; Perrin Frères SA (Nyon), qui a offert tous les travaux de terrassement nécessaires; STEINAG AG pour la mise à disposition de la STEP; Emmanuel Galineau et Zaccharie Pitteloud qui ont choisi cette thématique pour leur travail de Bachelor.

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

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

© Registered Trademark of a Syngenta Group Company /
Pergado: 50 g/kg mandipropamid, 400 g/kg folpet (WG)

Pergado®

Plus fort que la pluie,
pour une qualité
exceptionnelle

- › Souple d'emploi; rapidement à l'abri de la pluie
- › Activité sûre et durable
- › Contre le mildiou

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

syngenta

profilsager

plastic in form

steinfix®

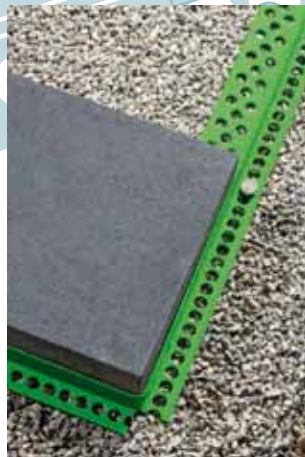
profils de bordure

pour des jardins soignés

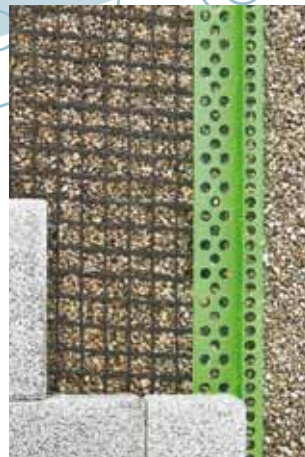


steinfix rund

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.