

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

VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE

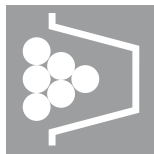


J U I L L E T - A O Û T 2 0 1 0 | V O L . 4 2 | N ° 4



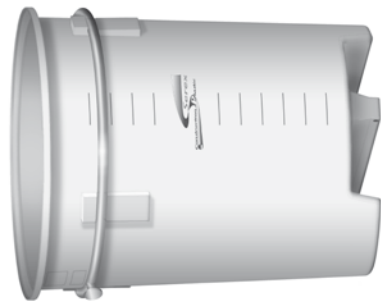
Agroscope | Agora | Agridea | AMTRA | EIC

- Viticulture** Dosage des fongicides adapté à la surface foliaire **Page 226**
- Plantes aromatiques** Semis ou plantation de la sauge, du thym et de la guimauve **Page 236**
- Baies** La culture de la myrtille en Suisse **Au centre (I-XI)**



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

Economique, pratique, écologique BAC A 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



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

www.serex-plastic.ch

Sommaire

Juillet–Août 2010 | Vol. 42 | N° 4



Photographie de couverture :

La culture de la myrtille se développe fortement en Suisse ces dernières années. Les variétés utilisées sont toutes de l'espèce américaine *Vaccinium corymbosum*, à grandes baies (ici, le cultivar Berkeley). Agroscope ACW donne des recommandations pour optimiser la réussite de cette culture exigeante. (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.

225	Editorial
	Viticulture
226	Dosage des fongicides adapté à la surface foliaire en viticulture : efficacité de la lutte Olivier VIRET, Pierre-Henri DUBUIS, Bernard BLOESCH, Anne-Lise FABRE et Daniel DUPUIS
	Plantes aromatiques et médicinales
236	Incidence du semis ou de la plantation sur le rendement et la qualité de la sauge, du thym et de la guimauve Claude-Alain CARRON, Catherine BAROFFIO et José VOUILLAMOZ
	Baies
Au centre I–XI	La culture de la myrtille André ANCAY, Catherine BAROFFIO, Vincent MICHEL et Max KOPP
	Arboriculture
248	Spectroscopie visible proche infrarouge pour décrire les fruits et prédire leurs paramètres sensoriels Irène MAPPE, René SIRET, Frédérique JOURJON, Mélanie BLIN, Céline TURBILLON et Emira MEHINAGIC
	Viticulture
258	Alimentation en eau et comportement du Pinot noir : bilan d'un essai dans le vignoble de Chamoson (VS) Jean-Laurent SPRING, Vivian ZUFFEREY, Thibaut VERDENAL et Olivier VIRET
268	Portrait
270	Page de l'EIC





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

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

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

Vins faciles ou très colmatants ?

La filtration tangentielle Flavy FX vous garantit toujours de hauts débits.



La membrane à structure asymétrique, facile à régénérer, est particulièrement efficace.

Elle assure un débit constant pour des vins faciles ou très colmatants : chargés en colloïdes ou à forte turbidité, difficiles à filtrer (vins rouges primeurs, issus de thermovinification, moelleux, à basse température...).

Les rendements sont alors **supérieurs de 20 à 50 %** aux procédés tangentiels classiques.

Nos concessionnaires agréés :

Avidor Valais SA
 3960 Sierre
 Tél. 027/456 33 05

Gigandet SA
 1853 Yvorne
 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

La petite baie qui monte...



Catherine Baroffio et André Ançay
Agroscope ACW

La production de myrtilles est en pleine extension en Suisse. Actuellement, on dénombre près de 45 hectares. Les myrtilliers cultivés sont essentiellement des espèces d'origine américaine (*Vaccinium corymbosum*). L'espèce sauvage indigène (*Vaccinium myrtillus*), caractérisée par une taille modeste et des baies de petit calibre, n'est pas utilisée pour la production commerciale. La myrtille regorge de qualités nutritionnelles: son exceptionnelle richesse en vitamines, ses fibres et ses polyphénols lui confèrent des propriétés «santé» reconnues. Les myrtilles comptent parmi les fruits qui contiennent le plus d'anthocyanes; selon les variétés, la teneur varie entre 80 et 400 mg pour 100 g de fruits.

La demande pour ces petites baies bleues est en forte augmentation. Mais leur culture en Suisse se confronte à des problèmes techniques: le myrtillier, et en particulier les espèces américaines, exige des conditions de sol très particulières qui freinent le développement de la production commerciale en Suisse. Il a besoin de sols fortement acides. Dans notre pays, les sols naturellement adaptés aux exigences spécifiques de cette espèce sont très rares et presque uniquement limités au Tessin. Dans toutes les autres situations, la culture doit être installée sur un sol avec un amendement organique acide ou en container.

La recherche a permis de proposer des solutions novatrices pour la culture de la myrtille (voir l'article de Ançay *et al.* au centre du journal) qui ont favorisé le développement de la production en améliorant:

- les techniques de culture en pots ou sur amendement organique, qui ont permis de s'affranchir de la contrainte du pH du sol, en adaptant la fumure et l'irrigation;
- les comparaisons de variétés pour permettre d'étaler la production de fin juin à fin août;
- la protection phytosanitaire, en déterminant les maladies et ravageurs qui sont apparus au fur et à mesure de l'extension des surfaces de culture, en proposant des méthodes de lutte et en travaillant sur l'homologation de produits phytosanitaires.

Pour les producteurs, la myrtille est une bonne occasion de diversifier l'offre en petits fruits, ce qui est particulièrement intéressant pour les producteurs qui commercialisent directement leur production. De plus, cette culture s'intègre de manière complémentaire dans la gestion de la main-d'œuvre.

Pour toutes les baies en général, la recherche d'ACW se focalise sur les nouvelles variétés ou espèces adaptées aux conditions suisses, l'amélioration des techniques de production, l'étalement de la période de récolte, la protection des plantes avec une priorité pour la lutte biologique et le maintien de la qualité après récolte, pour répondre aux demandes des producteurs et des consommateurs exprimées par le biais du Forum et selon notre programme de recherche.

Dosage des fongicides adapté à la surface foliaire en viticulture : efficacité de la lutte

Olivier VIRET¹, Pierre-Henri DUBUIS¹, Bernard BLOESCH¹, Anne-Lise FABRE¹, Daniel DUPUIS²

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

²Domaine de la Fine Goutte, 1166 Perroy

Renseignements : Pierre-Henri Dubuis, e-mail : pierre-henri.dubuis@acw.admin.ch, tél. +41 22 363 43 52

Administration fédérale admin.ch
AGROMETEO Prévission et gestion des risques pour l'agriculture / Agroscope

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Agrometeo

Accueil
Concept
Modélisations
Liens
Contacts

31.05.2010 : La station de Biasca est hors service pour une période indéterminée (cause : foudre).

Enquête de satisfaction

Suisse romande et Tessin
Suisse alémanique
Deutsch
Visites: 233801

Dosage des fongicides en fonction du volume foliaire de la vigne

Cette routine permet de calculer rapidement la quantité de fongicide à appliquer en fonction de la surface foliaire à traiter en indiquant **la hauteur, la largeur** du feuillage et **la distance interligne**, ainsi que **la concentration homologuée du produit**. Cette méthode est décrite dans la Revue suisse de Vitic. Arboric Hortic. 37(1) : 59-62. Elle ne s'applique qu'aux vignes palissées sur fil de fer et qu'avec des appareils de traitement parfaitement calibrés et adaptés à la culture.

Recalculer Imprimer

Produit 1
Concentration (%) ou Quantité (kg,l/ha)
0.02 % 0.32 kg

Produit 2
Concentration (%) ou Quantité (kg,l/ha)
0.1 % 1.6 kg

Produit 3
Concentration (%) ou Quantité (kg,l/ha)

Hauteur (m) 0.9
Largeur (m) 0.45
Interligne (m) 1.8
Parcelle 5500
Surface(m2)

0.156 kg ou L/ha
(5500 m2 >> 0.086 kg ou L)

0.779 kg ou L/ha
(5500 m2 >> 0.428 kg ou L)

Feuillage: 2250 m3/ha

Module de calcul du volume foliaire et du dosage des fongicides sur www.agrometeo.ch.

Introduction

Au niveau mondial, les cépages les plus cultivés appartiennent tous à l'espèce *Vitis vinifera* L., très sensible aux maladies fongiques comme le mildiou (*Plasmopara viticola*) et l'oïdium (*Erysiphe necator*). La production de vins de qualité exige la maîtrise parfaite de ces pathogènes et implique l'application préventive régulière de fongicides durant la période de végétation. La prise de conscience des risques environnementaux et

sanitaires potentiels des pesticides, entraîne une pression politique et sociale importante dans le sens d'une réduction de leur utilisation. Il en résulte une recherche intense pour minimiser la quantité et l'impact des traitements phytosanitaires, particulièrement en cultures spéciales. L'adaptation du dosage des fongicides à la surface foliaire réelle à protéger constitue une voie précieuse et rigoureuse pour réduire la quantité de produit utilisé, tout en garantissant une protection efficace. La Suisse a joué un rôle de pionnier dans ce do-

maine en adaptant les doses en arboriculture fruitière depuis une quinzaine d'années (Rüegg *et al.* 1999 a, b; Viret *et al.* 1999). En France, le projet Optidose se base sur une réflexion similaire mais en y ajoutant des paramètres tels que la pression de la maladie et le stade phénologique (Davy 2007).

En Suisse, jusqu'à la fin des années quatre-vingt, les produits phytosanitaires appliqués en viticulture étaient homologués à une concentration (%) basée sur un volume de bouillie de 2000 l/ha. Par la suite, la quantité de produit a été indiquée sous forme de concentration (%) et en kg ou en l/ha se basant sur un volume de bouillie de 600 à 1600 l/ha, en fonction du stade de développement phénologique de la vigne. Les pulvérisateurs modernes assistés d'air, de type turbodiffuseur, ont permis de réduire la quantité d'eau pour répartir la bouillie de manière optimale à la surface des feuilles en produisant une part importante de fines gouttes. Les volumes d'eau appliqués par ces pulvérisateurs varient actuellement de 150 à 400 l/ha, correspondant à une concentration de la bouillie de quatre fois. Ces indications prêtent à confusion et mènent les viticulteurs à des calculs de dosage erronés. De plus, il existe sur le marché des pulvérisateurs pneumatiques produisant des gouttelettes encore plus fines permettent de réduire encore davantage la quantité d'eau (50-250 l/ha). Dans ce contexte, rappelons que l'eau n'est qu'un support pour transporter la matière active vers la cible et que le volume d'eau appliqué par hectare dépend des caractéristiques techniques du pulvérisateur.

Au cours de sa croissance, le développement végétatif de la vigne évolue considérablement. Partant de zéro après le débourrement, les surfaces foliaires peuvent facilement dépasser 20000 m²/ha en pleine végétation (Viret *et al.* 2005). Le dosage unique des produits phytosanitaires en viticulture mène irrémédiablement à un surdosage en début de végétation et à un dosage parfois insuffisant en pleine végétation. Les surfaces foliaires par hectare dépendent de la densité de plantation; en Suisse, ce paramètre peut varier de moins de 5000 à plus de 12000 plantes/ha en fonction du mode de conduite. Selon le type d'appareil utilisé pour traiter, le volume de bouillie peut également fortement varier. Tous ces éléments justifient que la dose de produit phytosanitaire soit adaptée à la surface foliaire présente le jour du traitement et non pas à la surface de la parcelle ou au volume d'eau utilisé pour le traitement.

Résumé ■ Pour la vigne, dont la surface foliaire varie fortement durant la saison, un dosage fixe des produits phytosanitaires à l'hectare ou à l'hectolitre n'est pas approprié. En Suisse, le système de dosage actuel suit de manière linéaire le développement phénologique de la végétation. Le dosage adapté au volume foliaire permet d'appliquer la quantité de produit nécessaire pour protéger la surface foliaire effectivement présente le jour du traitement. Un module de calcul simple disponible sur www.agrometeo.ch permet d'obtenir très facilement la dose à appliquer. Les essais effectués de 2005 à 2009 à Perroy (VD) dans les conditions de la pratique montrent que le dosage adapté permet une réduction annuelle moyenne de 20 % de la quantité de produits appliqués tout en maintenant une efficacité similaire à celle du dosage actuellement homologué en Suisse. En plus de diminuer l'impact des produits phytosanitaires sur l'environnement, le dosage adapté a permis de réduire son coût de 17 %, soit une économie moyenne de 157 CHF/ha. La méthode permet d'adapter la dose sur une base objective afin d'appliquer une quantité constante de matière active par unité de surface foliaire durant toute la période de végétation de la vigne.

Les surfaces foliaires peuvent être déterminées indirectement en mesurant le volume de la haie foliaire (Siegfried *et al.* 2007). La mesure du volume foliaire étant une estimation, une dizaine de mesures de la largeur et la hauteur du feuillage à l'aide d'un double-mètre suffisent pour apprécier de manière fiable le volume foliaire à traiter (Viret *et al.* 2007). La largeur du feuillage se mesure au niveau de la zone des grappes. Cette valeur est multipliée par la hauteur de la haie foliaire et par 10000 m². Afin de tenir compte de la densité de plantation, le résultat est divisé par la distance interligne qui est habituellement connue.

Cet article présente la synthèse de cinq ans d'expérimentation du dosage adapté aux surfaces foliaires, comparé au dosage dépendant de la phénologie dans les conditions de la pratique. >

Matériel et méthodes

Essais de lutte

Les essais ont été conduits de 2005 à 2009 au Domaine de la Fine Goutte à Perroy (VD) sur du Chasselas conduit en Guyot mi-haute (2 x 0,8m) et greffé sur 3309, au lieu-dit la Rêce au bord du lac Léman dans une situation particulièrement favorable au mildiou. Dans la variante standard, huit lignes (~1344m²) ont été traitées selon l'homologation avec un dosage adapté à la phénologie (de 150 à 400l/ha). Huit autres lignes contiguës ont été traitées avec un dosage adapté au volume foliaire, selon le tableau proposé par Viret *et al.* (2005) intégré

dans le module de calcul sur www.agrometeo.ch. Les traitements ont été fait au turbo-diffuseur Fischer en passant dans un interligne sur deux avant fleur et dans tous les interlignes après fleur.

Plan de traitement

Le plan de traitement a été laissé au libre choix du producteur. Il a varié de manière importante selon les années en fonction des options stratégiques du viticulteur (tabl. 1). Les produits suivants ont été engagés une ou plusieurs années: Folpet 80 WG (folpet), Topas Vino (penconazole), Legend (quinoxifen), Cyrano (cymoxanil + fosétyl-Al + folpet), Astor (fenpropidine), Flint

Tableau 1 | Plans de traitement. Dates, volumes foliaires et produits utilisés pour les différents traitements effectués de 2005 à 2009 à Perroy (VD). Dosage standard selon index phytosanitaire et dosage adapté selon module de calcul (www.agrometeo.ch)

Traitements	2005		2006		2007		2008		2009	
1	24.05 990 m ³	folpet penconazole	19.05 1300 m ³	folpet penconazole	1.05 800 m ³	folpet soufre mouillable	23.05 800 m ³	folpet soufre mouillable	5.05 200 m ³	folpet soufre mouillable
2	3.06 1931 m ³	folpet penconazole	1.06 2300 m ³	folpet penconazole	12.05 1400 m ³	folpet soufre mouillable	29.05 1200 m ³	cymoxanil fosétyl-Al folpet penconazole	20.05 1400 m ³	folpet soufre mouillable
3	15.06 4248 m ³	folpet quinoxifen	12.06 2700 m ³	folpet penconazole	24.05 2800 m ³	folpet soufre mouillable	7.06 1900 m ³	cymoxanil fosétyl-Al folpet soufre mouillable	30.05 2100 m ³	folpet soufre mouillable
4	27.06 3819 m ³	cymoxanil fosétyl-Al folpet quinoxifen	21.06 3300 m ³	cymoxanil fosétyl-Al folpet quinoxifen	7.06 3500 m ³	folpet soufre mouillable	18.06 2800 m ³	mandipropamid folpet soufre mouillable	10.06 2800 m ³	folpet soufre mouillable
5	8.07 3549 m ³	folpet fenpropidine	30.06 4500 m ³	cymoxanil fosétyl-Al folpet quinoxifen	19.06 3300 m ³	folpet quinoxifen	28.06 3300 m ³	mandipropamid folpet penconazole	26.06 3300 m ³	folpet soufre mouillable
6	21.07 4122 m ³	folpet fenpropidine	11.07 4500 m ³	trifloxystrobine cuivre	29.06 4200 m ³	folpet trifloxystrobine	7.07 4500 m ³	mandipropamid folpet penconazole	8.07 3400 m ³	folpet trifloxystrobine
7	2.08 3068 m ³	folpet soufre mouillable cuivre	22.07 4500 m ³	folpet fenpropidine cuivre	12.07 4000 m ³	folpet fenpropidine	12.07 4500 m ³	cymoxanil fosétyl-Al folpet fenpropidine	21.07 3900 m ³	folpet trifloxystrobine
8			7.08 4500 m ³	trifloxystrobine cuivre	25.07 5335 m ³	cuivre folpet fenpropidine	19.08 4500 m ³	folpet trifloxystrobine	4.08 4200 m ³	folpet trifloxystrobine
9					6.08 4500 m ³	folpet fenpropidine	28.07 4500 m ³	folpet trifloxystrobine		
10							9.08 4500 m ³	folpet trifloxystrobine cuivre		

(trifloxystrobine), Cuivre 50, Cuprosan UDG (cuivre + folpet), Thiovit (soufre mouillable), Pergado (mandipropamid + folpet). Le dosage standard a été effectué selon les indications de l'*Index phytosanitaire pour la viticulture* publié chaque année par Agroscope Changins-Wädenswil (Wirth et al. 2010).

Dosage adapté au volume foliaire

La largeur au niveau des grappes et la hauteur ont été mesurées chacune dix fois avec un double-mètre avant chaque traitement. Les moyennes des valeurs mesurées sur le terrain ont été utilisées soit pour déterminer le volume foliaire à l'aide de la formule (largeur x hauteur x 10 000 m² / interligne) en le transposant ensuite dans le tableau de calcul de la dose (Viret et al. 2005), soit introduites directement dans le module de calcul du dosage disponible sur www.agrometeo.ch.

L'utilisation du tableau de dosage peut paraître complexe, mais une alternative pratique est le module de calcul à disposition sur www.agrometeo.ch. Après la saisie des mesures (hauteur et largeur de la haie foliaire ainsi que l'interligne) et le choix des produits, tous les calculs sont effectués automatiquement. La possibilité d'indiquer la surface de la parcelle à traiter permet d'obtenir la quantité exacte de produit à utiliser pour le traitement de la parcelle concernée. Le volume d'eau nécessaire à l'application dépendra du type de pulvérisateur engagé.

Evaluation de l'efficacité de la lutte

Dans la même parcelle, un témoin non traité d'environ 200 m² a été suivi régulièrement en fonction du risque d'infection du mildiou indiqué par le modèle VitiMeteo-Plasmopara sur la base des mesures de la station météorologique de Perroy (www.agrometeo.ch). L'état sanitaire des parcelles traitées a été suivi au même rythme que le témoin, en évaluant la présence de feuilles et de grappes atteintes. Le pourcentage moyen de feuilles et de grappes infectées a été calculé en observant 3 x 100 feuilles, respectivement 3 x 50 grappes par variante. L'intensité moyenne de l'infection a été pondérée, en estimant la surface lésée, par une note de 0 à 5 pour chaque organe observé (0,1 = 0-2,5 %, 2 = 2,5-10 %, 3 = 10-25 %, 4 = 25-50 %, 5 = > 50 % de la surface lésée). L'efficacité de la lutte a été calculée par rapport au témoin non traité selon Abbott (1925).

Résultats et discussion

Pression du mildiou de 2005 à 2009 (tabl. 2)

Durant les cinq années d'observation, la pression du mildiou a varié de manière importante en fonction des précipitations durant la période de végétation. 2007 et 2008 ont été les plus arrosées par rapport à la norme de trente ans fournie par la station de référence de Changins, avec une très forte pression de la maladie. En 2007 (excès de pluie de mai à août après un mois d'avril particulièrement sec), le mildiou est apparu à mi-juin et pratiquement l'ensemble du feuillage et des grappes était atteint à partir de mi-juillet. En 2008 (avril mouillé, mai et juin nettement en dessous de la norme, juillet à septembre mouillé), les premiers symptômes étaient visibles à fin mai et le témoin était totalement envahi à partir de début juillet. 2006 (avril-mai mouillé, juin-juillet sec, août mouillé) était une année intermédiaire avec développement tardif du mildiou à partir de fin juillet. Finalement, 2005 et 2009 ont été dans la norme des précipitations et le mildiou est resté discret jusqu'aux vendanges.

Les conditions microclimatiques de la parcelle et la zone du vignoble de Perroy au sud du village ne sont généralement pas favorable à l'oïdium. ➤

Tableau 2 | Précipitations à Perroy et nombre d'infections du mildiou calculé par le logiciel VitiMeteo-Plasmopara (www.agrometeo.ch) durant la période de végétation de la vigne

	Précipitations [mm]					
	2005	2006	2007	2008	2009	Norme 30 ans
Avril	124	124	24	162	33	62
Mai	59	147	175	87	29	78
Juin	67	45	173	57	109	83
Juillet	49	59	187	91	93	67
Août	69	156	155	103	87	75
Septembre	70	60	96	193	47	78
Somme	438	591	810	693	398	443

	Nombre d'infections du mildiou (www.agrometeo.ch , Perroy)					Moyenne 1996-2009
Mai	1	2	22	6	3	4,4
Juin	5	7	19	13	12	11,5
Juillet	5	7	16	21	12	11,6
Août	9	17	18	17	10	15,1
Somme (1 ^{er} mai au 31 août)	20 (-)*	31 (+)*	75 (++)*	57 (++)*	37 (-)*	42,6

*Appréciation globale de la situation du mildiou dans le Bassin lémanique (pression : - = faible, + = moyenne, ++ = forte)

Evolution des volumes foliaires

La figure 1 présente l'évolution des volumes foliaires au cours de la saison de 2005 à 2009. L'année 2007 est la plus précoce et 2008 la plus tardive. L'augmentation du volume foliaire a été très rapide en 2005 et la plus lente en 2009. Selon les conditions météorologiques, la date à laquelle un volume foliaire donné est atteint peut varier de plus de trois semaines. Les travaux de rognage peuvent faire diminuer le volume foliaire entre deux interventions. En 2006 et en 2008, après de très virulentes attaques de mildiou sur feuilles et sur grappes, le viticulteur a décidé d'appliquer la dose homologuée en pleine végétation, correspondant à 4500 m³/ha, de manière unilatérale pour les traitements post-floraux.

Efficacité de la lutte contre le mildiou

La parcelle utilisée pour les essais est très favorable au mildiou. Durant les cinq années d'essai, le témoin non traité présentait au mois d'août un taux d'infection des feuilles de 88 à 100 %, avec une intensité moyenne (surface lésée par feuille) de 38,4 à 94,1 % (fig. 2A).

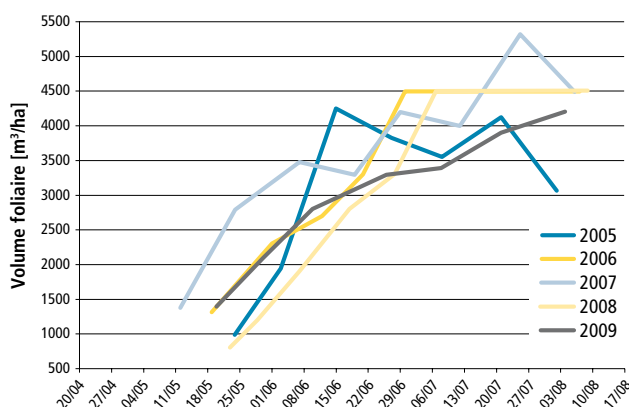


Figure 1 | Evolution des volumes foliaires durant le développement végétatif de la vigne (Chasselas greffé sur 3309) de 2005 à 2009, mesurés le jour des traitements respectifs.

Le pourcentage de grappes infectées a varié de 7,3 à 100 % avec des intensités de 0,5 à 44,7 % (fig. 2B). En 2006, 2007 et 2008, 100 % des grappes étaient atteintes par le mildiou à une intensité de 32,6 à 44,6 %.

La comparaison de l'efficacité de la lutte anti-mildiou entre la variante standard et la variante adaptée ne montre pas de différences significatives (fig. 2A et B). Le pourcentage de feuilles infectées a varié de 1,7 à 49,7 % (intensité de 0,5 à 9,9 %) dans la variante standard et de 7,3 à 51,3 % (intensité 0,7 à 10,2 %) dans la variante adaptée. Le pourcentage de grappes atteintes a quand à lui varié dans le standard de 0 à 16,5 % (intensité 0 à 4 %) et de 0 à 27,3 % (intensité 0 à 7,6 %) dans la variante adaptée. Dans les années favorables au mildiou, la lutte montre clairement ses limites dans les deux variantes, aussi bien sur feuilles que sur grappes, sans que cela se traduise toutefois par un dégât économique.

Efficacité de la lutte contre l'oïdium

L'oïdium n'est pratiquement pas apparu dans la parcelle non traitée ni dans les variantes en expérimentation. Par contre, l'expérimentation du dosage adapté dans des parcelles très exposées à l'oïdium a montré une efficacité de la lutte similaire à celle du dosage standard (données non présentées).

Réduction de la quantité de produits utilisée et des coûts

Le tableau 3 présente pour chaque année la quantité globale en kg/ha de produits phytosanitaires utilisés contre le mildiou et l'oïdium pour la variante standard et la variante adaptée aux surfaces foliaires. Le bilan sur les cinq ans montre une réduction de 6,8 kg/ha en moyenne, ce qui correspond à une réduction moyenne de 20%. En fonction des produits utilisés dans le programme de traitements, la diminution varie de 1,5 à 10,17 kg/ha (respectivement de 8 à 29 %).

Tableau 3 | Bilan de la quantité de produits appliquée et du coût de la lutte phytosanitaire

	Nombre de traitements	Standard [kg/ha]	Adapté [kg/ha]	Réduction [kg/ha]	Réduction [%]	Coûts standard [CHF/ha]	Coûts adapté [CHF/ha]	Réduction [CHF/ha]	Réduction [%]
2005	7	20,54	17,45	3,09	15,0	398	365	33	8,3
2006	8	18,16	16,66	1,5	8,3	609	566	43	7,1
2007	9	37,02	28,87	8,15	22,0	649	560	89	13,7
2008	10	42,49	31,35	11,14	26,2	1381	927	454	32,9
2009	8	35,03	24,86	10,17	29,0	708	544	164	23,2
Moyenne	8,4	30,6	23,8	6,8	20,1	749,0	592	157	17,0
Ecart-type	1,1	10,7	6,6	4,3	8,5	372,1	204,8	174,1	10,9

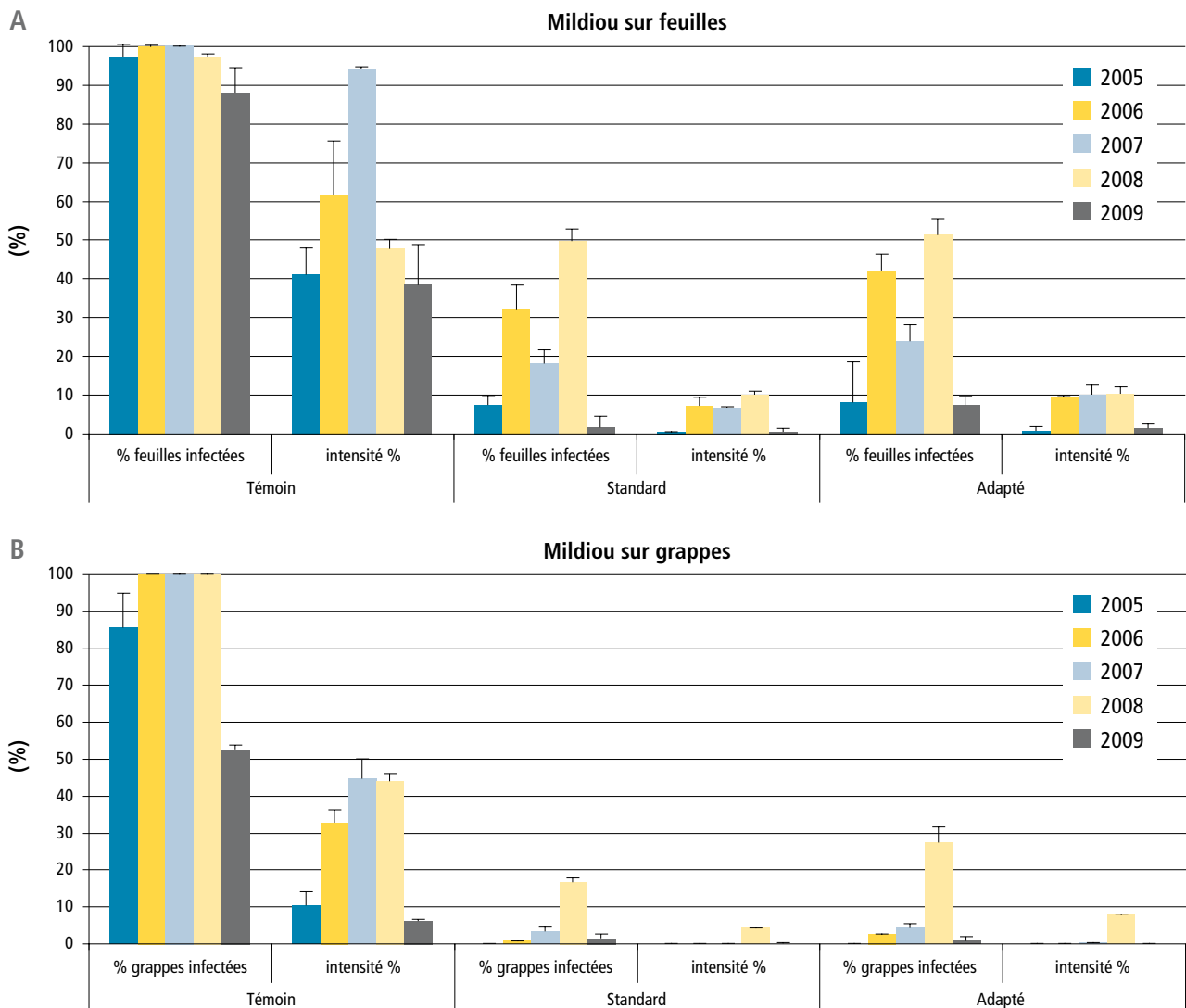


Figure 2 | Efficacité de la lutte contre le mildiou. Etat sanitaire des feuilles (A) et des grappes (B) au mois d'août des différentes variantes par rapport au témoin non traité (standard : dosage des fongicides en fonction du stade phénologique; adapté : dosage en fonction des volumes foliaires). Moyenne et écart-type de 3 x 100 feuilles et respectivement 3 x 50 grappes.

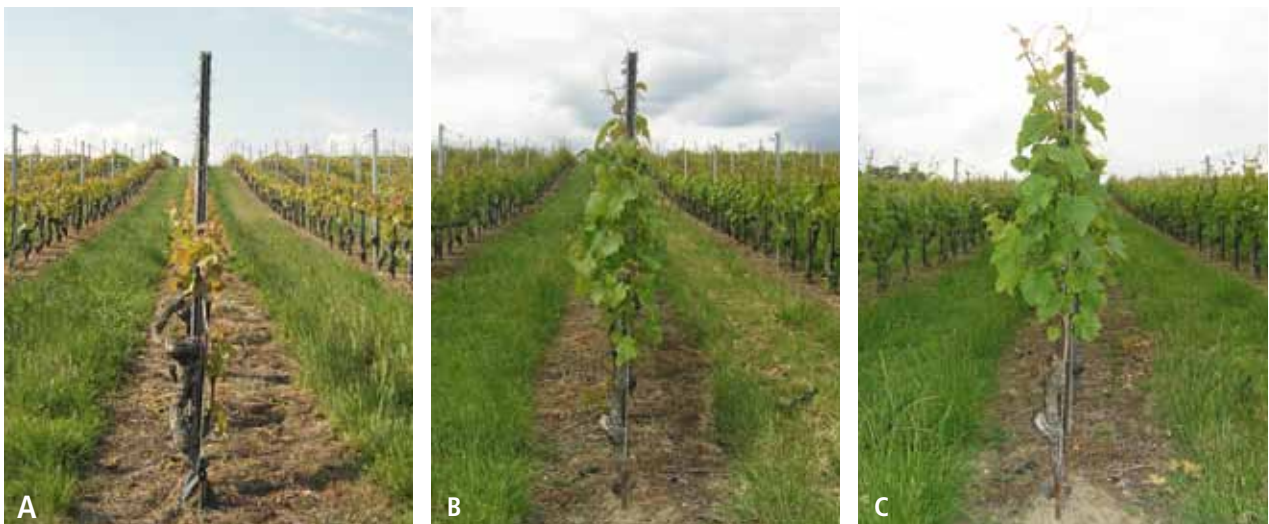


Figure 3 | Evolution des volumes foliaires à Perroy. A: 10 mai (300 m³/ha); B: 31 mai (1200 m³/ha); C: 8 juin (2000 m³/ha).

Le coût global du programme standard a varié fortement d'un minimum de 398 CHF/ha à un maximum à 1381 CHF/ha, selon le nombre de traitements et le choix des produits. Le bilan sur les cinq ans montre une réduction de 17 % des coûts de la protection phytosanitaire avec le dosage adapté au volume foliaire, correspondant à une économie moyenne de 157 CHF/ha/an.

Conclusions

- Dans une vigne, la surface foliaire à protéger par hectare augmente fortement au cours de la saison et peut varier en pleine végétation de moins de 15 000 à plus de 20 000 m²/ha, justifiant ainsi l'adaptation des doses de produits phytosanitaires appliqués.
- Le calcul des doses de produits phytosanitaires se base habituellement sur la quantité de produit par hectare ou la concentration en relation avec le volume de bouillie, alors que la cible à traiter est en réalité la surface foliaire. Celle-ci peut être déterminée indirectement par la mesure simple du volume du feuillage [(hauteur x largeur x 10 000) / distance interligne].
- Dans la lutte contre le mildiou dans une situation particulièrement favorable au pathogène, l'efficacité des dosages adaptés aux surfaces foliaires n'a pas significativement différé de celle des doses homologuées.
- La réduction de la quantité de matière active atteint en moyenne 20 % sur les cinq années d'expérimentation. Les variations annuelles dépendent de la pression des maladies fongiques et du choix des matières actives.
- Les doses adaptées aux surfaces foliaires ont permis une économie moyenne de l'ordre de 157 CHF/ha.
- Le calcul de la dose en fonction des surfaces foliaires est possible de manière très simple sur www.agrometeo.ch, dans le module «viticulture/dosage adapté».
- L'adaptation des doses à la surface foliaire va dans le sens d'une diminution de l'utilisation des pesticides, obtenue avec une méthode rigoureuse basée sur des données agronomiques précises, permettant d'assurer la qualité de la protection phytosanitaire pour une viticulture de précision. ■

Bibliographie

- Abbott W. S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* **18**, 265–267.
- Davy A., 2007. Le programme Optidose : optimisation agronomique et environnementale de la pulvérisation. *Euroviti* 157–162.
- Rüegg H.-J., Viret O. & Raisigl U., 1999a. Adaptation of spray dosage in stone-fruit orchards on the basis of tree row volume. *OEPP/EPPO Bulletin* **29**, 103–110.
- Rüegg H.-J. & Viret O., 1999b. Determination of the tree row volume in stone-fruit orchards as a tool for adapting the spray dosage. *OEPP/EPPO Bulletin* **29**, 95–101.
- Siegfried W., Viret O., Hubert B. & Wohlhauser R., 2007. Dosage of plant protection products adapted to leaf area index in viticulture. *Crop Protection* **26**, 73–82.
- Viret O., Siegfried W., Wohlhauser R. & Raisigl U., 2005. Dosage des fongicides en fonction du volume foliaire de la vigne. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **37** (1), 18–19.
- Viret O., Siegfried W., Bloesch B., Tailens J. & Mittaz C., 2007. Dosage des fongicides adaptés à la surface foliaire : résultats en 2006. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **39** (1), 65–68.
- Viret O., Rüegg H.-J., Siegfried W., Holliger E. & Raisigl U., 1999. Pulvérisation en arboriculture. Adaptation de la dose de produits phytosanitaires et de la quantité d'eau au volume des arbres fruitiers à pépins et à noyaux. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **31** (3), 1–12.
- Wirth J., Linder C., Höhn H., Dubuis P. & Naef A., 2010. Index phytosanitaire pour la viticulture 2010. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **42** (1), 1–16.

Summary**Efficacy of the leaf area adapted dosage of fungicides in viticulture**

In viticulture, a fix hectare or hectoliter dosage of plant protection products is not suitable, because the leaf area vary considerably during the growing season. The current Swiss dosage system consists in a linear adaptation, following the phenological development of the vine. Leaf area adapted dosage is aimed at delivering exactly the amount of product requested for a given leaf area present at the time of spraying. An easy and user friendly calculation module is available on www.agrometeo.ch. Between 2005 and 2009, field trials performed at Perroy (VD) have shown that the crop adapted dosage lead to an average reduction of 20 % of the quantity of fungicides applied yearly without difference in efficacy compared to the standard dosage currently used in Switzerland. Besides decreasing the impact on the environment, crop adapted spraying allowed a cost reduction of 17 %, corresponding to a decrease of 157 CHF per hectare. Crop adapted spraying makes it possible to adapt the dose according to an objective base, in order to obtain a constant quantity of active ingredient per leaf area unit during the whole growing period of the vine.

Key words: crop adapted spraying, grapevine, control strategies, downy mildew.

Zusammenfassung**Wirkung der blattflächenbezogene Dosierung der Fungizide in Rebbau**

Die Dosierung der Pflanzenschutzmittel bezogen auf Hektaren oder Hektoliter ist im Rebbau nicht geeignet, da sich die Blattfläche während der Saison stark verändert. In der Schweiz wird beim gegenwärtigen Dosierungssystem die Präparatmenge den phänologischen Entwicklungsstadien angepasst. Die blattflächenbezogene Dosierung ermöglicht eine exaktere Berechnung der Menge des eingesetzten Pflanzenschutzmittels bezogen auf die effektive Blattfläche am Tag der Behandlung. Diese kann einfach auf der Internetseite www.agrometeo.ch vorgenommen werden. Zwischen 2005 und 2009 wurden in Perroy (VD) praxisnahe Wirkungsversuche durchgeführt. Die blattflächenbezogene Dosierung der Fungizide hat zu einer durchschnittlichen Reduktion der Mengen Pflanzenschutzmittel von 20 % ohne Wirkungsverluste gegenüber der Standarddosierung geführt. Zusätzlich zur Umweltschonung führte die angepasste Dosierung zu einer Kosteneinsparung von 17 %, was mit den gewählten Produkten 157 CHF pro Hektar ergab. Die Methode ermöglicht eine genaue Anpassung der Dosierung, bezogen auf eine objektive und messbare Basis und bringt somit eine konstante Wirkstoffmenge pro Blattflächeneinheit während der ganzen Vegetationsperiode.

Riassunto**Dosaggio dei fungicidi adattato alle superficie fogliare in viticoltura: efficacia della lotta**

Nella vite, la cui superficie fogliare varia fortemente durante il periodo vegetativo, un dosaggio fisso dei prodotti fitosanitari, calcolato per ettaro o all'ettolitro, non è quindi appropriato. In Svizzera, l'attuale sistema di dosaggio segue in modo lineare lo sviluppo fenologico della vegetazione. Il dosaggio adattato al volume fogliare permette di applicare precisamente la quantità di prodotto necessaria per proteggere la superficie fogliare effettivamente presente il giorno del trattamento. Un modulo semplice di calcolo è disponibile su www.agrometeo.ch e permette di ottenere facilmente il dosaggio da applicare. Le prove condotte dal 2005 al 2009 a Perroy (VD), in condizioni pratiche, mostrano che il dosaggio adattato permette una riduzione media del 20 % della quantità dei prodotti applicati, mantenendo un'efficacia paragonabile a quella ottenuta col dosaggio attualmente omologato in Svizzera. Oltre a diminuire l'impatto dei prodotti fitosanitari sull'ambiente, il dosaggio adattato ha permesso di ridurre il suo costo del 17 %, con un risparmio medio di 157 CHF/ha. Il metodo permette di adattare il dosaggio su una base obiettiva, in modo d'applicare una quantità costante di materia attiva per unità di superficie fogliare, durante tutto il periodo vegetativo della vite.



efficace et fiable

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



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

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



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

Lisiloostrasse, 8215 Hallau / SH

E-mail: auer@rebschulen.ch

Tél. 052 681 26 27 Fax 052 681 45 63

La glace carbonique de PanGas pour les vignerons

refroidissement des moûts – macération à froid.



Pellets 3 mm
Pellets 16 mm

ICEBITZZZ™ 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

FENDT station

Un investissement qui
en vaut la peine



Sur un Fendt Vario, vous profitez de coûts d'utilisation exceptionnellement avantageux grâce à une technique d'entraînement innovante et à des motorisations à la pointe de la technique.

Vous pouvez ainsi limiter vos coûts à l'hectare, à la tonne ou au kilomètre – un facteur décisif pour votre réussite économique.

Vario de FENDT

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



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

Obtentions
Valentin **BLATTNER**

Pépinière
Philippe **BORIOLI**

INVITATION

Portes ouvertes 2010

"Découvrez de nouveaux cépages
qui vous facilitent la vigne"

Visites de cultures,
dégustations.

Vendredi 3, Samedi 4,
Mercredi 8 et Jeudi 9 Septembre.

Inscription (requis) et programme:
www.multivitis.ch

Pépinière Borioli
CH-2022 Bevaix
tél: 032 846 40 10
fax: 032 846 40 11

Incidence du semis ou de la plantation sur le rendement et la qualité de la sauge, du thym et de la guimauve

Claude-Alain CARRON, Catherine BAROFFIO et José VOUILLAMOZ, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche Conthey, 1964 Conthey

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



La parcelle d'essai de thym vulgaire (*Thymus vulgaris* L.) à Brusson en 2007 : à droite, le semis à quatre rangs, à gauche, la plantation à trois rangs.

Introduction

En Suisse, la mise en culture de la majorité des plantes aromatiques et médicinales (PAM) en zone de montagne s'effectue à partir de plantons mottés élevés en pépinière (fig. 1). Cette technique facilite la maîtrise du désherbage, en particulier en production biologique. Cependant, le semis au champ se pratique de plus en plus, notamment en Allemagne et en Autriche où les adventices sont mieux maîtrisées soit par l'utilisation d'herbicides en production conventionnelle, soit par une mécanisation pointue (Dachler et Pelzmann 1999; Bomme et al. 2002). En Suisse, la possibilité de semer

directement au champ diverses Lamiacées était déjà établie au début des années nonante (Rey 1993; Rey 1995; Rey 1996), avec l'avantage de réduire considérablement les coûts d'installation des cultures. Ce gain appréciable était toutefois contre-balançé par la difficulté de maîtriser les adventices durant les premiers mois après le semis. Dans un premier temps, cette pratique délicate et gourmande en main-d'œuvre pour le désherbage n'a eu que peu d'écho auprès des cultivateurs suisses de PAM. Avec une mécanisation accrue des cultures, la situation a récemment évolué. Les parcelles sont de plus en plus conduites en plates-bandes tracteur de trois ou quatre rangs, par opposition aux

cultures précédentes, généralement mono-lignes. Elles sont installées soit avec des plantons mottés en augmentant la densité de plantation, soit semées directement au champ. La gestion des adventices s'opère de plus en plus mécaniquement, principalement à l'aide d'outils tractés: bineuses à socs, bineuses à doigts, 'Kress' (fig.2), outil de flambage à gaz, herse étrille, etc. (Bauermeister *et al.* 2005).

La généralisation du mode de conduite en plates-bandes tracteur de trois ou quatre rangs (fig.3) à plus haute densité et la maîtrise du désherbage mécanique



Figure 1 | Plantation à la machine de plantons mottés de sauge officinale. (Photo F. Fournier, Valplantes)



Figure 2 | Détail du travail de la bineuse à doigts 'Kress' sur une plantation de sauge officinale. Le sarclage a une meilleure efficacité sur des adventices peu développées. L'emploi des étoilles est recommandé dès que les plantes ont un bon ancrage, 7-10 jours après la plantation. (Photo F. Fournier, Valplantes)

Résumé ■ En production biologique de montagne, les champs de plantes aromatiques et médicinales sont de plus en plus souvent mécanisés afin de diminuer la main-d'œuvre. Les cultures sont ainsi installées en semis direct au champ ou avec des plantons mottés. L'effet de la technique de mise en culture a été étudié sur le rendement et sur la qualité du thym (*Thymus vulgaris* L.), de la sauge (*Salvia officinalis* L.) et de la guimauve (*Althaea officinalis* L.). Pour les trois espèces, la productivité en matières sèches et active n'a guère été influencée par la technique de mise en place. Cependant, pour la guimauve, le semis est préférable car les racines sont pivotantes et moins grosses, donc plus faciles à récolter, à laver et à sécher. Pour choisir la technique d'installation de cultures, le rendement et la qualité ne sont pas les facteurs prépondérants: la pression des adventices, la possibilité de mécaniser et d'irriguer, la main-d'œuvre disponible et les facteurs post-récolte conditionnent davantage la stratégie à adopter.



Figure 3 | Vue d'une parcelle de thym vulgaire à Bruson en 2007, avec les deux modes de mise en culture: à droite le semis quatre rangs et à gauche la plantation trois rangs. Pour les mesures, la prise d'échantillons a été réalisée sur deux plates-bandes côte à côte.



ont favorisé la productivité et la rentabilité de pratiquement toutes les espèces. Selon les producteurs, la densification des cultures diminuerait également les dégâts hivernaux de gel. Pour les cultivateurs, les facteurs de décision entre semis et plantation sont multiples: la taille des semences, la rapidité de la germination; la situation édaphique, climatique et l'altitude de la culture; le précédent cultural et l'historique malherbologique de la parcelle; la possibilité d'irriguer; la disponibilité de la main-d'œuvre; les facteurs post-récolte comme le lavage, le coupage et la réduction de la durée du séchage; l'investissement financier; la réactivité en cas de gels tardifs des cultures ou en cas de commandes tardives (le semis requiert moins de temps de planification).

Actuellement, les cultivateurs de PAM en Suisse privilégient la plantation à haute densité pour le thym, la sauge, le marrube et l'hysope, avec le semis au champ en option comme sécurité en cas de commandes tardives, tandis qu'ils pratiquent plutôt le semis au champ pour la mauve, la guimauve, le plantain et la pimprenelle. Toutefois, l'incidence de la méthode de mise en culture sur le rendement et sur la qualité n'est pas encore précisément établie. Afin de comparer les deux

techniques, trois espèces importantes de la production suisse ont été étudiées: le thym vulgaire, la sauge officinale et la guimauve officinale (fig. 4).

Matériel et méthodes

Tous les essais ont eu lieu 'on farm'. Les cultures ont été conduites selon le cahier des charges de l'agriculture biologique et en suivant les normes de fumure (Carlen *et al.* 2006). Les essais de thym et de sauge ont été réalisés à Arbaz et Bruson, en Valais, avec trois parcelles de thym et une parcelle de sauge officinale (tabl. 1). Pour le thym, les mesures ont été prises en 1^{re} année sur les parcelles d'Arbaz (2006) et de Bruson (2009), et en 1^{re} et 2^e année sur la parcelle de Bruson (2006). Pour la sauge, les trois récoltes ont été suivies durant deux saisons à Bruson (2006 et 2007). Dans chaque site expérimental, des plates-bandes à quatre rangs de semis côtoyaient des plates-bandes garnies de plantons à haute densité (8–10 plantes/m²) sur trois rangs (tabl. 2 et fig. 3). Les semis ont été réalisés avec un semoir de précision pneumatique Agricola (fig. 5 et fig. 6), avec 1,5 kg de semence/ha pour le thym (env. 750 graines/m²) et 10 kg/ha pour la sauge (env. 120 graines/m²). Les plantations mécaniques



Figure 4 | La délicate fleur de la guimauve officinale (*Althaea officinalis* L.). (Photo P. Sigg, ACW)

Tableau 1 | Densités, dates de semis, de plantation et de récolte des parcelles d'essais

Parcelle	Variante	Densité	Date semis ou plantation	Date de récolte
Thym Bruson 1 ^{re} année	semis	15 g/a	15/05/2006	21/09/2006
	plantation	8,3 pl./m ²	17/05/2006	11/06/2007
Thym Arbaz 1 ^{re} année	semis	15 g/a	03/05/2006	28/09/2006
	plantation D1	8,3 pl./m ²	03/05/2006	
Thym Bruson 1 ^{re} année	semis	15 g/a	08/05/2009	10/09/2009
	plantation	10 pl./m ²	11/05/2009	
Sauge Bruson 1 ^{re} et 2 ^e année	semis	100 g/a	15/05/2006	31/08/2006
	plantation	10 pl./m ²	22/05/2006	11/06/2007 01/10/2007
Guimauve Conthey	semis	60 g/a	21/04/2002	02/10/2002
	plantation	10 pl./m ²	15/05/2002	
Guimauve Hasle-Ruegsau	semis	60 g/a	23/04/2002	16/10/2002
	plantation	10 pl./m ²	21/05/2002	

ont été réalisées avec une planteuse à légumes. Pour les mesures, la récolte a été effectuée à la tondeuse-ramasseuse portable Supercut NT 2000®. Quatre échantillons par procédé ont été prélevés au hasard sur une surface de 1,75 m² sur deux plates-bandes côte à côte, une de semis et une de plantation, afin de limiter au minimum l'influence pédologique (fig. 3). Les plantes fauchées ont été mises en caisses de maraîchage G3 pour les mesures de poids frais et secs après séchage. Le rapport feuilles/tiges a été calculé sur un mondage manuel de 100 g de matière sèche. La détermination des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation à la vapeur selon la méthode de la Pharmacopée européenne.

Les essais de guimauve ont eu lieu en 2002 dans deux sites, au centre de recherche ACW à Conthey et chez un producteur bernois à Hasle-Ruegsau, soit avec un semoir léger «Earthway Precision Gardener Seeder 1001B» à une densité de 50 g/a (env. 200 graines/m²), soit en plantant manuellement 10 plantons mottés/m². La récolte manuelle a été réalisée à la bêche à dents. Les mesures ont été prises sur quatre répétitions de dix racines. Les racines lavées ont été séchées entières à 35 °C. La teneur en mucilages exprimée par l'indice de gonflement a été mesurée selon la méthode de la Pharmacopée européenne.

Tableau 2 | Modalités des essais de thym, de sauge et de guimauve

Variété	<i>Thymus vulgaris</i> 'Varico 2' – MediSeeds Sàrl <i>Salvia officinalis</i> 'Regula' – MediSeeds Sàrl <i>Althaea officinalis</i> – UFA Samen
Conduite des cultures	Thym et sauge : plate-bande de 4 lignes pour le semis au champ; inter-rang 30 cm, plate-bande de 3 lignes pour la plantation; inter-rang 40 cm Guimauve : lignes simples pour le semis et les plantations; entre-lignes 70 cm, distance entre les plantes : 14 cm
Fumure	Thym : N : 60, P ₂ O ₅ : 30, K ₂ O : 100, Mg : 10 Sauge : N : 120, P ₂ O ₅ : 40, K ₂ O : 180, Mg : 15 Guimauve : N : 100, P ₂ O ₅ : 60, K ₂ O : 170, Mg : 20 (Carlen <i>et al.</i> 2006)
Récolte	Thym et sauge : 1 en 1 ^{re} année; 2 en 2 ^e année de culture. Outil : Supercut NT 2000 Guimauve : 1, culture annuelle
Répétitions	4 par modalité
Pesage	Matière fraîche et sèche : balance Mettler Toledo Viper SW6 (d = 1 g) Rapport feuilles/tiges : balance Kern 440-47 N (d = 0,1 g)
Séchage	Pompe à chaleur (PAC) à 35 °C; caisson en inox
% de feuilles	Mondage manuel, 100 g par lot
Analyses	Détermination de la teneur en huile essentielle par hydrodistillation à la vapeur; Indices de gonflement pour la guimauve
Situation des parcelles	2002, Conthey : guimauve : alt. 480 m; terrain plat 2002, Hasle-Ruegsau : guimauve : alt. 700 m; exposition sud; pente < 20 % 2006, Arbaz : Thym 1 ^{re} année : alt. 900 m; exposition sud; pente < 20 % 2006, Bruson : Thym 1 ^{re} année : alt. 1100 m; exposition nord-est ; pente > 20 % 2009, Bruson : Thym 1 ^{re} année : alt. 1100 m; exposition nord-est ; pente > 20 % 2006, Bruson : Saugé 1 ^{re} année : alt. 1050 m; exposition nord-est ; pente < 10 % 2007, Bruson : Saugé 2 ^e année : alt. 1050 m; exposition nord-est ; pente < 10 %
Statistiques	Tests de Tukey; Xlstat



Figure 5 | Semis de thym vulgaire à Bruson au semoir de précision pneumatique. (Photo F. Fournier, Valplantes)



Figure 6 | Gros plan d'un élément du semoir : les semences sont aspirées contre le disque et distribuées avec une excellente régularité dans le sol. (Photo F. Fournier, Valplantes)

Résultats et discussions

Thym vulgaire

Avec des cultures conduites en plate-bande à trois ou quatre rangs, la densification a favorisé la production de matière sèche, dans les variantes de semis ou de plantation. Tous procédés confondus, le rendement en matière sèche de première année a été de 291–459 g/m², soit une augmentation de biomasse de 45–50 % par rapport au rendement moyen des années précédentes (200–300 g/m²) (Agridea, 2009). L'effet bénéfique de la plantation à forte densité a été relevé dans de récents travaux menés en Iran et en Jordanie (Badi 2004; Al-Ramamneh 2009). Une distance de 15 cm entre les plantes avec un interligne de 50 cm ($\approx 130\,000$ plantes/ha) est optimale pour la productivité en matière fraîche, sèche et en huile essentielle.

En revanche, le procédé d'installation de la culture n'a guère influencé le rendement en matière sèche en 1^{re} année de culture. Une différence significative en faveur de la plantation est constatée à Arbaz en 2006, alors que dans les deux parcelles de Bruson la productivité en matière sèche a été légèrement plus élevée avec les semis (tabl. 3). D'autres facteurs, principalement la date de semis et de plantation, ont une importance majeure sur le rendement, surtout en 1^{re} année de culture. En 2^e année, la différence tend à disparaître entre les procédés (tabl. 3 et fig. 3).

Le rapport poids sec/poids frais tend à être légèrement meilleur dans les variantes semis, même si la perte en eau durant le séchage n'est pas influencée significativement par les procédés. L'effet bénéfique d'un pourcentage de feuilles élevé sur la diminution de poids lors du séchage s'explique physiologiquement: les tiges fraîches ont une teneur en eau plus importante que les feuilles.

Le taux de feuilles, particulièrement important pour l'industrie car l'huile essentielle et les métabolites secondaires recherchés s'y concentrent, a été significativement favorisé en 1^{re} année de culture par le semis au champ. L'augmentation du nombre de plantes à la surface induit des tiges plus fines et herbacées. A l'instar de la productivité, cette différence s'atténue en 2^e année. Sur la parcelle 2009, le pourcentage de feuilles n'a pas atteint les exigences des acheteurs (>50%), en raison d'une coupe de récolte trop basse (5 cm). Les épaisses tiges ligneuses basales ont préterité ce critère.

La teneur en huile essentielle n'est pas influencée par le mode de mise en culture, mais elle est sujette à une importante variation saisonnière (Hornok 1992). Les récoltes de septembre-octobre (4,07–4,23 % volume/poids [v/p] dans les feuilles sèches) ont fourni des teneurs supérieures à celles de juin (2,70–3,03 %). Globalement, ces teneurs sont élevées par rapport aux exigences de la Pharmacopée européenne (1,5 % v/p dans les feuilles séchées entières), en partie grâce à la qualité du cultivar utilisé 'Varico 2' (Rey 1994), et correspondent aux données de la littérature: de 1,5 à 4 % des feuilles sèches, jusqu'à 6,5 % pour le thym d'origine française (Teuscher *et al.*, 2005; Carlen *et al.* 2010).

Pour les essais de semis au champ, la densité de semences de 1,5 kg/ha correspond à la moyenne en Suisse, nettement plus basse que les 3 kg/ha recommandés en France (Iteipmai 2000b) et les 4–6 kg/ha en Allemagne et en Autriche (Dalcher et Pelzmann 1999). Ainsi, pour un même rendement, la densité de 1,5 kg/ha représente une économie substantielle de 1425 CHF/ha avec le cultivar 'Varico 2'. Cependant, diminuer la densité de semis sans perte de rendement nécessite un semoir de précision, des semences de qualité à haute faculté germinative, un sol finement préparé et une irrigation

Tableau 3 | Influence de la mise en culture (semis au champ ou plants mottés) sur la productivité et la qualité du thym vulgaire. Moyenne de quatre répétitions

Site, année et récoltes	Variante	Densité (pl./m ²)	Matière sèche (g/m ²)	Poids sec/poids frais (%)	Taux de feuilles (%)	Huile essentielle (%)
Arbaz 2006 1 ^{re} récolte de 1 ^{re} année	semis	> 40 ^{a*}	291 ^b	33,6	60,4 ^a	4,29
	plantation 1	8,3 ^b	393 ^a	33,6	50,3 ^b	4,34
Bruson 2006 1 ^{re} récolte de 1 ^{re} année	semis	> 40 ^{a*}	370	27,3	51,4	4,23
	plantation	8,3 ^b	309	27,0	47,1	4,07
Bruson 2007 1 ^{re} récolte de 2 ^e année	semis	> 40 ^{a*}	357	20,0	64,2	3,03
	plantation	8,3 ^b	361	21,0	62,3	2,70
Bruson 2009 1 ^{re} récolte de 1 ^{re} année	semis	> 40 ^{a*}	459	–	46,3 ^a	4,21
	plantation	10 ^b	419	–	42,3 ^b	4,08

Les petites lettres différentes indiquent des différences significatives entre les procédés (test de Tukey).

*Trop nombreux pour un comptage précis

régulière. Ces conditions ont été remplies dans les parcelles d'essais dont la production a été optimale (fig. 7). En raison de la bonne germination, à la première récolte, il n'a pas été possible de dénombrer avec exactitude les plantes restantes, trop denses, mais dans tous les cas, leur nombre dépassait 40/m² (tabl. 3).

Sauge officinale

Les résultats obtenus sur la parcelle de sauge officinale ont été sensiblement identiques à ceux du thym. La production de biomasse a été significativement supérieure en 1^{re} année dans la variante plantation à haute densité. Cet avantage a été annulé par la 1^{re} récolte en 2^e année, le bilan entre les deux procédés s'équilibrant.

Lors de la seconde récolte en 2^e année, plus aucune différence de productivité n'est visible (tabl. 4). Le rendement en herbes sèches a été de 245–314 g/m² selon le procédé pour la récolte de 1^{re} année et > 600 g/m² pour les deux variantes en 2^e année pour les deux récoltes cumulées. Ces rendements sont comparables aux données allemandes obtenues en Saxe (Röhricht et Mänicke 2004).

Comme pour le thym, la perte en eau au séchage en 1^{re} année est légèrement plus faible dans la variante semis et le taux de feuilles est influencé favorablement en 1^{re} année de culture.

Dans toutes les analyses, les teneurs en huile essentielle (1,75–2 % des feuilles sèches) ont été conformes



Figure 7 | Une parcelle de thym vulgaire à Ayent, en août, trois mois après le semis. L'occupation optimale de la surface est un gage de productivité et facilite la lutte contre les adventices par l'effet de concurrence. (Photo F. Fournier, Valplantes)

Tableau 4 | Influence de la mise en culture par semis au champ ou par plants mottés sur la productivité et la qualité de la sauge officinale. Moyenne de quatre répétitions

Parcelle	Variantes	Nombre de plantes	Matière sèche (g/m ²)	Poids sec/poids frais (%)	Taux de feuilles (%)	Huile essentielle (%)
Bruson 2006 1 ^{re} récolte de 1 ^{re} année	semis	20,3 ^a	245 ^b	21,4 ^a	73,4 ^a	1,75
	plantation	10 ^b	314 ^a	19,7 ^b	67,4 ^b	1,85
Bruson 2007 1 ^{re} récolte de 2 ^e année	semis	–	363 ^a	14,9	77,5 ^a	2,00 ^a
	plantation	–	309 ^b	16,2	64,6 ^b	1,76 ^b
Bruson 2007 2 ^e récolte de 2 ^e année	semis	–	280	20,5	83,0	1,95
	plantation	–	300	20,7	78,9	1,94

Les petites lettres différentes indiquent des différences significatives entre les procédés (test de Tukey).

aux exigences de la Pharmacopée européenne (1,5 % v/p dans les feuilles séchées entières), sans être influencées par les procédés de mise en culture. Dans les conditions de cet essai, le pourcentage d'huile essentielle ne s'est pas distingué significativement en 2^e année en fonction de l'époque de récolte (tabl. 4). Des travaux sur la sauge de Dalmatie ont montré que la saison influence davantage la composition que la teneur en huile essentielle, avec une augmentation sensible de la thuyone en automne (Perry *et al.* 1999; Teuscher *et al.* 2005).

Contrairement au thym, la densité de semences de 10 kg/ha utilisée par les producteurs suisses est plus élevée que les 4–6 kg/ha préconisés par les Français et les Allemands (Iteipmai 2000a; Dalcher et Pelzmann 1999). Le surcoût ainsi engendré s'élève à 1600 CHF/ha. Une économie substantielle pourrait donc être faite par les producteurs suisses en réduisant la quantité de 10 à 4–5 kg/ha sans modifier le rendement. Pour cela, il est nécessaire d'améliorer le taux de germination au

champ, très faible (env. 20 %) dans cet essai (tabl. 4). En conditions favorables, Rey (1995) a en effet montré que la germination au champ de la sauge atteignait une moyenne de 53–98 % selon la date de semis et un rendement en matière sèche identique pour une densité de semis de 2,2 et 4,5 kg/ha (Rey *et al.* 1992).

Guimauve officinale

Malgré des différences non significatives de rendement en racines sèches (tabl. 5), le comportement des semis et des plantons dépend avant tout de l'irrigation. Sans irrigation, le meilleur rendement (340 g/m²) a été obtenu avec les plantons à Hasle-Ruegsau. Avec une irrigation régulière, le rendement à Conthey a été doublé par rapport à Hasle-Ruegsau. Le semis au champ à Conthey a produit un rendement en racines (655 g/m²) supérieur à la plantation (554 g/m²).

Les teneurs en mucilages exprimées par l'indice de gonflement des racines sèches pulvérisées n'ont pas été influencées par les différents procédés et ont été



Figure 8 | Qualité de la récolte d'un semis de sauge officinale à Orsières : le pourcentage de feuilles est élevé et les plantes sont propres, exemptes de corps étrangers (adventices, pierres, etc.). L'outil de récolte est un prototype «Rentsch» développé pour Valplantes. (Photo F. Fournier, Valplantes)

Tableau 5 | Influence de la mise en culture par semis au champ ou par plants mottés sur la productivité, la morphologie des racines et la qualité de la guimauve officinale à Conthey (VS) et à Hasle-Ruegsau (BE) en 2002. Moyenne de quatre répétitions

Site	Variante	Rendement en racines sèches (g/m ²)	Indice de gonflement (mucilages) (ml/g)	Morphologie des racines		
				Nombre d'axes verticaux Ø > 1 cm	Ø du collet (cm)	Longueur des racines (cm)
Conthey	Plantons (10 pl./m ²)	554	10,6	7,4 ^a	4,1 ^a	23,0 ^a
	Semis (51 pl./m ²)	655	11,3	1,0 ^b	1,9 ^b	20,3 ^b
Hasle-Ruegsau	Plantons (10 pl./m ²)	340	15,7	4,8 ^a	3,2 ^a	21,2
	Semis (25 pl./m ²)	267	14,1	1,0 ^b	1,8 ^b	26,0

Les petites lettres différentes indiquent des différences significatives entre les procédés (test de Tukey).

dans toutes les variantes conformes à la norme : indice de gonflement : ≥ 10 (Bruneton 2009). Cependant, elles ont été sensiblement plus élevées à Hasle-Ruegsau qu'à Conthey sans raison apparente. Outre le stade phénologique plus avancé à Conthey (BBCH 75–79 : maturation de la graine selon Hess *et al.* 1997), l'absence d'irrigation est le facteur de différenciation le plus évident entre les sites. Il serait intéressant de vérifier si la teneur en mucilage diminue en fonction du stade phénologique (durant la maturation des graines) ou si un stress hydrique favorise la matière active.

La morphologie des racines est étroitement liée au système de mise en culture. Dans les variantes de semis au champ, les racines sont pivotantes, peu ramifiées latéralement, d'un diamètre moyen au collet < 2 cm. Par contre, les racines issues de plantons sont fasciculées avec un diamètre moyen plus important (3,2–5,4 cm selon la densité). La densité de plantation influence également le diamètre du collet : plus la plantation est serrée, plus il diminue (tabl. 5). La densité optimale est de 10–15 plantes/m² (Carlen 2003). Les agriculteurs préfèrent le semis car les racines pivotantes sont plus faciles à récolter, à laver et à sécher, ce qui réduit la main-d'œuvre et les coûts de production.

Pour la guimauve, la quantité de semences utilisée de 5 kg/ha a été similaire à celle des pays limitrophes (Dachler et Pelzmann 1999), avec une germination satisfaisante sur la parcelle irriguée à Conthey, mais moyenne à faible à Hasle-Ruegsau en raison principalement de l'absence d'arrosage. Au terme de la saison, le

nombre de racines était respectivement de 51 et 25/m² (tabl. 5), correspondant à un taux de germination de 25 et 12 %. Toutefois, cette différence de germination n'explique pas entièrement le faible rendement à Hasle-Ruegsau, imputable également à la répartition spatiale irrégulière des racines (avec des trous sur la ligne ≥ 40 cm) ainsi qu'à l'absence d'irrigation.

Conclusions

- Pour le thym et la sauge, le semis au champ ou la plantation de plantons mottés ont eu peu d'influence sur la quantité et la qualité de la matière sèche. La densification des cultures a augmenté la productivité en matière sèche pour les deux techniques d'installation, sans nuire à la qualité. Le taux de feuilles et la teneur en huile ont satisfait aux exigences des acheteurs.
- Pour la guimauve, la technique de mise en culture ne détermine ni le rendement ni la qualité ; le semis au champ est toutefois préférable car il favorise la formation de racines pivotantes plus petites, plus faciles à laver et à sécher. La plantation reste conseillée pour les parcelles non irrigables dans les climats à faibles précipitations.
- Le choix entre semis au champ ou plantation à haute densité n'est donc pas lié au rendement ou à la qualité, mais à d'autres facteurs comme la pression des adventices, les facteurs post-récolte et l'investissement financier. ■

Remerciements

Les personnes suivantes trouveront ici l'expression de notre reconnaissance : Fabien Fournier, gérant de la coopérative Valplantes, pour ses renseignements et ses clichés photographiques ; Daniel Keller, Jean-Luc Delarzes, Jean-François Constantin et François Maret pour la mise à disposition des parcelles d'essais ; Bénédicte Bruttin pour la quantification de l'huile essentielle.

Bibliographie

- Agridea, 2009. Plantes aromatiques et médicinales. Classeur de fiches techniques. 100 fiches.
- Al-Ramamneh E. M., 2009. Plant growth strategies of *Thymus vulgaris* L. in response to population density. *Industrial Crops and Products* 30 (3), 389–394.
- Badi H. N., Yazdani D., Ali S. M. & Nazari F., 2004. Effects of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in thyme, *Thymus vulgaris* L. *Industrial Crops and Products* 19 (3), 231–236.
- Bauermeister R., Total R., Baumann D. T., Bleeker P., Koller M. & Lichtenhahn M., 2005. Le désherbage pratique. Régulation mécanisée des adventices en cultures maraîchères. Agroscope ACW Wädenswil, 52 p.
- Bomme U., Brenndörfer M., Heindl A., Jäger P., Reichardt I., Schaub B., Schimmel U., Weierhäuser L. & Winter P., 2002. Heil- und Gewürzpflanzen. Daten für Kalkulation von Deckungsbeiträgen und einzelkostenfreien Leistungen. KTBL, Darmstadt, 74 p.
- Bruneton J., 2009. Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. 4^e édition, TEC & DOC, EM inter, Paris, 1269 p.
- Carlen C., 2003. Plantes médicinales : Changins teste la guimauve. Communiqué de presse. Adresse : <http://www.agroscope.admin.ch/aktuell/00198/00199/00961/01418/index.html?lang=fr> [7 avril 2010]
- Carlen C., Carron C.-A. & Amsler P., 2006. Données de base pour la fumure des plantes aromatiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 38 (6), I–VIII.
- Carlen C., Schaller M., Carron C.-A., Vouillamoz J. F. & Baroffio C. A., 2010. The new *Thymus vulgaris* L. hybrid cultivar 'Varico 3' compared to five established cultivars from Germany, France and Switzerland. *Acta Horticulturae*, in press.
- Dachler M. & Pelzmann H., 1999. Arznei- und Gewürzpflanzen : Anbau, Ernte, Aufbereitung. Österreichischer Agrarverlag, Wien, 353 p.
- Hess M., Barralis G., Bleiholder H., Buhr L., Eggers Th., Hack H. & Stauss R., 1997. Use of the extended BBCH-scale : general for the description of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. *Weed Research* 37, 433–441.
- Hornok L., 1992. Cultivation and Processing of Medicinal Plants. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK, 338 p.
- Iteipmai, 2000a. Saugé officinale. Techniques de production en agriculture biologique. Iteipmai publications, 13 p.
- Iteipmai, 2000b. Thym vulgaire. Techniques de production en agriculture biologique. Iteipmai publications, 19 p. ▶

Summary

Direct sowing versus planting of thyme, sage and marshmallow: effect on yields and quality

For organic production in mountain areas, fields of aromatic and medicinal plants are becoming more mechanized in order to reduce the workforce needs. Cultivation fields are established either by direct sowing or by planting. The effect of the cultivation technique was studied on yield and quality of thyme (*Thymus vulgaris* L.), sage (*Salvia officinalis* L.) and marshmallow (*Althaea officinalis* L.). For all three species, dry matter and active compounds production was hardly affected. However, sowing is preferred to planting for marshmallow because taproots are smaller and therefore easier to harvest, wash and dry. To choose the method of installation, yield and quality are not significant factors. Weed pressure, possibility of mechanization and irrigation, workforce availability and post-harvest factors are more decisive to determine the better strategy.

Key words: *Thymus vulgaris*, *Salvia officinalis*, *Althaea officinalis*, dry matter, essential oil, field sowing, density planting.

Zusammenfassung

Einfluss der Feldsaat und Pflanzung auf Ertrag und Qualität von Thymian, Salbei und Eibisch

Der gemäss den biologischen Richtlinien durchgeführte Anbau von Gewürz- und Medizinalpflanzen im Berggebiet wird immer mehr mechanisiert, um die Arbeitskosten zu reduzieren. Die Kulturen werden einerseits mittels Feldsaat oder andererseits mittels Setzlingen angebaut. Der Einfluss dieser beiden Anbautechniken auf den Ertrag und die Qualität von Thymian (*Thymus vulgaris* L.), Salbei (*Salvia officinalis* L.) und von Eibisch (*Althaea officinalis* L.) wurden in Kulturen mit hoher Pflanzdichte untersucht. Bei allen drei Pflanzenarten hatte die Anbautechnik kaum einen Einfluss auf den Ertrag und die Qualität des Erntegutes gehabt. Bei Eibisch war aber die Feldsaat von Vorteil, da die Wurzelmorphologie beeinflusst wurde: kleinere Wurzeln, die kaum verzweigt waren, was die Ernte, das Waschen und das Trocknen sehr stark erleichterte. Der Ertrag und die Qualität sind also keine Parameter, um sich für die Feldsaat oder für Setzlinge zu entscheiden. Andere Faktoren wie der Unkrautdruck, die Möglichkeit zu mechanisieren und zu berechnen, die Verfügbarkeit an Arbeitskräften sowie Nacherntefaktoren sind viel wichtiger.

Riassunto

Influenza della semina diretta o della piantagione sulla resa e la qualità di timo, salvia e altea comune

Nella produzione biologica in zone di montagna, i campi di piante aromatiche e medicinali sono sempre più meccanizzati al fine di ridurre le esigenze in manodopera. Le coltivazioni sono realizzate partendo da una semina diretta oppure utilizzando piantine in vasetto organico. È stato pertanto studiato l'effetto della tecnica d'impianto sulla resa e la qualità del timo (*Thymus vulgaris* L.), della salvia (*Salvia officinalis* L.) e dell'altea comune (*Althaea officinalis* L.). La tecnica d'impianto non ha influenzato molto la resa in materia secca e in sostanze attive delle tre specie. Tuttavia, la semina diretta è da preferire per l'altea comune, in quanto la morfologia delle radici è influenzata da come si mettono a dimora le colture: con la semina diretta, le radici si sviluppano a fittone e risultano più piccole, quindi più facili da raccogliere, lavare e asciugare. Nella scelta della tecnica d'impianto delle colture, la resa e la qualità non sono dei fattori preponderanti. La pressione delle infestanti, la possibilità di meccanizzazione e irrigazione, la disponibilità di manodopera e i fattori di post-raccolta condizionano maggiormente la strategia d'adottare.

- Maghami P., 1979. Culture et cueillette des plantes médicinales. Hachette. 224 p.
- Perry N. B., Anderson R. E., Brennan N. J., Douglas M. H., Heaney A. J., McGimpsey J. A. & Smallfield B. M., 1999. Essential Oils from Dalmatian Sage (*Salvia officinalis* L.): Variations among Individuals, Plant Parts, Seasons, and Sites. *Journal Agric. Food Chem.* 47 (5), 2048–2054.
- Rey C., Carron C.-A. & Nendaz B., 1992. Essai de densité de sauge officinale, Arbaz 1990–1992. Rapport interne, 4 p.
- Rey C. 1993. Semis direct au champ du thym (*Thymus vulgaris* L.). *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 25 (6), 401–403.
- Rey C., 1994. Une variété de thym vulgaire: 'Varico' (*Thymus vulgaris* L.). *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 26 (4), 249–250.
- Rey C., 1995. Comparaison du semis direct et du plant motté pour la mise en place de la sauge officinale (*Salvia officinalis* L.). *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 27 (6) 375–381.
- Rey C., 1996. Comparaison entre le semis et la plantation de la mélisse (*Melissa officinalis* L.) en montagne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 28 (6), 361–366.
- Röhricht C. & Mänicke S., 2004. Echter Salbei Anbauempfehlungen. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 32 p.



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**

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

DUVOISIN Puidoux



ÉLÉVATEURS CAMPADELLI
Bac renverseur 300-500 litres

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



Europlant S.à.r.l.

Scions fruitiers

toutes espèces fruitières

hautes tiges
arbres formés

greffage sous contrat



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



Mis au point



Biotechnologie
pour vos vins

Chaillot SA
1162 St. Prex
Hotline: 021 823 2000
www.chaillot.ch

Levures, bactéries, enzymes et nutriments

par les créateurs de
BECOPAD



www.begerow.com

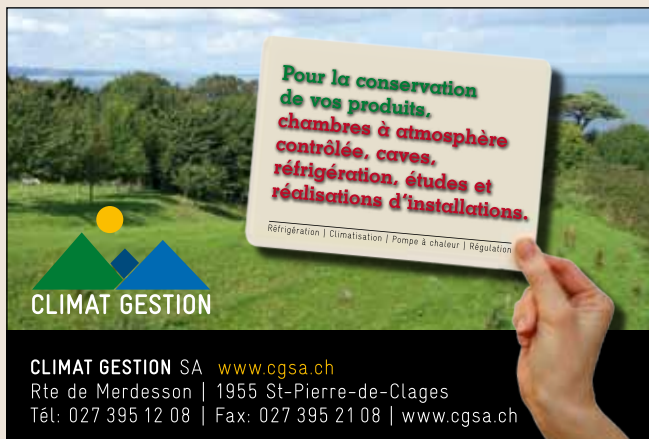


Tracteur *Viti-star* équipé de la *Cisailleuse ERO*

LOEFFEL

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

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



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 Mardesson | 1955 St-Pierre-de-Clages
Tél: 027 395 12 08 | Fax: 027 395 21 08 | www.cgsa.ch



La culture de la myrtille en Suisse

André Ançay, Catherine Baroffio et Vincent Michel,
Centre de recherche Conthey
Max Kopp, Inforama Oeschberg



La culture de la myrtille

André ANÇAY, Catherine BAROFFIO, Vincent MICHEL et Max KOPP¹,

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

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

¹Inforama Oeschberg, 3425 Koppigen



Récolte manuelle des myrtilles dans l'essai de systèmes de production à Conthey (VS).

Introduction

La production de myrtille, en pleine extension en Suisse, occupe actuellement près de 45 hectares (FUS 2009). Les myrtilliers cultivés sont essentiellement des espèces d'origine américaine (*Vaccinium corymbosum*) caractérisées par un buisson pouvant atteindre 2 m et des baies de gros calibre. L'espèce sauvage indigène *Vaccinium myrtillus* présente dans les zones acides montagneuses, de petite taille et à baies de petit calibre, n'est pas utilisée pour la production commerciale.

Son exceptionnelle richesse en vitamines, ses fibres et ses polyphénols (oxoflavonoïdes et anthocyanes en particulier) confèrent à la myrtille des qualités nutritionnelles reconnues. Elle possède en outre des propriétés antiseptiques, antidiarrhéiques et anti-hémorragiques (Charles *et al.* 1986). Elle figure parmi les fruits dont la teneur en anthocyanes est la plus élevée : entre 80 et 400 mg par 100 g de fruits, selon la variété, avec les cinq principaux d'entre eux : cyanidine, delphinidine, péonidine, pétunidine et malvidine (Herrmann 2001).

Installation de la culture

Le myrtillier, surtout le myrtillier américain, exige des sols fortement acides (pH de 4 à 5) et riches en matière organique. La production est également possible avec un pH plus élevé (6–6,5) pour autant que le sol soit dépourvu de carbonates (Liebster 1961). En Suisse, les sols répondant naturellement aux exigences spécifiques de cette espèce sont très rares et se limitent presque uniquement au Tessin. Pour toutes les autres situations, la culture nécessite un amendement organique acide sur le sol ou un container. Différentes possibilités sont présentées ci-dessous.

Production sur couverture organique totale de bois broyé

Le sol est recouvert de copeaux et d'écorce de bois, de préférence issus de conifères (fig. 1), à raison de 6000 à 10000 m³/ha. Pour favoriser la reprise, le trou de plantation est rempli de tourbe humide. Généralement, on utilise des plants en pots de deux à trois ans, mais des plants à racines nues peuvent également être installés directement. Pour que la couche de copeaux reste suffisante au niveau des racines, des apports supplémentaires de 10 à 20 cm d'épaisseur doivent être faits tous les deux ou trois ans. Ce mode de culture ne nécessite pas de système d'irrigation particulier.

Il s'est développé avec succès depuis les années 1980, dans l'Emmental et la région Berne-Fribourg-Soleure, et représente actuellement près du tiers de la production Suisse. Ce système modifie à long terme la structure du sol.



Figure 1 | Couverture totale du sol.

Système en tranchées

La culture se fait dans des tranchées profondes de 50 cm et larges de 50 cm, remplies de sciure (fig. 2). Tous les deux ou trois ans, il faut rajouter de la sciure. Comme cette matière organique a un faible pouvoir de rétention de l'eau, l'installation d'un système d'irrigation est nécessaire, soit avec une ligne de goutte-à-goutte (T-Tape) de chaque côté de la ligne de plantation, soit



Figure 2 | Système «tranchées».

avec une micro-aspiration. En fonction de la structure de la matière organique utilisée et du développement des plantes, il faut prévoir entre deux et dix irrigations hebdomadaires.

Système «Frick» (Schmid 2005)

Système comparable au précédent, mais avec des tranchées moins profondes (20–30 cm). En surface, une butte est créée en apportant des écorces ou du bois broyé sur une hauteur de 20 cm.

Système en containers

Les plants sont cultivés en containers remplis soit de sciure, soit d'un mélange de tourbe, sciure et copeaux de bois (fig. 3). Des pots de 45 litres adaptés aux cultures



Figure 3 | Système «container».

de longue durée sont généralement utilisés. Tous les deux ou trois ans, le contenu des pots doit être ajusté par un apport de sciure ou copeaux de bois. Les cultures plus intensives, sous tunnel par exemple, peuvent être conduites en pots de 10 litres (Stremer et Linnenmannstöns 2009). L'irrigation combinée à la fertilisation se gère comme pour une culture sur substrat avec deux ou trois apports par jour.

Le tableau 1 présente les avantages et inconvénients des différents systèmes.

Tableau 1 | Avantages et inconvénients des différents systèmes

	Couver- ture or- ganique	Système «tran- chées»	Système «Frick»	Contai- ner
Coûts de la matière organique + mise en place	--	-	+	++
Gestion de l'irrigation	++	-	+	--
Gestion de la fumure	++	-	+	--
Adaptation à la production biologique	++	++	++	--
Gestion des adventices	-	0	+	++

Choix variétal

Le choix de la variété est un critère prépondérant pour la réussite de la culture. Les principaux critères de sélection à prendre en compte sont :

- le calibre des fruits
- la qualité gustative des baies
- la facilité de cueillette
- la maturité groupée des fruits
- la vigueur des arbustes
- la tenue des baies après récolte
- l'échelonnement de la période de production.

Le calibre des fruits et la maturité groupée des fruits jouent un rôle prépondérant dans la vitesse de récolte. Il est important d'avoir des buissons vigoureux

Tableau 2 | Variétés testées et mode de culture des essais d'ACW

Variétés	Ama, Berkeley, Birgitta Blue, Bluecrop, Coville, Dixi, Elliot, Goldtraube, Patriot, Spartan, Vaccinium
Plantation	En tranchées remplies de sciure de 50 cm de profondeur et de largeur
Type de plants utilisés pour la plantation	Plants en pot de 2 ans Hauteur des plants : 2 à 3 tiges de 30–40 cm
Ferti-irrigation	Fertilisation : 65 N, 25 P ₂ O ₅ , 60 K ₂ O, 15 Mg. Irrigation au goutte-à-goutte (2 goutteurs par plant) avec l'eau du réseau

pour assurer un renouvellement régulier des jeunes pousses et des ramilles fruitières, ce qui influence directement le rendement des plantes et leur durée de vie.

Les résultats présentés dans les tableaux suivants et les recommandations sont basés sur des travaux du Centre de recherche Conthey d'Agroscope Changins-Wädenswil (ACW). Un essai avec onze variétés a été mis en place en 2001. Les observations ont porté sur cinq années de récolte, de 2004 à 2008. Les caractéristiques de l'essai sont présentées dans le tableau 2. Au début de la culture, les plantes ont eu une faible croissance et ont eu besoin de deux ans pour entrer en production.

Coville a été une des variétés avec les buissons les plus vigoureux, mais la mise à fruits était très mauvaise. De ce fait, son rendement cumulé était nettement plus bas que celui des autres variétés (fig. 4).

Avec plus de 14 kg par buisson, la variété Bluecrop (fig. 5) fournit le meilleur rendement cumulé. Ses fruits faciles à récolter et d'un diamètre supérieur à 15 mm (tabl. 3) permettent une grande vitesse de récolte. Birgitta Blue présente les fruits les plus gros (tabl. 3) et également un très bon potentiel de rendement. Patriot (fig. 6) est particulièrement intéressante pour sa précocité. La variété Goldtraube est très productive, mais ses fruits sont plus petits. Malgré leur potentiel de production important, les cultivars Ama et Vaccinium sont peu

intéressants en culture commerciale, car les fruits sont de trop faible calibre et, de plus, difficiles à cueillir, ce qui renchérit la récolte. Avec son rendement et son calibre des fruits moyens, la variété Elliot peut cependant être retenue pour sa maturité tardive, sa pleine production se situant à la mi-août. >

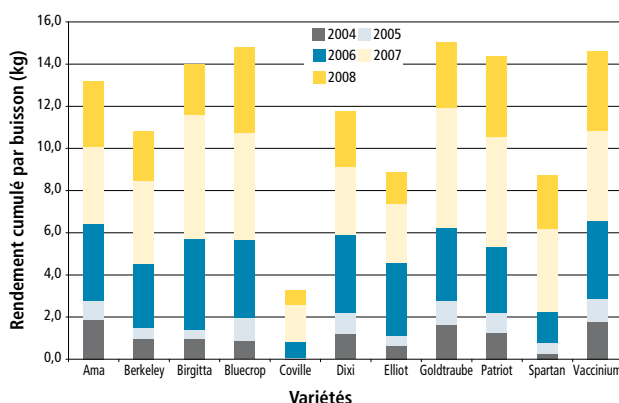


Figure 4 | Rendement cumulé obtenu par les différentes variétés de 2004 à 2008.



Figure 5 | Cultivar Bluecrop.



Figure 6 | Cultivar Patriot.

Tableau 3 | Comparaison du poids, du calibre et de la qualité des fruits pour les différentes variétés

Variété	Poids des fruits (g)	Diamètre (mm)	Qualité	
			Sucre (° Brix)	Acidité (g/l d'acide citrique)
Ama	1,0	11,2	9,9	8,7
Berkeley	1,3	13,5	12,5	12,2
Birgitta Blue	1,8	16,5	11,0	16,1
Bluecrop	1,7	15,3	11,0	10,4
Coville	1,4	13,5	10,9	22,0
Dixi	1,7	14,7	11,3	12,2
Elliot	1,3	13,7	12,0	18,0
Goldtraube	1,3	14,0	10,7	15,8
Patriot	1,5	15,2	10,9	12,7
Spartan	1,3	14,4	11,8	9,8
Vaccinium	1,1	12,5	10,7	15,7

Les résultats expriment les moyennes obtenues pour les différents paramètres pour les années 2004 à 2008. Le poids des fruits a été calculé lors de chaque récolte, le diamètre des baies et les mesures de qualité une fois par année lors de la récolte principale.

L'assortiment variétal proposé permet d'étaler la récolte de fin juin à début août (tabl. 4). Aucune des variétés testées n'a subi de dégâts de gel d'hiver ou sur fleur.

Les analyses qualitatives effectuées chaque année au milieu de la période de récolte montrent que les variétés Berkeley, Elliot et Spartan sont les plus sucrées. Coville et Elliot sont les plus acides. Les variétés Bluecrop, Patriot, Birgitta Blue et Spartan ont été jugées les meilleures lors de deux tests hédoniques réalisés en 2005 et 2006, où une centaine de personnes ont noté les variétés sur une échelle de 1 (extrêmement désagréable) à 9 (très agréable). Malgré son taux de sucre élevé, la variété Berkeley a été moins appréciée, probablement car elle manque un peu d'acidité (tabl. 3).

Selon nos essais, les variétés les plus intéressantes sont les suivantes: Bluecrop, Patriot, Berkeley et Birgitta Blue.

Les principales caractéristiques agronomiques des variétés testées sont présentées dans le tableau 4. Une récolte groupée signifie une à deux récoltes à intervalle de deux semaines. Une récolte étalée représente trois à quatre passages échelonnés sur un mois. Le tableau 5 présente la sensibilité des différentes variétés aux principales maladies du myrtillier.

Mode de conduite

Le buisson est la forme naturelle de développement du myrtillier, la plus adaptée pour cette espèce. Pour les cultures en containers, un léger palissage est nécessaire pour soutenir les branches et faciliter la cueillette. Les distances de plantation adaptées aux différents modes de conduite sont présentées dans le tableau 6. Elles peuvent être corrigées en fonction de la vigueur et du port de la variété.

Tableau 4 | Caractéristiques agronomiques des différentes variétés

Variétés	Vigueur	Type de croissance	Maturité*	Durée de la récolte	Remarques
Ama	Moyenne	Semi-érigé	Précoce 20 juin	Groupée	–
Berkeley	Forte	Semi-érigé à étalé	Mi-tardive 10 juillet	Étalée	Sensibilité moyenne au gel
Birgitta Blue	Moyenne à forte	Semi-érigé	Mi-tardive 10 juillet	Groupée	Pollinisation difficile
Bluecrop	Moyenne	Érigé	Mi-précoce 5 juillet	Étalée	Très résistante au gel
Coville	Forte à très forte	Ouvert	Mi-tardive 12 juillet	Groupée	Mise à fruits difficile
Dixi	Forte	Ouvert	Tardive 15 juillet	Groupée	Grande cicatrice pédonculaire
Elliot	Forte	Érigé	Très tardive 25 juillet	Groupée	Très résistante au gel
Goldtraube	Forte à très forte	Semi-érigé	Mi-tardive 12 juillet	Groupée	
Patriot	Moyenne à forte	Semi-érigé	Mi-précoce 5 juillet	Groupée	Résistante au gel d'hiver Floraison précoce
Spartan	Forte	Semi-érigé	Précoce 25 juin	Groupée	
Vaccinium	Forte	Érigé	Mi-tardive 12 juillet	Groupée	

*La maturité exprime la date moyenne du début de récolte pour les années 2004 à 2008.

Tableau 5 | Sensibilité à l'antracnose (*Colletotrichum acutatum*) et à *Godronia cassandrae* de quelques variétés de myrtille

Variété	Part de fruits atteints par <i>Colletotrichum acutatum</i>	Sensibilité à <i>Colletotrichum acutatum</i>	Sensibilité à <i>Godronia cassandrae</i>
Berkeley	45 %	Modérée	Modérée
Birgitta Blue	18 %	Très faible	–
Bluecrop	78 %	Très élevée	Elevée
Concord	pt*	–	Faible
Coville	pt*	–	Elevée
Dixi	62 %	Elevée	–
Duke	44 %	Modérée	–
Elliot	15 %	Très faible	–
Earliblue	pt*	–	Elevée
Goldtraube	pt*	–	
Patriot	58 %	Modérée	
Spartan	78 %	Très élevée	

*pt = variété pas testée

Source *Colletotrichum acutatum*: Polashock et al. 2005.

Source *Godronia cassandrae*: Caruso et Ramsdell 1995.

Tableau 6 | Distances de plantation recommandées pour le myrtillier

Système de production	Entre les rangs (m)	Sur le rang (m)
Plein champ ou sol recouvert d'écorce	2,5–3	1,5
Tranchées ou «Frick»	2,5–3	1–1,5
Container	2,5	0,8–1

Taille

Les plantes se développent très lentement après la plantation, il est donc important, lors de la commande, de choisir des plants de deux ou trois ans bien développés, qui permettront de gagner une année sur l'entrée en production. En fonction de la qualité des plants, les boutons floraux doivent être enlevés en coupant la partie supérieure des tiges la première, voire la deuxième année après la plantation.

Le myrtilleur doit être conduit en buisson constitué de quatre à six branches renouvelables sur un cycle de trois à quatre ans (Villeneuve 1984). Lorsque la taille est insuffisante, les buissons ont des pousses faibles et ne produisent plus de bois jeunes. Une taille sévère donne une production plus faible avec de grosses baies et plus de jeunes bois.

Taille d'entretien

La taille doit permettre la pénétration de la lumière dans le buisson pour garantir l'émission de pousses vigoureuses et donner une structure au buisson afin de faciliter la récolte. Elle peut se faire toutes les années ou, en fonction de la croissance des buissons, plus sévèrement tous les deux ou trois ans (Tillard *et al.* 1998). Comme le myrtilleur fructifie essentiellement sur le bois d'un an, les rameaux doivent être renouvelés régulièrement.

Par la taille, il faudra éliminer :

- le vieux bois pour éclaircir le buisson et permettre le développement de nouvelles pousses issues de la base
- les branches basses dont les fruits sont difficiles à cueillir
- les rameaux les plus faibles ou trop à l'intérieur du buisson.

Fertilisation

Une fertilisation raisonnée améliore de façon sensible la végétation et les rendements, sans pour autant pénaliser la qualité du fruit. Les normes de fumure sont présentées dans le tableau 7 et doivent

Tableau 7 | Exigences nutritives du myrtilleur (FUS 2007)

Rendement (kg/m ²)	Normes de fumure (kg/ha)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
1,0	30	20	50	10
1,5	35	25	60	15
2,0	40	30	70	20

être corrigées en fonction d'une analyse de l'amendement organique sur lequel la myrtille est cultivée. La fumure azotée est pondérée en fonction de la vigueur.

Si la culture se fait sur un amendement organique autre que la tourbe, la norme de fumure azotée peut être majorée d'une vingtaine d'unités pour garantir une croissance optimale.

Pour les cultures installées sur une couverture organique, la fumure est apportée sur toute la surface. Pour les systèmes «tranchées» ou «Frick», la fumure est localisée sur la ligne de plantation et il est conseillé de fractionner les apports d'azote (toutes les trois à quatre semaines) du début de la végétation à la mi-août.

Pour les cultures en pots, les éléments fertilisants peuvent être apportés avec l'irrigation.

Le myrtilleur est une plante acidophile sensible à l'excès de calcaire, aux carences en potasse et au déséquilibre en oligo-éléments tels que le zinc ou le bore. Il est recommandé d'utiliser des engrais à action acidifiante sur le sol, comme le sulfate d'ammonium, le sulfate de potasse, le sulfate de magnésium et des engrais phosphatés (FUS 2007).

Lorsque les myrtilleurs sont cultivés dans du matériel organique non composté (copeaux, fibres de bois, sciure), un apport spécifique d'azote de 30 kg N/ha doit être fait l'année de la mise en place de l'amendement pour compenser la mobilisation de l'azote par les micro-organismes qui le décomposent.

Irrigation

Le myrtilleur est exigeant en eau, mais craint les excès ; il faut maintenir le substrat constamment humide. Ses besoins sont comparables à ceux du framboisier. Il est préférable d'apporter régulièrement des petites quantités d'eau, car le myrtilleur a un système racinaire très superficiel et ses racines n'ont pas de poils absorbants. Le goutte-à-goutte est particulièrement bien adapté. En fonction du type d'amendement organique, de la croissance des plantes et des conditions climatiques, il faut prévoir entre deux et quatre irrigations hebdomadaires de 4 mm par apport (40 m³/ha). Il n'est pas nécessaire d'utiliser de l'eau décalcifiée pour irriguer. Par contre, chaque printemps, du soufre élémentaire doit être apporté pour baisser le pH : entre 50 et 100 g de soufre (87 % S) par plante, suivant la charge en carbonate de l'eau et le pH du sol.

Récolte

La période de récolte varie selon la variété. Pour qu'une baie puisse exprimer son potentiel de qualité, elle ne doit pas être récoltée avant d'avoir atteint son stade optimal de maturité (baies complètement colorées). Les analyses de qualité effectuées sur les différentes variétés montrent qu'avant ce stade, les teneurs en sucre sont nettement plus basses et l'acidité trop élevée. A maturité, les fruits peuvent rester quelques jours sur les buissons, ce qui aura un effet positif sur le développement des arômes. Attention toutefois car, à ce stade, les fruits se détachent facilement et la perte de fruits peut être importante, en particulier dans les régions venteuses.

Conservation

Les myrtilles évoluent rapidement à température ambiante. Après la récolte, les fruits doivent ainsi être refroidis rapidement pour prolonger leur conservation et freiner l'apparition de maladies, en particulier l'anthracnose et la pourriture grise. Différentes possibilités de stockage existent en fonction de la durée de conservation désirée (tabl. 8). La variété Bluecrop se prête particulièrement bien au stockage, en atmosphère contrôlée elle peut facilement être conservée six semaines. Des essais de conservation effectués en Allemagne ont montré qu'une adjonction de CO₂ de 12 %, sans apport d'O₂, était la variante avec la meilleure qualité gustative sans péjoration de la qualité visuelle des fruits ou présence de botrytis (Harb et Streif 2006).

Si la période de conservation est trop longue, les fruits perdent en jutosité, en texture et gagnent en acidité. Après stockage à basse température, la marchandise doit être réchauffée par paliers de 5 à 7 °C, jusqu'à 10 à 14 °C pour le transport et jusqu'à température ambiante pour la commercialisation, afin d'éviter la formation de condensation. Les premiers jours de stockage, les fruits absorbent une partie du CO₂, il est donc conseillé d'en injecter 15 % au départ et de contrôler et ajuster régulièrement sa teneur.

Tableau 8 | Conditions d'entreposage recommandées pour les myrtilles

	T (°C)	HR (%)	CO ₂ (%)	Durée	Variétés recommandées
Prérefrigération et transport	10-14	90		3 jours	Toutes
Refroidir 6 à 8 h à 0 °C et couvrir avec une housse de plastique	0 ± 0,5	90-95		2 semaines	Toutes
Refroidir 24 h et injecter le CO ₂	0 ± 0,5	90-95	12	6 semaines	Bluecrop

Protection de la culture

Oiseaux

Les oiseaux, merles et étourneaux en particulier, sont friands de baies de myrtilles et peuvent causer des dégâts importants aux cultures surtout sur les petites surfaces. Dans les zones sensibles, il faut donc prévoir une protection efficace.

Ravageurs

Pucerons

Pucerons noirs: *Aphis gossypii*, *A. fabae*, *A. vaccinii*
Pucerons verts et jaunes: *Fimbryaphis (Ericaphis) scammelli*, *Macrosiphon euphorbiae*, *Illinoia sp.* (introduits depuis les Etats-Unis).

La liste ci-dessus se base sur la bibliographie existante et n'est pas exhaustive. Quelques espèces de pucerons ont été introduites en même temps que les plantes provenant du continent nord-américain et cultivées sous tunnel.

Symptômes: les pousses et les feuilles sont déformées. Le miellat est déposé sur la plante et les fruits sont collants. Les pucerons sucent la sève et peuvent transmettre des maladies virales. Les premières attaques ont lieu au moment de la floraison.

Contrôle et lutte: contrôler les plantes au moins deux fois par semaine en début de végétation. Les températures entre 18 et 25 °C sont optimales pour le développement des pucerons. La présence de fourmis peut aider à localiser rapidement les premiers plants infestés. Éliminer les feuilles déformées. Favoriser les insectes auxiliaires (attention: les fourmis éloignent les auxiliaires pour sauvegarder leur garde-manger!).

Cochenilles

Lecanium corni, *Pulvinaria vitis*

La littérature mentionne également d'autres espèces de cochenilles. Leur biologie et les méthodes de lutte sont semblables pour toutes les cochenilles attaquant les myrtilliers.

Symptômes: au début, la présence des cochenilles peut passer inaperçue (fig. 7). Les branches fortement



Figure 7 | Cochenilles sur un rameau.

infestées dépérissent. La croissance des pousses annuelles est fortement entravée.

Contrôle et lutte: éliminer par une taille sévère les tiges attaquées. Le traitement est autorisé au stade repos ou au débourrement avec une pulvérisation à haut volume pour garantir une bonne pénétration du produit.

Chenilles

Cheimatobie: *Operophtora brumata*

Noctuelle: *Hyppa rectiligna*

Tordeuse: *Sparganothis pilleriana*

Beaucoup de chenilles peuvent attaquer les myrtilles. Leur détermination n'est pas toujours aisée si l'adulte n'est pas visible.

Symptômes: les feuilles, les bourgeons et les fleurs sont attaqués (fig. 8).

Contrôle et lutte: contrôler régulièrement les buissons au printemps. Lutter de préférence en début d'été avec des produits phytosanitaires autorisés.

Cécidomyie du myrtillier

Dasyneura oxycoccana et *Prodiplosis (Contarinia) vaccinii*

Ces ravageurs sont originaires des Etats-Unis et se trouvent également dans la région méditerranéenne. Avec l'augmentation des importations de myrtilliers cultivés en pots sous abri, ces ravageurs sont apparus en Europe centrale et septentrionale.

Symptômes: les larves se nourrissent de l'intérieur des feuilles terminales. L'extrémité devient brune (fig. 9). La première génération apparaît à la mi-mai. L'adulte pond ses œufs dans un bourgeon terminal. Larves et pupes durent dix jours et l'adulte, quatre à six jours. Plusieurs générations se succèdent jusqu'en septembre; les larves descendent alors dans le sol pour hiverner (fig. 10).

Contrôle et lutte: les techniques de buttage peuvent être efficaces pour empêcher l'éclosion des adultes au printemps. Actuellement, aucun macro-organisme n'est signalé comme efficace pour lutter contre ce ravageur. La période de traitement chimique doit coïncider avec l'émergence de la 1^{re} génération.

Maladies

Les maladies les plus importantes en Suisse sont l'antracnose (*Colletotrichum acutatum*), la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) et un dépérissement des tiges (dû à *Godronia cassandrae*). Ces trois maladies peuvent attaquer tiges et feuilles et causer leur dépérissement (fig. 11). L'antracnose et la pourriture grise peuvent aussi atteindre les fruits. Le cycle de ces deux dernières maladies est relativement semblable. L'infection princi-



Figure 8 | Dégâts dus aux chenilles (Photo M. Kopp, Inforama Oeschberg).

Figure 9 | Symptôme typique de la cécidomyie sur le bourgeon terminal. (Photo H. U. Höpli)



Figure 10 | Larve de cécidomyie du myrtillier. (Photo H. U. Höpli)

Figure 11 | Dépérissement des tiges de la myrtille d'Amérique causé par plusieurs pathogènes.



pale se fait par la fleur à la floraison. En cas de forte pression, les fleurs et fruits en formation dépérissent (fig. 12). Avec une moindre pression, les champignons peuvent coloniser les fruits sans exprimer de signes d'infection extérieure (infection latente), puis se développer fortement au stade de pleine maturité et sporuler à la surface des fruits (fig. 13). Ce cas est particulièrement nuisible car les dégâts se manifestent uniquement après la récolte. Pour retarder l'apparition de la sporulation en surface, les fruits doivent être stockés au froid tout de suite après la récolte. Par une bonne gestion de la conservation après la récolte, une partie des pertes par infection latente peut ainsi être évitée (fig. 14).

Anthracnose

L'anthracnose de la myrtille est causée par *Colletotrichum acutatum*. Le champignon infecte les feuilles (fig. 15), les tiges et les fleurs. Ensuite, les tiges sèchent et des corps de sporulation se forment et sporulent par temps humide. Le champignon passe l'hiver dans des tiges mortes. Au printemps, ces tiges forment une source d'inoculum important. Les bourgeons sont également très favorables à la survie de *C. acutatum* (fig. 16). Contrairement aux tiges, ils ne dépérissent pas obligatoirement après l'infection et le pathogène peut y survivre, sans symptômes visibles. Au printemps, des corps de sporulation se forment sur les écailles des bourgeons. Proches des fleurs, ils constituent des sources d'infection très dangereuses.

La lutte contre l'anthracnose commence par le choix des variétés, de sensibilité très variable à l'anthracnose (tabl. 5). L'élimination des sources d'inoculum lors de la taille, surtout les tiges sèches, est le prochain pas pour réduire l'anthracnose. Le bois de taille doit être ramassé et sorti de la culture pour éviter une infection. Les mesures pour diminuer l'humidité dans la culture, telles qu'une bonne aération (taille, exposition de la culture) ou l'installation d'un abri, sont d'autres moyens de lutte préventive. Ils sont d'autant plus importants qu'actuellement une seule matière active, la trifloxy-strobine (Flint et Tega), est homologuée. L'application de ces fongicides doit se concentrer sur la protection des fleurs.

Dépérissement des tiges

Cette maladie causée par *Godronia cassandrae* n'infecte pas les fruits, mais les symptômes sur tiges (fig. 17), feuilles (fig. 18) et bourgeons (fig. 19) ressemblent beaucoup à ceux de l'anthracnose. Sur ces organes, des corps de sporulation appelés pycnides expulsent des masses de spores collées ensemble qui ressemblent à du dentifrice (fig. 19), à partir du printemps,

Figure 12 | Fruits infectés par *Botrytis cinerea*.

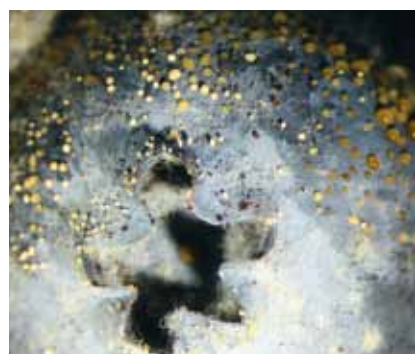


Figure 13 | Sporulation de *Colletotrichum acutatum* sur fruit.



Figure 14 | Fruits de la variété Bluecrop juste après la récolte (à gauche). Fruits du même lot après une semaine d'incubation à 20 °C (à droite). Presque tous les fruits sont couverts de spores de *Colletotrichum acutatum*.



Figure 15 | Symptômes de *Colletotrichum acutatum* sur feuilles, avec sporulation rose sur la partie gauche de la feuille.

Figure 16 | Sporulation de *Colletotrichum acutatum* sur un bourgeon.





Figure 17 | Symptômes de *Godronia cassandrae* sur tige, couverte de corps de sporulation.



Figure 18 | Symptômes de *Godronia cassandrae* sur feuille, le centre des nécroses de couleur beige est couvert de corps de sporulation.



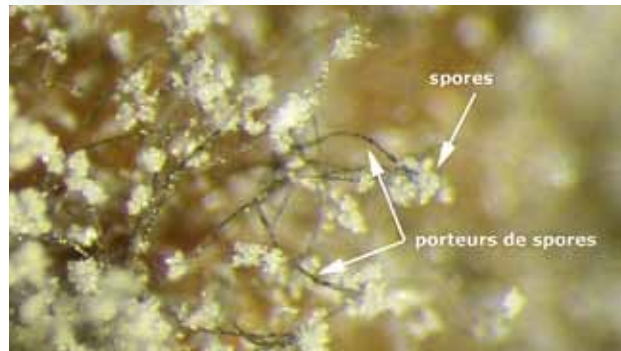
Figure 19 | Pycnides de *Godronia cassandrae* sur un bourgeon avec, au centre, les spores semblables à du dentifrice qui sont expulsées de la pycnide.

au moment du gonflement des bourgeons, jusqu'à l'automne. Les spores infectent surtout les tiges qui dépérissent. Les feuilles des tiges touchées se dessèchent mais restent attachées aux tiges. Le champignon passe l'hiver dans les organes infectés qui restent dans la culture, principalement les tiges.

La lutte contre ce dépérissement est très similaire à celle contre l'antracnose. Le choix variétal (tabl. 5), la



Figure 20 | Fruits atteints de pourriture grise (à gauche). La teinte grisâtre de cette maladie provient du mélange du blanc des spores et du noir des porteurs de spores (ci-dessous).



taille et l'écartement des tiges desséchées ainsi que l'aération sont importants. En revanche, la lutte directe n'est pour l'instant pas possible, car aucun fongicide n'est homologué contre cette maladie en Suisse.

Pourriture grise

La pourriture due à *Botrytis cinerea* (fig. 20) est bien connue, mais moins le dépérissement des tiges associé, qui se distingue des autres par la couleur grisâtre des tiges atteintes. L'infection attaque principalement la fleur, tandis que l'infection des tiges est favorisée par des blessures. Les jeunes tiges sont les plus sensibles. Le champignon passe l'hiver sur les organes de plantes infectés, sous forme de mycélium ou de sclérotés.

La lutte suit les mêmes principes que pour l'antracnose. Deux matières actives sont homologuées contre la pourriture grise, la fenhexamide (Teldor WG 50) et la trifloxystrobine, qui a seulement une efficacité partielle (Flint et Tega). Leur utilisation est surtout recommandée pour la protection des fleurs.

Bibliographie

- Caruso F. L. & Ramsdell D. C. (éd.), 1995. Compendium of Blueberry and cranberry diseases. APS Press, St-Paul, MN, USA.
- Harb J. & Streif J., 2006. Einfluss verschiedener Lagerbedingungen auf Haltbarkeit und Fruchtqualität von Heidelbeeren der Sorte «Bluecrop». *Erwerbst-Obstbau* 48, 115–120.
- Herrmann K., 2001. Inhaltsstoffe von Obst und Gemüse. Ulmer, 200 p.
- Liebster G., 1961. Die Kulturheidelbeere «Verbreitung, Anzucht un Anbau für Erwerb un Selbstversorgung». Parey, 225 p.
- Mariéthoz J., Neuwiler R., Ançay A. & Carlen Ch., 2007. Guide des petits fruits. Fruit Union Suisse, Zoug, 125 p.
- Polashock J. J., Ehlenfeldt M. K., Stretch A. W. & Kramer M., 2005. Anthracnose fruit rot resistance in blueberry cultivars. *Plant Dis.* 89, 33-38 (DOI: 10.1094/PD-89-0033). Disponible sur le site www.apsnet.org
- Schmid A., 2005. La culture biologique des petits fruits. FiBL/OACC, Frick, 28 p.
- Stremer P. & Linnemannstöns L., 2009. Erfahrung mit dem verfrühten Anbau von Heidelbeeren. *Obstbau* 34, 633–636.
- Tillard S., 1998. Myrtillier, groseilles et fruits des bois. Ctifl, 127 p.
- Villeneuve F., 1984. Myrtille et aïrelles, Etude bibliographique. *Les cahiers du Ctifl* 10.

Philippe Métral **P M** œnologie

Rte du Simplon 82
CH-1958 St-Léonard

DIAM

Le bouchon de
haute technologie



- ▶ ANALYSES ŒNOLOGIQUES
- ▶ PRODUITS ET MATÉRIEL ŒNOLOGIQUES
- ▶ PASSERILLAGE DE VOS RAISINS

CONSEILS / OFFRES SUR DEMANDE

Mobile +41 79 221 18 21
Tél. +41 27 203 48 21
Fax +41 27 203 72 03

E-mail: pm.oenologie@netplus.ch

Echelle à usages multiples Hailo Vario 3 x 12

Compensation de niveau jusqu'à
15 cm.

35996

PRIX BAS EN PERMANENCE

399.-



Landi

appréciez la différence

Tonneau pour boissons

Solide avec couvercle
bloquant à visser. 200 l.

74409

PRIX BAS EN PERMANENCE

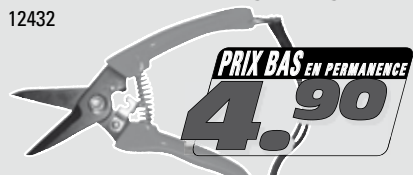
139.-

200 l



Sécateur à vendanges Tiger

12432



PRIX BAS EN PERMANENCE

4.90

Sécateur Classic OKAY Profi

Lame rainurée en acier carbone. Poignées en aluminium forgé avec revêtement anti-dérapant. Réglage manuel. Coupe des branches de 25 mm Ø.

12265



PRIX BAS EN PERMANENCE

19.90

Sous réserve de changements de prix ou d'articles LS - 34/35.2010

Réfractomètre ERMA ATC Automat

Pour une analyse
du teneur de sucre
simple et rapide,
dans solution, vigne,
fruits et jus, etc.
0-32 % Brix,
30-140 oechsle.

18364



PRIX BAS EN PERMANENCE

79.50

Fût à fruits

En plastique, bleu.

74365 220 l

220 l

PRIX BAS EN PERMANENCE

79.-



Caisse à vendange

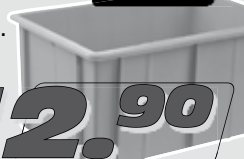
Dim: 50 x 34 x 25 cm,
poids: 1,5 kg,
contenance: 37 l.

18354 jaune

18355 orange

Impression
sur demande
possible

chaque 12.90



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



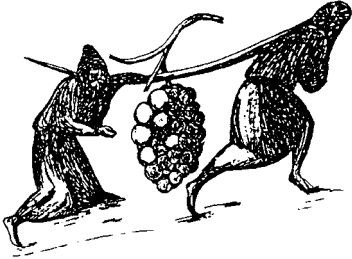
PÉPINIÈRES VITICOLES CLAUDE & JACQUES LAPALUD

PLANTATION À LA MACHINE

1163 ÉTOY

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

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



YVES
MARTIN

PÉPINIÈRE
VITICOLE

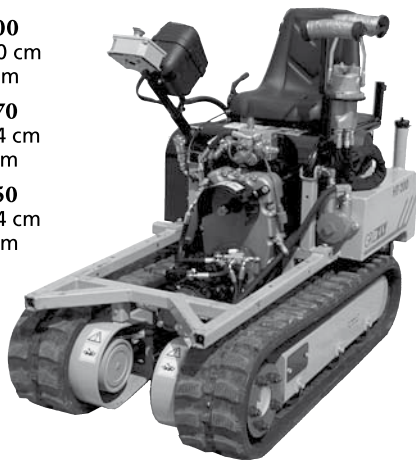
www.chamoson.ch/pepiniere-martin
e-mail pepiniere-martin@bluewin.ch

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

pulvé suisse

Désherbage **plus**
écologique

Désherber avec du produit pur
Pas de cuve – Pas de fond de cuve
50% en moins d'herbicide!



la turbine Mantis



appareils portables
modèles brouette
systèmes pour tracteurs

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

Spectroscopie visible proche infrarouge pour décrire les fruits et prédire leurs paramètres sensoriels

Irène MAPPE, René SIRET, Frédérique JOURJON, Mélanie BLIN, Céline TURBILLON, Emira MEHINAGIC
Ecole supérieure d'agriculture – Unité de recherche GRAPPE – BP 30748, 55 rue Rabelais, 49007 Angers Cedex 01,
France

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



Cabine de dégustation, Unité de recherche GRAPPE.

Introduction

La méthode spectroscopique visible proche infrarouge (VPIR) pourrait être une alternative efficace aux méthodologies sensorielles (Cozzolino *et al.* 2007 et 2008) de caractérisation des fruits. Elle présente en effet plusieurs avantages: sa mise en œuvre est rapide, elle s'applique de façon non destructive sur les échantillons de fruits au laboratoire ou au verger et permet une analyse de la qualité globale des fruits. En effet, la spec-

troscopie VPIR est capable d'identifier et de classer des pommes, des raisins et des abricots, selon les différents facteurs de variabilité que l'on peut trouver dans ces lots (Mehinagic *et al.* 2003; Camps et Christen, 2009; Le Moigne *et al.* 2008; Bertrand et Laurens, 2001; Herrera *et al.* 2003).

Les travaux de Camps (2006) montrent que la spectroscopie VPIR est un outil performant pour identifier des lots de pommes de différentes qualités. Cette méthode permet également un bon classement des abri-

cots par rapport à leur date de récolte (Camps et Christen, 2009), ainsi qu'une bonne caractérisation des différents stades de maturité de raisins de la variété Cabernet Franc (Le Moigne *et al.* 2008).

Un des nombreux intérêts de la spectroscopie VPIR est de permettre une prédiction des paramètres sans entraîner la destruction des fruits: propriétés physico-chimiques ou sensorielles du fruit, notamment celles des abricots (Camps et Christen, 2009) et en particulier leur fermeté. Les travaux de Mehinagic *et al.* (2003) réalisés sur dix-neuf variétés de pommes ont également montré la possibilité de relier certains descripteurs sensoriels (rugosité, croquant, farinosité, sucre, acidité) à la spectroscopie VPIR; mais les corrélations entre les longueurs d'onde et les descripteurs sensoriels n'étaient pas suffisamment significatives pour l'établissement de bons modèles de prédiction. Cet outil a aussi permis une bonne prédiction de certains descripteurs sensoriels des baies de raisins, dont ceux permettant de décrire l'évolution de leur texture au cours de la maturation (élasticité, fermeté, facilité pour détacher le pédocelle; Le Moigne, 2008). Les travaux sur la corrélation de paramètres sensoriels de fruits avec les mesures spectroscopiques dans le visible proche infrarouge restent cependant peu nombreux.

L'objectif de ce travail consiste d'abord à tester sur deux fruits de natures différentes, notamment en termes de propriétés physico-chimiques que sont les pommes et les raisins, le pouvoir discriminant de la spectroscopie VPIR, et de montrer ensuite la possibilité de prédire à l'aide de cette technique certains descripteurs sensoriels caractérisant ces deux produits.

Matériel et méthodes

Matériel végétal

Deux types de fruits ont été étudiés, la pomme et le raisin. Les pommes ont été récoltées à la Station d'expérimentation fruitière de la Morinière (Indre-et-Loire) et sélectionnées selon leur calibre, leur couleur et l'absence de défaut, puis stockées en chambre froide à 3 °C pendant quatre semaines. Trois variétés de pommes sont utilisées, toutes issues de la même parcelle: Golden Delicious, Fuji et Braeburn. Ces variétés ont été récoltées pendant deux saisons, 2002 et 2003, à trois stades de maturité: prématurité (trois semaines avant la maturité optimale), maturité optimale (date où les fruits sont estimés mûrs¹) et postmaturité (trois semaines après la maturité optimale).

¹La maturité est mesurée par des tests de pénétrométrie, la couleur, et teneurs en sucre, acide, ou amidon.

Résumé Les professionnels de la filière arboricole et viticole ont toujours besoin d'outils pour caractériser la qualité optimale des fruits. L'analyse sensorielle est un outil fiable pour mesurer la qualité globale des fruits au travers de leur texture, leur saveur ou leur arôme. Cependant, elle nécessite de faire appel à un jury expert et entraîné, ce qui engendre un surcoût non négligeable et consomme beaucoup de temps. La spectroscopie visible proche infrarouge (VPIR) est une méthode prometteuse qui permet une prédiction des propriétés physico-chimiques ou sensorielles du fruit sans entraîner leur destruction. Sa mise en œuvre rapide, son application non destructive sur des échantillons de fruits au laboratoire ou au verger et une analyse de leur qualité globale sont des atouts qui contribuent d'autant à son intérêt. L'objectif de ce travail consiste à tester le pouvoir discriminant de la spectroscopie VPIR sur la qualité de deux fruits de natures différentes (pommes et raisins), récoltés à plusieurs stades de maturité, et à montrer la possibilité de prédire, à l'aide de cette technique, certains descripteurs sensoriels les caractérisant.

Les raisins analysés sont issus du cépage rouge Cabernet Franc, majoritaire dans le Val de Loire. Pour les millésimes 2005, 2006 et 2007, trois parcelles, codées de P1 à P3, ont été choisies au sein du réseau expérimental de l'Institut fédératif de la vigne et du Vin (IVF) Val de Loire. Le choix a été réalisé afin d'avoir trois parcelles issues d'AOC différentes (Chinon, Bourgueil et Saint-Nicolas de Bourgueil) avec trois sols représentatifs de la zone de production viticole de la Touraine. Les différentes mesures réalisées sur le raisin ont été effectuées sur des échantillons provenant de prélèvements hebdomadaires à différents stades de maturité jusqu'à la maturité optimale, définie par la date de vendanges: sept dates en 2005 et en 2006 codées de G à K et de E à I, et six dates pour le millésime 2007, codées de A à F.

Mesures spectroscopiques visible proche infrarouge

Le protocole et le mode de mesures spectroscopiques sont les mêmes pour les échantillons de pommes et de raisins. La mesure se fait à l'aide d'un spectromètre VPIR (NIR System 6500, Perstorp Analytical) utilisé en mode réflexion de par la nature du matériel végétal. Les longueurs d'onde de l'appareil utilisé s'étendent d'une gamme commençant dans le visible et se terminant dans le proche infrarouge (400 à 2498 nm). L'intensité de lumière réfléchie du fruit est mesurée sur 1050 longueurs d'onde (de 400 à 2498 nm espacés de 2 nm). Quarante pommes et cinquante baies de raisins par lot sont analysées à raison de deux mesures par échantillon, sur chacune des faces opposées des fruits.

Le signal spectral proche infrarouge doit subir un prétraitement pour minimiser les variations incontrôlées de l'intensité spectrale, afin que seules les différences spectrales dues à la variabilité du fruit soient exploitées. La méthode employée est une relation établie par Barnes *et al.* (1989), largement utilisée dans les travaux concernant la spectroscopie proche infrarouge et plus connue sous le nom de *Standard Normal Variate* (SNV). Cette relation se traduit par l'application de la formule suivante:

$$X_{ijSNV} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_i}{sd}$$

$$\text{Où } sd \text{ est l'écart-type } sd = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^p (X_{ij} - \bar{X}_i)^2}{p-1}}$$

où p = nombre de pas de la longueur d'onde, $i = 1 \dots n$, n = nombre d'observations et \bar{X}_i = moyenne des observations à la longueur d'onde i .

Mesures sensorielles

Les mesures sensorielles de chaque lot de fruits sont réalisées par deux panels experts, l'un entraîné à l'analyse sensorielle des pommes et l'autre à celle des baies de raisins. Ils sont constitués par des salariés de l'École supérieure d'agriculture (ESA) d'Angers. Ils comptent quatorze juges pour le panel pommes et treize juges au minimum pour le panel raisin (treize en 2005, seize en 2006 et 2007). Ces juges sont entraînés à la caractérisation sensorielle de ces fruits par la méthode des profils sensoriels selon les recommandations des normes AFNOR, et la notation se fait sur des échelles linéaires non structurées s'échelonnant de «absence d'intensité» à «intensité extrême». Le nombre de fruits analysés par lot est de quatorze pour les pommes en 2002 et 2003 et de trente pour les baies de raisin en 2005, 2006 et 2007. Dix descripteurs sensoriels sont utilisés pour les pommes et dix-sept pour les raisins (tabl. 1).

La performance de chacun des panels est vérifiée chaque année.

Tableau 1 | Définition des descripteurs sensoriels des pommes et des baies de raisin

POMMES	
Descripteur	Définition
<i>Texture</i>	
Rugosité	Degré de rugosité de la pomme pelée mesurée au toucher
Résistance	Résistance du fruit à la pression
Fondant	Force requise pour écraser un morceau de pomme non pelée avec la langue
Jutosité	Quantité de liquide résultant de la mastication du fruit
Farinosité	Caractère farineux du fruit
Masticabilité	Temps et nombre de mouvements nécessaires pour mâcher et broyer la pomme avant déglutition
Croquant	Force requise pour la première bouchée et bruit en résultant
<i>Saveur</i>	
Acidité	Caractère acide du fruit
Sucré	Caractère sucré du fruit
Astringence	Goût dans la bouche après avoir avalé la pomme
RAISIN	
Descripteur	Définition
<i>Saveur</i>	
Sucre de la baie	Caractère sucré de la baie en bouche
Acidité de la baie	Caractère acide de la baie en bouche
Acidité de la pellicule	Caractère acide de la pellicule
Amertume de la pellicule	Caractère amer de la pellicule
Amertume du pépin	Caractère amer du pépin
Astringence du pépin	Goût dans la bouche après avoir écrasé et avalé le pépin
<i>Odeur</i>	
Arôme confiture	Intensité aromatique de confiture
Arôme fruité	Intensité aromatique fruitée
Arôme vert de la baie	Intensité aromatique du caractère végétal de la baie (poivre vert, herbe coupée)
Arôme vert du pépin	Intensité aromatique du caractère végétal du pépin (poivre vert, herbe coupée)
Arôme grillé du pépin	Intensité de l'arôme grillé du pépin (torréfié, café)
Odeur de confiture	Intensité odorante de confiture
Odeur de fruité	Intensité odorante fruitée
Intensité de l'arôme du pépin	Intensité de l'arôme du pépin
<i>Texture</i>	
Croquant	Force requise pour la première bouchée et bruit en résultant
Force pour détacher le pédicelle	Force nécessaire pour la rupture du pédicelle
Jutosité	Quantité de liquide résultant de la mastication du fruit

Analyses statistiques des données

Une analyse discriminante linéaire (ADL) a été réalisée sur la moyenne des données spectroscopiques VPIR des deux faces pour les deux produits, afin d'observer si la spectroscopie VPIR permet d'une part de discriminer les variétés de pommes suivant leur stade de maturité, ou les baies de raisin suivant leur stade de maturation pour chaque parcelle, et d'autre part de prédire le classement de ces variétés selon le pourcentage de fruits bien classés. Ces analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel R.

Afin de prédire les attributs sensoriels des pommes et des raisins par les mesures spectroscopiques VPIR, les méthodes de régression PLS (*Partial Least Square*) sont appliquées sur les données moyennes par variété et stade de maturité pour les pommes, et par date et parcelle pour les raisins. La qualité des modèles étudiés est validée en fonction des valeurs suivantes:

- Le coefficient de détermination R^2 (valeur comprise entre 0 et 1)

- L'indice $Q^2 = 1 - \frac{PRESS_h}{RESS_h}$, avec

$$PRESS_h = \sum_{i=1}^n (y_{(h-1),i} - \hat{y}_{(h-1),i})^2 \text{ et}$$

$$RESS_h = \sum_{i=1}^n (y_{(h-1),i} - \hat{y}_{(h-1),i})^2.$$

On note $\hat{y}_{h,i}$ et $\hat{y}_{h,i}$ les prédictions de \hat{y}_i à l'aide du modèle à h composantes, calculées en utilisant toutes les observations sauf l'observation i ,

- L'erreur quadratique des prévisions (*Root Mean Square Error of Prediction*),

$$RMSEP = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{n}},$$

où n est le nombre d'observations et h le nombre de composantes PLS.

Le modèle est de bonne qualité si R^2 grand, $Q^2 > 0,5$ et $RMSEP < sd$ (meilleur si R^2 et Q^2 se rapprochent de 1 et $RMSEP \ll sd$. sd = écart type).

Les analyses PLS sont faites avec le logiciel SIMCA-P.

Résultats et discussion

Aptitude de la spectroscopie VPIR à classer les lots de fruits

D'un point de vue général, la spectroscopie VPIR est un bon outil pour classer les lots de pommes selon leur stade de maturité: dans cette étude, pour chaque variété de pommes, 86% de fruits au moins sont bien classés suivant leur stade de maturité (tabl. 2). Les pourcentages de classement montrent que les variétés Golden Delicious sont les mieux classées globalement, et que le classement est meilleur en 2002, notamment au premier stade de maturité (100%). On observe par exemple, sur la représentation des spectres moyens des pommes de la variété Fuji, une distinction du premier stade de maturité par rapport aux deux autres en 2002 (fig. 1). Les principales zones spectrales impliquées dans cette discrimination sont des pics autour de 1000 nm et 1950 nm (liés à la présence des sucres) et autour de 1220 nm et 1520 nm (liés à la teneur en eau; fig. 1).

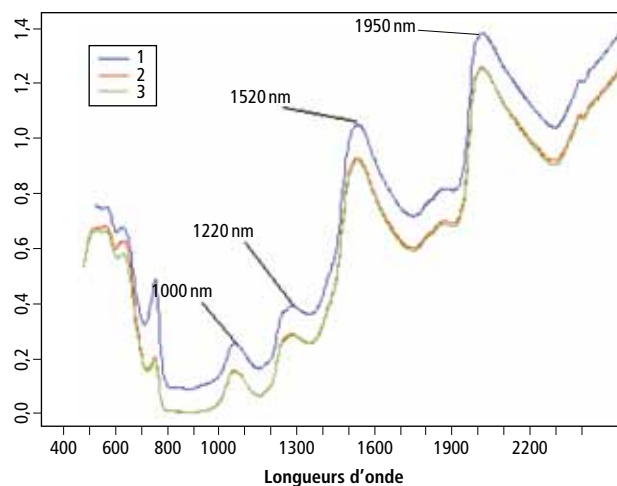


Figure 1 | Spectres moyens des pommes Fuji aux trois stades de maturité: 1 (prématurité), 2 (maturité), 3 (postmaturité), en 2002.

Tableau 2 | Pourcentage de pommes bien classées avec l'analyse discriminante linéaire. $n = 360$ observations par an

Variété	Golden			Braeburn			Fuji		
	Prémat.	Mat.	Postmat.	Prémat.	Mat.	Postmat.	Prémat.	Mat.	Postmat.
Millésime 2002	100%	95%	94%	100%	97%	94%	100%	95%	98%
Millésime 2003	94%	89%	99%	95%	86%	97%	90%	89%	94%

La spectroscopie VPIR est également un bon outil pour classer les baies de raisins suivant leur stade de maturité. Cependant, les résultats sont plus ou moins satisfaisants selon l'année et la parcelle. En 2005, 2006 et 2007, sur les trois parcelles P1, P2 et P3, au moins 92, 70 et 68% de baies sont bien classées suivant leur stade de maturité (tabl.3). Les classements sont excellents (jusqu'à 100% de baies bien classées) notamment en 2005 à la date F, et en 2007 sur les parcelles P2 (dates D et E) et P3 (dates B et D). L'analyse discriminante linéaire traduit bien l'évolution de la maturité des baies de la date A à la date E suivant le premier axe (exemple millésime 2007; fig.2). La spectroscopie VPIR permet donc également de suivre l'évolution de la maturation des raisins.

Tableau 3 | Pourcentage de baies de raisin bien classées avec l'analyse discriminante linéaire. n = 900 observations par an

Millésime 2005						
Date/Parcelle	F	G	H	I	J	K
P1	100%	73%	77%	79%	83%	81%
P2	99%	80%	72%	68%	72%	80%
P3	100%	81%	70%	75%	69%	71%
Millésime 2006						
Date/Parcelle	D	E	F	G	H	I
P1	73%	70%	80%	82%	87%	79%
P2	79%	72%	75%	79%	70%	77%
P3	85%	81%	91%	98%	85%	91%
Millésime 2007						
Date/Parcelle	A	B	C	D	E	F
P1	97%	92%	96%	93%	98%	99%
P2	97%	94%	99%	100%	100%	99%
P3	99%	100%	97%	100%	96%	98%

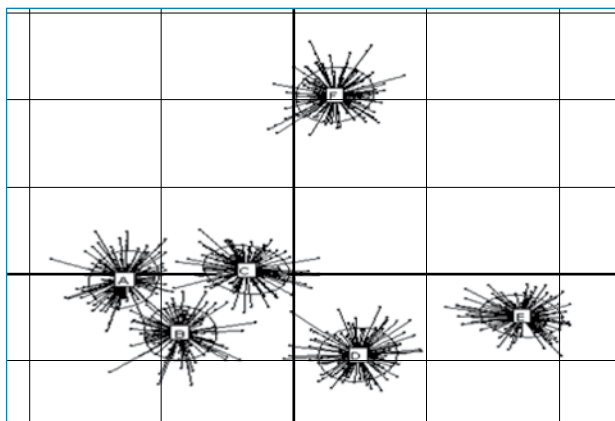


Figure 2 | Discrimination par dates des baies de raisin (millésime 2007).

Predictions des attributs sensoriels des pommes et raisins par spectroscopie VPIR

La démarche consiste à rechercher les corrélations entre les descripteurs sensoriels définis par chacun des panels experts et les longueurs d'onde issues des spectres VPIR, afin d'établir des modèles de prédiction du sensoriel par les résultats de la méthode spectroscopique. La méthode utilisée pour ces analyses est la régression PLS (*Partial Least Squares*). Le nombre d'observations dans le cas des pommes est égal à 18 (3 variétés x 3 stades de maturité x 2 années). Dans le cas des raisins, le nombre d'observations s'élève à 65, correspondant aux moyennes sur les trois années 2005 (dates G à L), 2006 (dates E à J) et 2007 (dates B à F) pour chaque date et chaque parcelle.

Pour les **pommes** (tabl.4), les meilleurs modèles de prédiction sont observés pour les attributs de la saveur que sont le sucré et l'acidité de la chair des fruits, avec des valeurs R^2 et Q^2 égales à 0,97 et 0,81 pour le sucré, et 0,98 et 0,9 pour l'acidité, avec de faibles erreurs de

Tableau 4 | Prédictions des descripteurs sensoriels des pommes par le VPIR

	R^2	Q^2	RMSEP	Sd
Rugosité	0,95	0,82	0,17	0,69
Résistance	0,93	0,80	0,28	0,81
Masticabilité	0,90	0,69	0,3	0,72
Jutosité	0,90	0,65	0,42	1,31
Sucré	0,97	0,81	0,21	0,82
Acidité	0,98	0,90	0,25	1,41
Croquant	0,95	0,84	0,25	1,00
Fondant	0,83	0,70	0,44	0,93
Astringence	0,87	0,75	0,26	0,63
Farinosité	0,92	0,82	0,31	0,96

prédictions ($RMSEP = 0,21 \ll 0,82 = sd$ pour le sucré, et $RMSEP = 0,25 \ll 1,41 = sd$ pour l'acidité). Les descripteurs de texture sont également bien prédits; avec des valeurs R^2 et Q^2 de 0,95 et 0,82 pour la rugosité, 0,93 et 0,8 pour la résistance, 0,95 et 0,84 pour le croquant, 0,92 et 0,82 pour la farinosité, ils présentent de faibles erreurs de prédiction (inférieures aux écarts-types). Ces résultats confirment ceux de Mehinagic *et al.* (2003).

Les corrélations entre les données spectrales et les descripteurs farinosité et résistance au toucher (fig. 3) montrent une opposition entre ces deux descripteurs, une corrélation forte autour de 620 nm (0,8 en valeur absolue), et une diminution brutale de celle-ci autour de 720 nm.

Dans le cas des raisins (tabl. 5), les prédictions sont globalement satisfaisantes, en particulier pour certains descripteurs de saveur (acidité de la pellicule et sucre de la baie). Les valeurs R^2 et Q^2 sont de 0,85 et 0,77 pour l'acidité de la pellicule, et de 0,8 et 0,69 pour le sucre de

la baie, avec des erreurs de prédiction de $0,42 < sd = 0,91$ et $0,47 < sd = 0,95$. D'autres attributs sensoriels sont aussi bien prédits, comme l'amertume du pépin, l'arôme grillé du pépin, l'arôme de confiture et l'odeur de confiture. Leurs erreurs de prédictions sont plus petites que leurs écarts-types (tabl. 5) et leurs valeurs respectives R^2 et Q^2 sont: 0,85 et 0,79 pour l'amertume du pépin, 0,85 et 0,77 pour l'arôme grillé du pépin, 0,83 et 0,75 pour l'arôme de confiture, 0,8 et 0,7 pour l'odeur de confiture. L'arôme vert de la baie est moins bien prédit que les autres descripteurs sensoriels ($R^2 = 0,71$ et $Q^2 = 0,64$). Son erreur de prédiction est grande ($0,57 = sd$). Enfin, parmi les descripteurs texturaux, la jutosité de la baie semble bien prédite, avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,78$ et une RMSEP plus proche de sd (tabl. 5).

Ces résultats sont conformes à ceux de Le Moigne (2008), qui a travaillé sur les millésimes 2005 et 2006, et montré des fortes corrélations entre ces mêmes descripteurs et le VPIR.

Tableau 5 | Prédications des descripteurs sensoriels du raisin par le VPIR

	R^2	Q^2	RMSEP	sd
Sucre de la baie	0,80	0,69	0,47	0,95
Acidité de la baie	0,76	0,67	0,53	1,25
Acidité de la pellicule	0,85	0,77	0,42	0,91
Arôme de confiture	0,83	0,75	0,44	0,88
Arôme fruité	0,78	0,65	0,5	0,74
Arôme vert de la baie	0,71	0,64	0,57	0,57
Arôme vert du pépin	0,77	0,69	0,50	0,7
Arôme grillé du pépin	0,85	0,77	0,41	0,64
Odeur de confiture	0,80	0,70	0,47	0,48
Odeur de fruité	0,73	0,57	0,55	0,62
Intensité aromatique du pépin	0,73	0,64	0,55	0,49
Amertume de la pellicule	0,78	0,67	0,50	0,61
Amertume du pépin	0,85	0,79	0,40	1,27
Astringence du pépin	0,75	0,66	0,53	0,92
Croquant	0,76	0,69	0,51	0,6
Force pour détacher le pédicelle	0,76	0,65	0,51	1,41
Jutosité	0,78	0,63	0,49	0,59

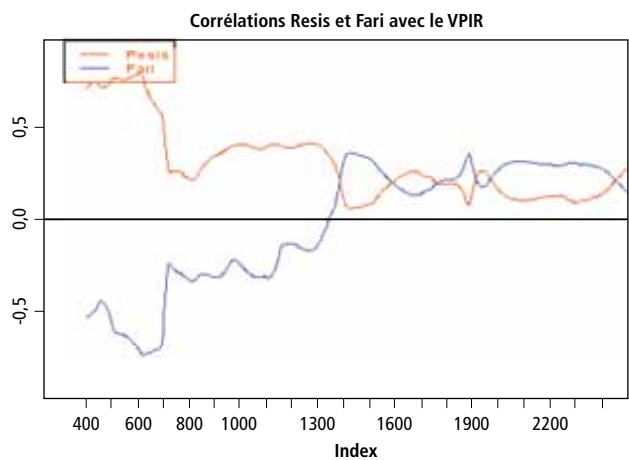


Figure 3 | Corrélations de la farinosité et de la résistance au toucher avec le VPIR (pommes).

Conclusions

- Ce travail avait pour objectif de tester l'intérêt de la mesure par spectroscopie visible proche infrarouge (VPIR) sur deux types de fruits (pomme et raisin).
- Deux approches ont été mises en œuvre, une première consistant à déterminer le pouvoir discriminant de la spectroscopie VPIR sur les lots de fruits, et une autre basée sur les prédictions des paramètres sensoriels des fruits par le VPIR.
- La spectroscopie visible proche infrarouge se révèle être un bon outil de mesure rapide, non destructif, qui permet de mesurer la qualité globale des pommes et des raisins.
- Dans la première approche, cette méthode a permis de classer les lots de variétés de pommes et les baies de raisins suivant leurs stades de maturité respectifs.
- Dans un deuxième temps, la spectroscopie VPIR a montré son efficacité pour prédire les attributs liés aux saveurs sucrée et acide des fruits. Dans le cas de la pomme, cet outil s'est également révélé efficace pour prédire le caractère croquant et la farinosité des pommes ainsi que leur résistance au toucher; dans le cas du raisin, cet outil semble intéressant pour prédire certains attributs aromatiques et également la jutosité de la baie ou l'amertume des pépins.
- La comparaison du pouvoir discriminant et prédictif de cette méthode sur les deux types de fruits n'est pas possible, étant donné que les tailles d'échantillons et le nombre de lots n'étaient pas identiques.
- Cette étude confirme les travaux obtenus sur d'autres fruits par Camps *et al.* (2009) et démontre clairement l'intérêt de la mesure spectroscopique visible proche infrarouge en tant que mesure non destructive, applicable directement sur le terrain et permettant de suivre l'évolution de la maturité des fruits, selon les variétés dans le cas des pommes ou leur origine «terroir» dans le cas des raisins.
- Les résultats de cette étude apportent des éléments nouveaux en termes de prédiction de la qualité sensorielle par la mesure spectroscopique visible proche infrarouge et permettent d'envisager cette mesure comme un outil complémentaire d'aide à la décision pour le choix de la date de récolte en lien avec la qualité sensorielle des fruits. ■

Bibliographie

- Barnes R. J., Dhanoa M. S. & Lister S. J., 1989. Standard normal variate transformation and detrending of near infrared diffuse reflectance spectra. *Applied Spectroscopy* **45**, 772–777.
- Bertrand D. & Laurens F., 2001. Applications de la spectroscopie proche infrarouge et de la pénétrométrie pour caractériser la variabilité génétique chez le pommier. Rapport de synthèse d'étude, INRA/ENITIAA.
- Camps C., 2006. Etude de la texture des pommes: caractérisation des propriétés rhéologiques et structurales de la texture et mesure non destructive par la spectroscopie visible et proche infrarouge. Thèse de doctorat de l'Université d'Angers.
- Camps C. & Christen D., 2009. Suivi des abricots avant récolte par la spectroscopie proche infrarouge portable. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **41** (3), 193–198.
- Cozzolino D., Damberg R. G., Janick L., Cynkar W. U. & Gishen M., 2006. Analysis of grapes and wine by near infrared spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* **14**, 279–289.
- Cozzolino D., Smyth H. E., Lattey K. A., Cynkar W., Janick L., Damberg R. G., Francis I. L. & Gishen M., 2005. Relationship between sensory analysis and near-infrared spectroscopy in Australian Riesling and Chardonnay wines. *Analytica Chimica Acta* **539**, 341–348.
- Herrera J., Guesalaga A. & Agosin E., 2003. Shortwave-near infrared spectroscopy for non destructive determination of maturity of wine grape. *Measurement Sciences and technology* **14**, 689–697.
- Le Moigne M., Maury C., Bertrand D. & Jourjon F., 2008. Sensory and instrumental characterisation of Cabernet Franc grapes according to ripening stages and growing location. *Food Quality and Preference* **19** (2), 220–231.
- Le Moigne M., 2008. Recherche de mesures innovantes pour suivre la qualité du raisin de Cabernet Franc pendant sa maturation. Thèse de doctorat de l'Université d'Angers.
- Mehinagic E., Royer G., Bertrand G., Symoneaux R., Laurens F. & Jourjon F., 2003. Relationship between sensory analysis, penetrometry and visible spectroscopy of apples belonging to different cultivars. *Food Quality and Preference* **14**, 473–484.

Summary**Characterisation and prediction of fruit sensory quality by Visible Near Infrared Spectroscopy**

The fruit producers and industrials are keen to better control the initial quality of their products and are interested to the new techniques that can permit them to characterise their fruits. The sensory analysis is the only way to measure globally different fruit quality parameters (texture, flavour, aroma) in relation to the consumer perception. However, this method is very complex and time consuming. For this reason, many attempts have been made to replace sensory analysis with relevant instrumental measurements. Above the promising methods, Visible Near Infrared Spectroscopy was selected as this method already permitted to predict some of the physico-chemical and sensory properties of fruits. Moreover this technique is fast, non-destructive and can be done in laboratory or in field as the portable equipment are already commercialised. The aim of this study is to test the capability of the Visible Near Infrared Spectroscopy to discriminate different apple or grape batches in relation to their maturity stage and to try to predict with this method their sensory quality.

Key words: apple, grape, quality, sensory analysis, Visible Near Infrared Spectroscopy.

Zusammenfassung**Fähigkeit der sichtbaren Nah-Infrarot-Spektroskopie um die Früchte zu beschreiben und ihre sensorischen Parameter vorauszusagen**

Über ein Werkzeug zu verfügen, das die optimale Qualität der Früchte verdeutlichen kann, ist eine Überlegung, die sich für die Fachleute des Baum- und Weinsektors immer wieder stellt. Unter den verfügbaren Methoden kann die sensorische Analyse ein zuverlässiges Werkzeug sein, die es erlaubt, die globale Qualität der Früchte. Trotz der Zuverlässigkeit dieser Methode ist eins ihrer hauptsächlichen Nachteile, dass man eine Jury von Experten und trainierten Personen heranziehen muss, was eine beachtenswerte Verteuerung und einen grossen Zeitaufwand verlangt. Unter den verschiedenen Methoden, die auf diese Einschränkungen antworten können, könnte die sichtbare Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS) die Nachteile der Sensorischen, die eine Jury von Experten benötigt, beseitigen. Einer der zahlreichen interessanten Punkte der NIRS ist es eine Vorhersage der Parameter zu erlauben, die sich aus anderen zerstörerischen Maßnahmen ergeben, wie die physiko-chemischen oder sensorischen Eigenschaften der Frucht. Ihre schnelle Umsetzung, ihr Einsatz in einer nicht schädigenden Art und Weise bei Mustern von Früchten im Labor sowie auf Parzellen und eine Analyse ihrer globalen Qualität sind Vorzüge, die zu ihrem Interesse beitragen. Das Ziel dieser Arbeit besteht also folglich darin, das Diskriminanzvermögen der NIRS – bei der Qualität der verschiedenen Früchte (Äpfel und Trauben) und in unterschiedlichen Reifestadien geerntet, zu testen, um dann die Möglichkeit zu zeigen, anhand dieser Technik gewisse sensorische Deskriptoren, die die beiden Produkte charakterisieren, vorauszusagen.

Riassunto**Spettroscopia nel visibile nel vicino infrarosso per descrivere i frutti e prevedere i loro parametri sensoriali**

I professionisti della filiera frutticola e viticola hanno sempre bisogno di strumenti per caratterizzare la qualità ottimale dei frutti. L'analisi sensoriale è uno strumento affidabile per misurare la qualità globale dei frutti attraverso la loro tessitura, il loro sapore o il loro aroma. Nonostante necessita affidarsi a una giuria esperta e collaudata, generando così un sovracosto non indifferente con un dispendio di tempo. La spettroscopia nel visibile nel vicino infrarosso (VPIR) è un metodo non distruttivo promettente che permette di predire le proprietà fisico-chimiche o sensoriali del frutto. La sua rapida messa in funzione, l'uso non distruttivo su campioni di frutti in laboratorio o in frutteto e un'analisi della loro qualità globale sono degli atout che contribuiscono ulteriormente al suo interesse. L'obiettivo di questo lavoro consiste nel testare il potere discriminante della spettroscopia VPIR sulla qualità di due frutti di differente natura (mele e uve), raccolte a più stadi di maturità e di dimostrare la possibilità di predire, supportati da questa tecnica, certi descrittivi sensoriali che le caratterizzano.



Domaine viticole de la Fondation Hôpital Pourtalès

La **Fondation de l'Hôpital Pourtalès** à Neuchâtel est propriétaire d'un domaine viticole réputé de 11,5 ha situé sur la commune de Cressier, principalement planté en chasselas et pinot noir. Sa récolte est traditionnellement vendue à fin février lors d'une vente aux enchères. En raison du départ à la retraite de notre régisseur, nous cherchons

Un vigneron Gestionnaire du domaine viticole et de la cave (H/F)

Votre profil

- Formation complète en viticulture et œnologie (diplôme ES ou formation équivalente au minimum)
- Expérience de quelques années dans la culture de la vigne et les travaux de la cave
- Expérience dans la commercialisation des vins
- Maîtrise des programmes informatiques usuels et des programmes spécifiques de la branche
- Aptitude à gérer d'une manière indépendante le domaine viticole, en recherchant en permanence l'amélioration de la qualité et de la typicité des vins produits
- De langue française ou allemande, avec une bonne maîtrise de l'autre langue

Nous offrons

- Un salaire en relation avec le poste
- Un intéressement aux résultats du domaine
- Un appartement sur le site du domaine

Le cahier des charges peut être consulté sur notre site www.domaineportalès.ch.

Entrée en fonction: **1^{er} septembre 2011**

Nous attendons votre dossier de candidature (lettre de motivation, CV, copie des diplômes et certificats) jusqu'au 10 septembre 2010 à l'adresse suivante:

Domaine de l'Hôpital Pourtalès
c/o Athemis
Case postale 2176
2001 Neuchâtel

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

LALLEMAND
Levures,
bactéries,
nutriments et enzymes:
pour obtenir des vins typiques et
prononcés!
Infos: www.baldinger.biz ou
notre **catalogue rouge**
Baldinger
dep. 1951 www.baldinger.biz

**Pépinières
viticoles**
Héli Dutruy
Cb. du Lac 2
1297 Founex
Tél. 022 776 16 39
Fax 022 776 64 24

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

la production de plants de
vignes de haute qualité


la sélection des meilleurs
clones et souches de cépages nobles

la production de nos
propres porte-greffes

un service digne
de ce nom.

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

**CUVES
DE
MATÉRIEL ET MACHINES
CAVES**
Gérard Nellen - 1897 Les Evouettes
Tél. 024 481 32 74 - Fax 024 481 39 24



PLANTS DE VIGNES
Pour une viticulture moderne
couronnée de succès

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



Zimmermann sa
www.zimmermannsa.ch

PatiSystem
Fabrication suisse

PIQUETS DE VIGNE
PIQUETS INTERMÉDIAIRES

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

**Galvanisés à chaud
100 microns**

PIQUETS DE TÊTE

- ZIGI R80
- ZIGI R60
- FER T

**Ecarteurs de fils
pour tous les piquets**

TOUT POUR LE PALISSAGE
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

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**

Alimentation en eau et comportement du Pinot noir : bilan d'un essai dans le vignoble de Chamoson (VS)

Jean-Laurent SPRING¹, Vivian ZUFFEREY¹, Thibaut VERDENAL¹ et Olivier VIRET,
Station de recherche Agroscope ACW Changins-Wädenswil, 1260 Nyon 1

¹Centre de recherche de Pully, 1009 Pully

Avec la collaboration de l'Office de la viticulture du canton du Valais et du groupement de producteurs «Viti 2000» de Chamoson.

Renseignements: Jean-Laurent Spring, e-mail : jean-laurent.spring@acw.admin.ch, tél. (+41) 21 72 11 563



Quatre années d'observations dans les conditions du Valais central ont permis de préciser l'influence du régime hydrique sur le comportement et le potentiel qualitatif du Pinot noir.

Introduction

Dans le cadre d'expérimentations destinées à étudier l'influence de l'alimentation hydrique sur le comportement agronomique et œnologique du Pinot noir, un réseau de quatre parcelles a été mis en place par des viticulteurs membres du groupement «Viti 2000» dans des situations représentatives du cône de déjection de Chamoson (VS). La plantation a été effectuée en 1994 avec

du matériel végétal homogène (clone, porte-greffe) et conduite de manière uniforme. Ce réseau implanté dans une zone très regroupée et climatiquement très homogène (altitude variant de 520 à 560 m, exposition S-SE) a permis de mettre particulièrement en évidence l'influence du facteur sol et notamment des conditions d'alimentation en eau sur le comportement agronomique et œnologique du Pinot noir. Cet article fait le bilan de quatre années d'observations (1997–2000).

Matériel et méthodes

Matériel végétal

Quatre micro-parcelles de 150ceps de Pinot noir (cl.9–18) greffés sur 5BB ont été implantées en 1994 dans le cône de déjection de Chamoson (VS). Ces parcelles ont été conduites en Guyot simple à des densités de 11 900 à 13 600 souches/ha avec une orientation des rangs est-ouest et une hauteur de la haie foliaire voisine de 1 m.

Réseau expérimental

L'implantation des quatre parcelles est reportée sur la figure 1. En fonction de l'étude géopédologique des vignobles de Leytron, Chamoson et Ardon (Letessier, 2007), les quatre sites peuvent être décrits comme suit :

- Ravanay :** fluviosol peu caillouteux et profond, avec une très forte réserve hydrique.
- Trémasière :** limite entre une zone de sols très caillouteux (peyrosol) à faible réserve en eau utile et de sols plus limoneux et moins caillouteux à réserve en eau utilisable beaucoup plus importante.
- Rougin :** lisière d'une zone d'éboulis calcaires plus ou moins caillouteux à réserve en eau utile moyenne et d'une zone de colluvions profonde à réserve en eau élevée.
- Tsoume :** éboulis calcaires à réserve en eau utile moyenne.

Etat de l'alimentation hydrique de la plante

Le potentiel hydrique de base du feuillage mesuré en fin de nuit (obscurité complète) a été mesuré trois à six fois en cours de saison selon les années, avec une chambre à pression de marque PMS Instrument and Co. modèle 1002 (Scholander *et al.* 1965).

Observations viticoles

Les contrôles suivants ont été effectués de 1997 à 2000 :

- suivi des principaux stades phénologiques (exprimés selon l'échelle BBCH, Lancashire *et al.* 1991) : débourrement (stade BBCH 09), pleine floraison (stade BBCH 65) et pleine véraison (stade BBCH 83)
- relevé des composantes du rendement (fertilité des bourgeons, poids des baies et des grappes)
- expression végétative par pesage du poids frais des rognages annuels (effectué en 1998 et 1999) et des bois éliminés à la taille (pour les millésimes 1997 à 1999)
- suivi de la maturation du raisin (résultats non présentés)

Résumé L'implantation d'un réseau de quatre micro-parcelles avec du matériel végétal homogène de Pinot noir dans des types de sols représentatifs de l'entité topo-climatique du cône de déjection de Chamoson (VS) a permis d'étudier spécifiquement l'influence de l'alimentation hydrique sur le comportement agronomique et le potentiel œnologique de ce cépage. Cette étude conduite de 1997 à 2000 a montré que, dans des situations caractérisées par une absence de contrainte hydrique, le débourrement était retardé et la vigueur nettement accrue. Dans ces conditions, l'accumulation des sucres et la régression des teneurs en acide malique dans les moûts ont été plus faibles. L'absence de contrainte hydrique a également entraîné une augmentation des taux d'azote et de potassium dans les moûts. Les situations où se réalise régulièrement une contrainte hydrique modérée en cours de maturation du raisin ont produit des vins préférés, mieux structurés, et caractérisés par une teneur en polyphénols supérieure et une meilleure qualité des tanins.

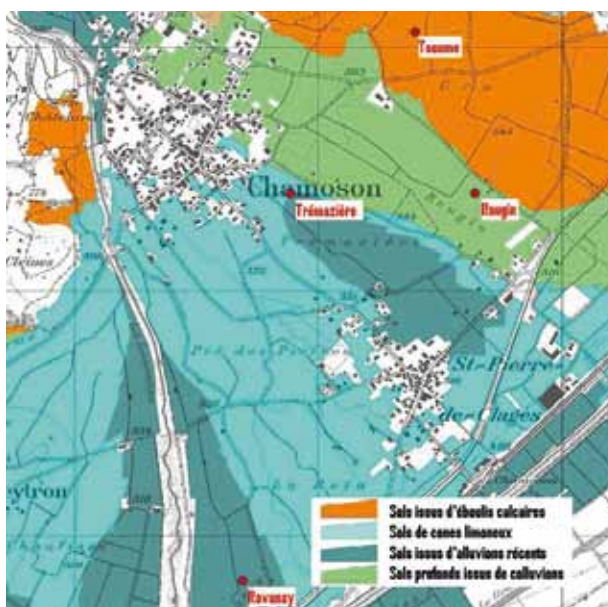


Figure 1 | Réseau Pinot noir Chamoson. Implantation des quatre sites expérimentaux.

- taux de pourriture déterminé à la vendange
- rendement à la vendange
- analyse des moûts au foulage: taux de sucre, acidité totale, acides tartrique et malique, pH, teneur en azote des moûts (indice de formol selon Aerny 1996)
- détermination des taux de N, P, K, Ca et Mg des feuilles situées dans la zone des grappes à la véraison (diagnostic foliaire) et analyse des concentrations en K, Ca et Mg des moûts (résultats non présentés).

Vinifications et dégustations

La production de chaque parcelle a fait l'objet d'une vinification au cours des millésimes 1997 à 2000, opérée de manière standard avec foulage, égrappage et sulfitage (50 mg/l) de la vendange, chaptalisation à 93 °Oe lorsqu'elle n'atteignait pas cette concentration en sucre, décuvage et centrifugation en fin de fermentation alcoolique. Les vins ont subi une fermentation malolactique avant d'être stabilisés chimiquement et physiquement. Une filtration a précédé les analyses des vins et la mise en bouteille. Les analyses courantes des moûts ont été effectuées selon le *Manuel suisse des denrées alimentaires*. Les mesures de l'indice des phénols totaux (DO 280), de l'intensité colorante et du dosage des anthocyanes ont été effectuées d'après Ribéreau-Gayon *et al.* (1972). Les vins ont été dégustés chaque année après la mise en bouteille par un panel de dégustateurs d'ACW. L'appréciation organoleptique des différents critères de dégustation s'est effectuée sur une échelle de notation allant de 1 (mauvais, faible) à 7 (élevé, excellent).

Résultats et discussion

Caractérisation de l'alimentation en eau de la vigne

Le suivi du potentiel hydrique en fin de nuit (potentiel hydrique de base) reflète bien l'évolution des disponibilités en eau (état des réserves hydriques du sol et pro-

fondeur d'enracinement; van Zyl 1987). Riou *et al.* (2001) ont proposé des seuils du potentiel de base pour caractériser la contrainte hydrique de la vigne:

- > -1,5 bar: absence de contrainte
- 1,5 à -3 bars: contrainte hydrique faible
- 3 à -5 bars: contrainte hydrique modérée
- < -5 bars: contrainte hydrique forte.

L'évolution des potentiels hydriques de base au cours des millésimes 1997 à 2000 est reportée sur la figure 2. Le profil climatique des quatre années explique très bien l'allure générale de ces évolutions:

- 1997:** début d'année humide suivi d'une période sèche dès le mois d'août.
- 1998:** fort déficit hydrique estival se réduisant progressivement avec le retour des pluies à la fin du mois d'août.
- 1999:** pluviométrie excédentaire tout au long de la saison.
- 2000:** année sèche caractérisée par un déficit hydrique important en fin de saison.

La parcelle de Ravanay a montré un profil caractéristique avec des potentiels de base élevés même en période de déficit hydrique marqué. Au cours des quatre années d'observations, l'alimentation en eau de la vigne peut y être qualifiée de non contraignante à faiblement contraignante. Les trois autres parcelles ont présenté un comportement assez homogène avec l'apparition d'une contrainte hydrique modérée en période de déficit hydrique marqué. La parcelle de Rougin a présenté, lors des années sèches de 1998 et de 2000, le niveau de contrainte hydrique le plus élevé. En période particulièrement sèche comme en août 2000, cette parcelle a même subi un fort niveau de contrainte.

Déficit hydrique calculé et potentiel hydrique de base

Des modèles ont été développés pour tenter de corréliser le bilan hydrique d'un site avec le niveau d'alimentation hydrique de la plante (Riou 2000; Riou *et al.*

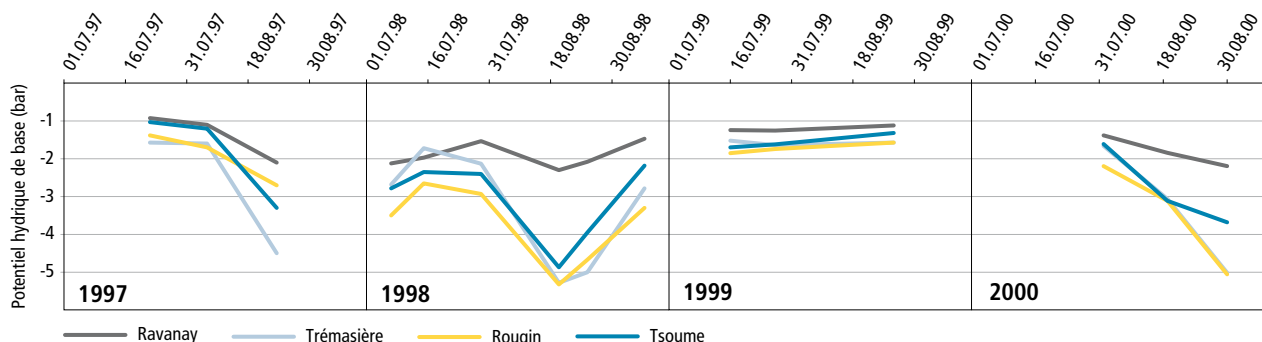


Figure 2 | Réseaux Pinot noir Chamoson. Evolution du potentiel hydrique de base au cours des millésimes 1997 à 2000.

2001). Dans le cadre de ce réseau, de bonnes relations ont pu être établies entre le déficit hydrique (évapotranspiration potentielle – précipitations), cumulé depuis le 1^{er} janvier de chaque année (source: Station météorologique de Sion aéroport), et le potentiel hydrique de base de la vigne (fig. 3). Il est apparu que, sur la parcelle de Ravanay, une contrainte hydrique modérée n'est probable qu'avec des déficits hydriques largement supérieurs à 500 mm, ce qui est exceptionnel. Les parcelles de Trémasière, Rougin et Tsoume ont présenté un profil comparable où une contrainte hydrique modérée survient avec des déficits hydriques supérieurs à 330 mm pour Rougin et de 360 à 370 mm pour Trémasière et Tsoume. Le seuil de la contrainte forte se situerait au-delà de 420 mm de déficit hydrique pour Trémasière et de Rougin et de 450 mm pour Tsoume. La reconstitution, sur la base des données météorologiques de Sion aéroport de 1978 à 2003, des durées annuelles où les différentes parcelles ont subi des contraintes hydriques modérées ou fortes, donne les résultats suivants pour ces 26 ans :

- Rougin :** un mois/an en moyenne de contrainte hydrique modérée à forte.
- Trémasière et Tsoume :** trois semaines/an en moyenne de contrainte hydrique modérée à forte.
- Ravanay :** une seule période de six jours de contrainte hydrique modérée en été 2003 !

Phénologie de la vigne

Le tableau 1 réunit les dates moyennes des observations effectuées de 1997 à 2000 sur le débournement, la pleine floraison et la pleine véraison. C'est essentiellement la date de débournement qui marque des différences, avec un débournement plus tardif dans la parcelle de Ravanay. Ce comportement pourrait être lié à son pédoclimat thermique particulier. Morlat *et al.* (1987) ont en effet montré que la température du sol dans la strate principalement explorée par les racines pouvait influencer de manière considérable la précocité du débournement. Dans notre étude, les températures au niveau du sol n'ont pas été systématiquement relevées. Toutefois, les sols riches en eau, comme celui de Ravanay, sont connus pour se réchauffer plus lentement au printemps.

Tableau 1 | Réseau Pinot noir Chamoson. Phénologie du débournement, de la floraison et de la véraison. Moyennes 1997–2000

Parcelle	Débournement (BBCH 09)	Pleine floraison (BBCH 65)	Pleine véraison (BBCH 83)
Ravanay	20 avril	3 juin	9 août
Trémasière	11 avril	3 juin	11 août
Rougin	11 avril	2 juin	8 août
Tsoume	10 avril	1 ^{er} juin	8 août

Expression végétative

L'expression végétative a été évaluée par le pesage des bois éliminés à la taille de 1997 à 1999 (tabl. 2) et par le pesage du poids frais des rognages effectués en cours de saison en 1998 et 1999 (fig. 4). La parcelle de Ravanay

Tableau 2 | Réseau Pinot noir Chamoson. Poids des bois de taille. Moyennes 1997–1999

Parcelle	Poids des bois (g/cep)
Ravanay	491
Trémasière	302
Rougin	327
Tsoume	364

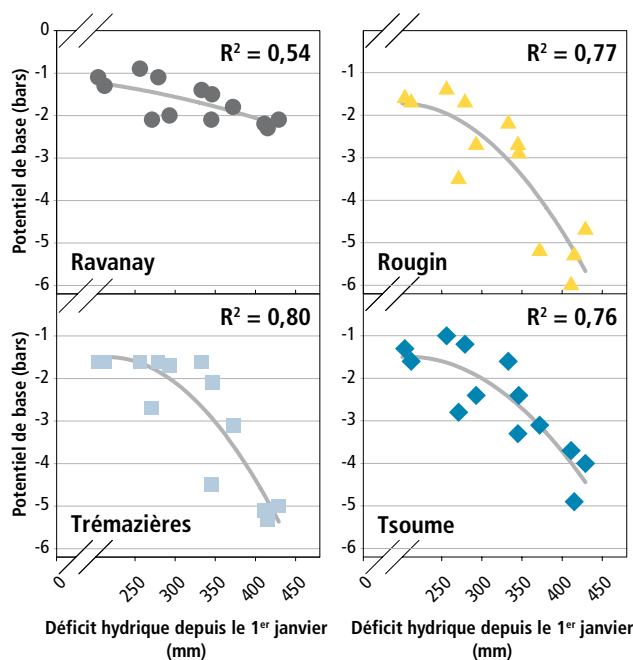


Figure 3 | Réseau Pinot noir Chamoson. Relation entre le déficit hydrique cumulé depuis le 1^{er} janvier et le potentiel hydrique de base. 1997–2000.

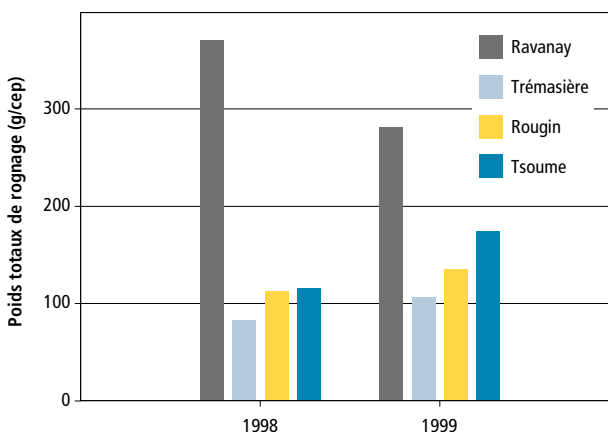


Figure 4 | Réseau Pinot noir Chamoson. Poids frais des rognages. 1998–1999.

s'est distinguée par une vigueur nettement supérieure. Celle de Tsoume a été légèrement plus vigoureuse que celle de Rougin et surtout de Trémasière. Les résultats se corrèlent assez bien avec le profil d'alimentation hydrique. L'influence du niveau d'alimentation en eau sur l'expression végétative est confirmée par de nombreuses études (Séguin 1983; van Leeuwen 1991; Zufferey *et al.* 2010).

Composantes du rendement

Les moyennes 1997–2000 des principales composantes du rendement sont reportées dans le tableau 3. Globalement, ces différents paramètres ont faiblement varié. Le potentiel de rendement de Trémasière a été très légèrement inférieur.

Attaque de botrytis sur grappe

Le taux d'attaque de botrytis sur grappes contrôlé à la vendange n'a pas beaucoup différé entre les parcelles. Globalement, l'intensité de l'attaque est restée relativement faible et inférieure à 10%. En 1997, aucun dégât n'a été enregistré et les taux les plus élevés ont été enregistrés en 1998.

Tableau 3 | Réseau Pinot noir Chamoson. Composantes du rendement. Moyennes 1997–2000

Parcelle	Fertilité des bourgeons (nb grap./bois)	Poids des baies (g)	Poids des grappes (g)	Rendement (kg/m ²)
Ravanay	1,70	1,56	146	1,205
Trémasière	1,46	1,50	126	1,076
Rougin	1,65	1,55	155	1,164
Tsoume	1,72	1,53	155	1,169

Qualité des moûts à la vendange

Le tableau 4 résume les observations concernant la date des vendanges et les données analytiques moyennes des moûts. Les dates de vendanges ont été très proches. Les teneurs en sucre des moûts ont été un peu inférieures à Ravanay traduisant une accumulation un peu plus lente des sucres dans les baies en cours de maturation malgré une date de véraison proche de celle des autres parcelles. Ce léger retard semble lié au profil d'alimentation hydrique et au comportement végétatif de cette parcelle. L'alimentation en eau non limitante y favorise la croissance active de la végétation, ce qui retarde l'accumulation des sucres dans les baies. Ce phénomène est relaté par de nombreux auteurs (Champagnol 1984; van Leeuwen *et al.* 1994; Jourjon *et al.* 1992; Morlat 1989; Lebon 1993). L'acidité totale et surtout malique des moûts constituerait un bon critère de discrimination des terroirs. Les différences d'acidité totale semblent surtout influencées par la teneur en acide malique. La parcelle de Ravanay s'est nettement distinguée des autres par des taux d'acide malique nettement plus élevés, certainement liés aux conditions d'alimentation en eau non restrictives. Champagnol (1984) mentionne qu'une vigueur élevée et prolongée dans la saison favorise la richesse en acide malique des moûts en augmentant la synthèse foliaire, en retardant la véraison et les processus de dégradation de cet acide et en maintenant les raisins dans un microclimat plus frais (souches plus touffues). En effet, la dégradation de l'acide malique est optimisée par une température des grappes plus élevée (Smart, 1985). Malgré ces acidités totale et malique plus élevées, les moûts de Ravanay ont eu un pH voisin, voire légèrement supérieur à celui des autres références. Ce

Tableau 4 | Réseau Pinot noir Chamoson. Date de vendanges et analyses de base des moûts. Moyennes 1997–2000

Parcelle	Date de vendange	Sucres (°Oe)	Acidité totale (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acide malique (g/l)	pH	Indice de formol
Ravanay	18 septembre	93,0	8,4	5,7	5,4	3,31	28,8
Trémasière	17 septembre	93,9	7,9	5,6	4,6	3,26	24,5
Rougin	17 septembre	95,0	7,3	5,6	4,1	3,31	23,4
Tsoume	15 septembre	95,0	7,5	5,5	4,2	3,28	24,7

Tableau 5 | Réseau Pinot noir Chamoson. Analyse de base des vins. Moyennes 1997–2000

Parcelle	Alcool (vol. %)	pH	Acidité totale (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acidité volatile (g/l)	2- et 3-méthyl-1-butanol (mg/l)	Phényl-2-éthanol (mg/l)
Ravanay	12,2	4,21	3,5	0,9	0,53	149	15
Trémasière	12,5	4,07	3,7	0,9	0,50	170	18
Rougin	12,7	4,12	3,6	0,9	0,54	177	22
Tsoume	12,6	4,08	3,8	0,8	0,52	193	25

phénomène est dû aux taux de potassium des moûts plus élevés que pour les autres parcelles (Bledsoe *et al.* 1988). Les teneurs en azote des moûts ont été élevées pour l'ensemble des parcelles, mais celles de Ravanay étaient toutefois régulièrement les plus hautes. Une alimentation en eau non contraignante et une vigueur élevée s'accompagnent souvent de taux élevés d'azote dans les tissus végétaux (Champagnol 1984; Tregoat *et al.* 2002). Les conditions de minéralisation de l'azote et ses possibilités de prélèvement par la vigne relèvent souvent des caractéristiques du sol – notamment de son régime hydrique – et font partie intégrante des caractéristiques du terroir.

Analyse des vins

Le tableau 5 résume les analyses de base effectuées sur les vins. La teneur en alcool a été légèrement plus basse dans les vins de Ravanay, dont les moûts ont dû être plus souvent chaptalisés. Les pH y sont systématiquement plus élevés, conformément aux observations sur les moûts et leurs teneurs en potassium plus élevées, mentionnées plus haut. Il existe d'ailleurs une bonne corrélation entre la teneur en potassium dans les moûts et la quantité d'acide tartrique dans les vins (fig. 5). Les taux d'alcools supérieurs ont été corrélés négativement avec la teneur en azote des moûts, ce qui confirme les observations de Maigre *et al.* (2001) et Spring (2002).

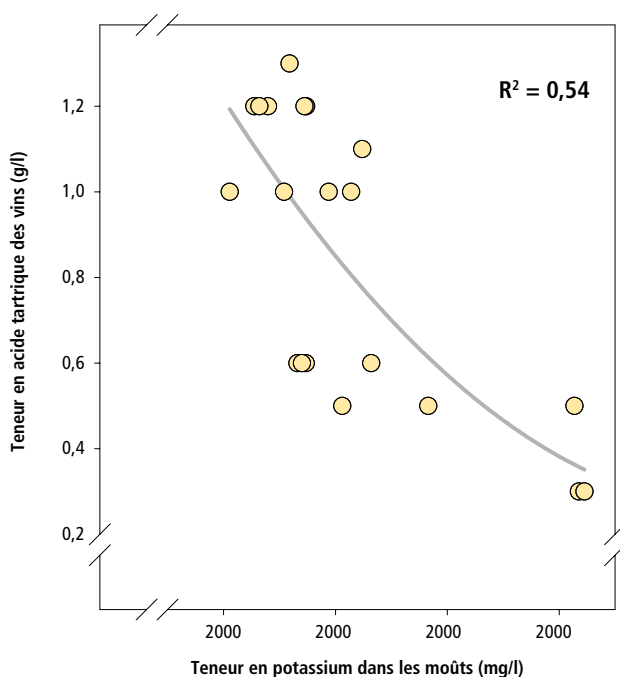


Figure 5 | Réseau Pinot noir Chamoson. Relation entre la teneur en potassium des moûts et la teneur en acide tartrique des vins. 1997–2000.

Analyse des composés phénoliques des vins

Les données relatives aux composés phénoliques dans les vins sont réunies dans la figure 6. Les valeurs des vins de Ravanay et de Tsoume sont proches et plus basses que celles des vins de Trémasière et de Rougin, où le niveau de contrainte hydrique est le plus marqué. Ces observations sont confirmées par de nombreux travaux qui montrent qu'une certaine contrainte hydrique en phase de maturation est nécessaire à l'obtention de vins riches en composés phénoliques (Asselin *et al.* 1994; Bourziex *et al.* 1977; Duteau *et al.* 1981; Seguin 1983; Choné *et al.* 2001; Morlat 1989; Tregoat 2003; van Leeuwen *et al.* 1998), et notamment pour le Pinot noir (Zufferey *et al.* 2010).

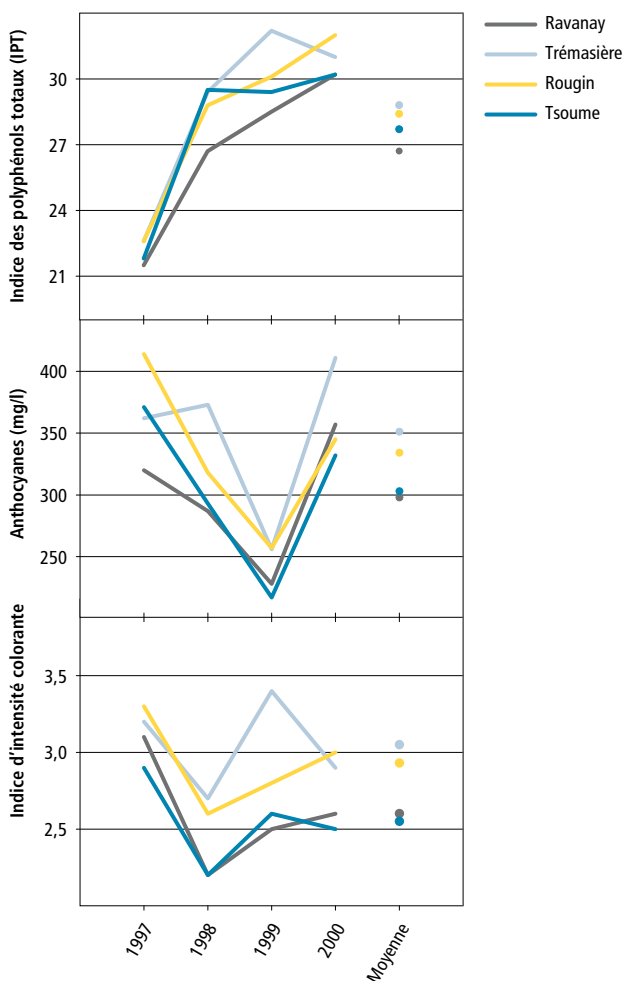


Figure 6 | Réseau Pinot noir Chamoson. Analyse des composés phénoliques dans les vins. 1997–2000.

Analyse sensorielle des vins

Les profils sensoriels des millésimes 1997 à 2000 sont réunis dans la figure 7. Les vins issus des parcelles de Trémasière et de Rougin ont été jugés les plus colorés et leur nuance tirant le plus sur le pourpre, confirmant l'analyse des composés phénoliques dans les vins. Le bouquet a été jugé généralement plus fin dans les vins de Trémasière, de Rougin et dans une moindre mesure de Tsoume. L'influence positive d'une contrainte hydrique modérée sur le bouquet de vins rouges est mentionnée par Spring *et al.* (2009). Les vins des parcelles de Trémasière, de Rougin et, dans une moindre mesure, de Tsoume ont été jugés plus structurés. L'appréciation du niveau d'acidité des vins n'a pas montré de différences importantes entre les parcelles, ce qui est compréhensible vu leurs pH très élevés, généralement supérieurs à 4 (tabl.5). L'intensité tannique est très bien corrélée avec l'analyse des composés phénoliques. Les vins de Trémasière et de Rougin ont été jugés les

plus tanniques. Ceux de Ravanay se sont parfois distingués, comme en 1999 et 2000, par des tanins de moins bonne qualité, jugés plus secs et plus râches. La note hédonistique d'impression générale montre que, globalement, les vins de Trémasière et de Rougin ont été les mieux appréciés. La hiérarchie des vins correspond très fidèlement aux profils d'alimentation hydrique décrites plus haut. Les meilleurs vins ont été obtenus dans des situations où une contrainte modérée de l'alimentation en eau survient régulièrement pendant la phase de maturation du raisin. Ce facteur paraît jouer un rôle particulièrement important dans l'appréciation de la structure, de la couleur, de l'importance de la masse tannique et de la qualité des tanins des vins.

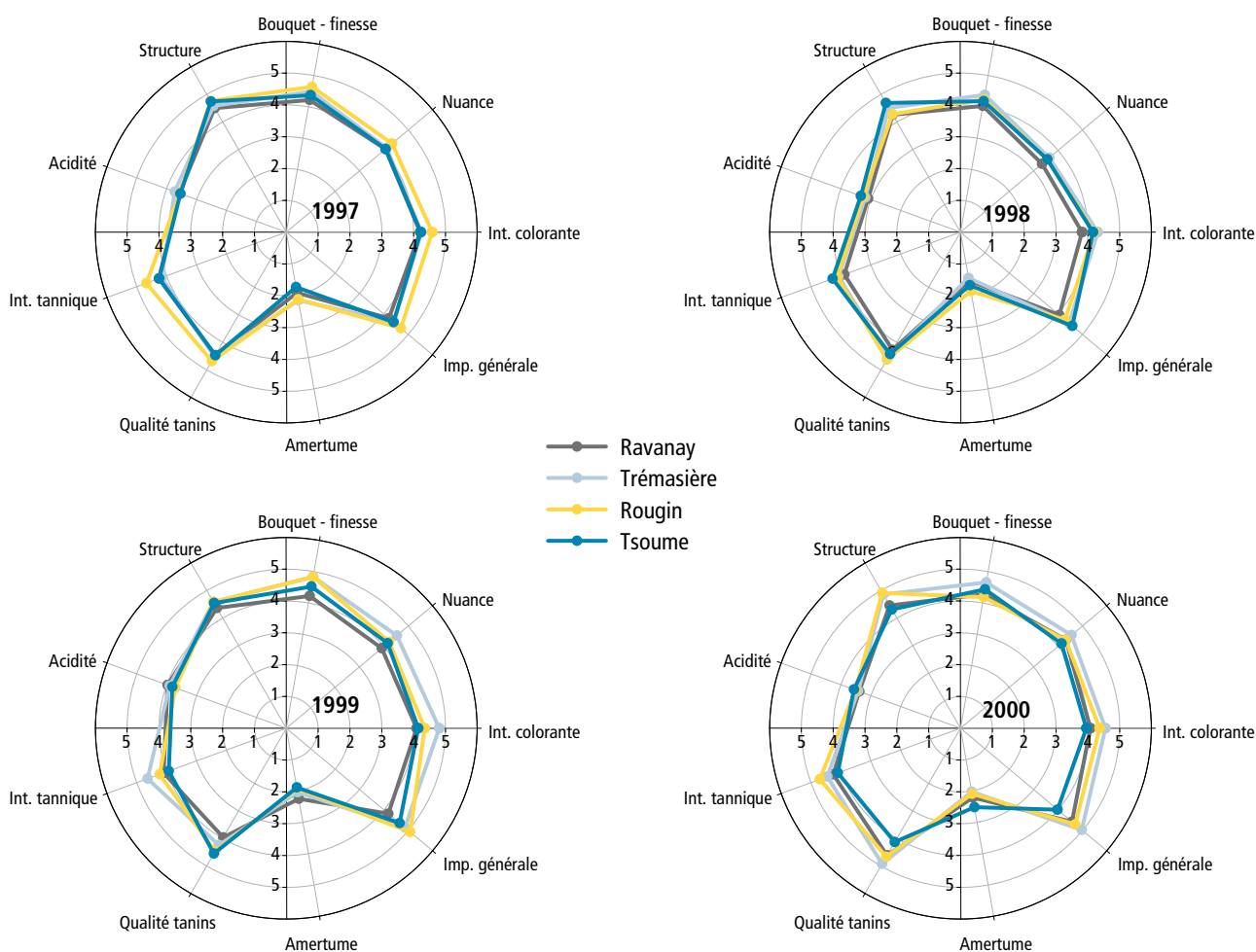


Figure 7 | Réseau Pinot noir Chamoson. Profil sensoriel des vins. Notation de 1 (= faible, mauvais) à 7 (= élevé, excellent). 1997-2000.

Conclusions

L'implantation d'un réseau de quatre parcelles avec du matériel végétal homogène de Pinot noir dans des sols représentatifs de l'entité topo-climatique du cône de déjection de Chamoson (VS) a permis d'effectuer les observations suivantes :

- Les conditions d'alimentation en eau de la vigne ont fortement varié entre les différents sites.
- Pour chacune des parcelles, le déficit hydrique calculé et le niveau de contrainte hydrique subi par la vigne sont bien corrélés. Ceci pourrait notamment permettre de prévoir à court terme les risques de contrainte hydrique excessive et de mieux gérer les besoins réels d'irrigation.
- Le profil d'alimentation en eau spécifique de chacune des situations a eu un effet marqué sur le comportement agronomique et le potentiel œnologique.
- Les situations dépourvues de contrainte hydrique se caractérisent par :
 - un débourrement plus tardif
 - une vigueur accrue et un arrêt de croissance plus tardif
 - un retard dans l'accumulation des sucres et dans la régression de la teneur en acide malique des moûts
 - une augmentation de la teneur en azote et en potassium des moûts.
- Les situations où une contrainte hydrique modérée se réalise régulièrement en période de maturation du raisin ont produit des vins préférés, mieux structurés et caractérisés par une plus haute teneur en polyphénols et une meilleure qualité des tanins. ■

Remerciements

Toute l'équipe du produit Viticulture et Œnologie d'Agroscope ACW est vivement remerciée de sa précieuse collaboration, ainsi que Geneviève Bannwarth, Louis Brochet, Pierre-Alain Melly et Nadine Strasser qui ont participé à cette expérimentation.

Bibliographie

- Aerny J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28**, 161–165.
- Asselin C., Morlat R. & Salette J., 1996. Déterminisme de l'effet terroir et gestion œnologique en Val de Loire. Application aux vins rouges de Cabernet franc et aux vins blancs moelleux de Chenin. *Revue française d'Œnologie* **156**, 14–20.
- Bourziex M., Heredia N., Meriaux S., Rollin M. & Rutten P., 1977. De l'influence de l'alimentation hydrique de la vigne sur les caractéristiques anatomiques des baies de raisin et leur richesse en couleur, tannins et autres composés phénoliques. C.R. Académie des Sciences, Paris, 284 D, 365–369.
- Bledsoe A. M., Kliever W. M. & Marois J. J., 1988. Effects of timing and severity of leaf removal on yield and fruit composition of Sauvignon blanc grapevines (Napa). *Am. J. Enol. Vitic.* **39** (1), 49–54.
- Champagnol F., 1984. *Éléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale*. Impr. Dehan, Montpellier, 351 p.
- Choné X., van Leeuwen C., Chery Ph. & Ribéreau-Gayon P., 2001. Terroir influence on water status and nitrogen status of non irrigated Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera*): vegetative development, must and wine composition. *S. Agr. Enol. Vitic.* **22** (1), 8–15.
- Duteau J., Guilloux M., Glories Y. & Seguin G., 1981. Influence de l'alimentation en eau de la vigne sur la teneur en sucres réducteurs, acides organiques et composés phénoliques des raisins. C.R. Académie des Sciences, Paris, série III, tome 292, 965–967.
- Jourjon F., Morlat R. & Seguin G., 1992. Développement de la vigne et maturation du raisin dans différents terroirs viticoles de la moyenne vallée de la Loire. *J. Int. Sci. Vigne et Vin* **26** (2), 51–62.
- Lancashire P. D., Bleiholder H., van den Boom T., Langelüdekke P., Stauss R., Weber E. & Witzemberger A., 1991. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann. appl. Biol.* **119**, 5761–601.
- Lebon E., 1993. De l'influence des facteurs pédo- et mésoclimatiques sur le comportement de la vigne et les caractéristiques du raisin. Application à l'établissement de zonage des potentialités qualitatives en vignoble à climat semi-continental (Alsace). Thèse de doctorat, Centre des sciences de la terre, Université de Bourgogne, 165 p. + annexes.
- Letessier I., 2007. Etude géopédologique des vignobles de Leytron, Chamoson, Ardon. Edité par l'interprofession de la Vigne et du Vin du Valais. 50 p.
- Maigre D. & Aerny J., 2001. Enherbement et fumure azotée sur cv. Gamay dans le Valais central. 2. Résultats analytiques et organoleptiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **33** (4), 199–204.
- Morlat R. & Hardy P., 1987. Résultats concernant les variations de précocité de la vigne dans le Val de Loire. Importance du pédoclimat thermique. OIV 3^e Symposium international sur la physiologie de la vigne, Bordeaux, 1986, 332–338.
- Morlat R., 1989. Le terroir viticole : contribution à l'étude de sa caractérisation et de son influence sur les vins. Application aux vignobles rouges de la moyenne vallée de la Loire. Thèse de doctorat, Bordeaux II, 289 p. + annexes.
- Ribéreau-Gayon J., Peynaud E., Sudraud P. & Ribéreau-Gayon P., 1972. *Sciences et techniques du vin*. Tome I. Analyses et contrôles des vins. Dunod, Paris 488, 497–503.
- Riou C. & Lebon E., 2000. Application d'un modèle de bilan hydrique et de la mesure de la température du couvert au diagnostic du stress hydrique de la vigne à la parcelle. *Bull. OIV* **73** (4), 755–764.
- Riou C. & Payan J. C., 2001. Outils de gestion de l'eau en vignoble méditerranéen. Application du bilan hydrique au diagnostic du stress hydrique de la vigne. Compte rendu des 12^{es} journées du GESCO, 37 juillet 2001, Montpellier, 125–133.
- Scholander P. F., Hammel H. T., Bradstreet E. D. & Hemmingzen E. A., 1995. Sap pressure in vascular plants. *Sciences* **148**, 339–346.
- Seguin G., 1983. Influence des terroirs viticoles sur la constitution et la qualité des vendanges. *Bull. OIV* **623**, 3–18.

Summary**Water supply and behaviour of Pinot noir vines in the vineyard of Chamoson (VS)**

Four plots have been planted with homogeneous material of Pinot noir cultivar on typical soils of Chamoson area (Valais, Switzerland). Conducted from 1997 to 2000, this research allowed pointing out the influence of water nutrition on agronomical and oenological potential of Pinot noir. In a situation without water restriction, vigour was clearly higher and budburst was delayed. In the must, soluble solids content was lower in absence of water constraint, while malic acid and nitrogen contents were higher. Meanwhile, pH remained relatively constant due to higher potassium content. In fact, any situation inducing regular and moderate water restriction during ripening did led to wines with more polyphenols and more qualitative tannins, which were preferred by the panel of tasters.

Key words: grapevine, Pinot noir, water stress, quality.

Zusammenfassung**Wasserversorgung und Verhalten des Blauburgunders. Bilanz eines Versuches im Rebberg von Chamoson (VS)**

Ein Beobachtungsnetz bestehend aus vier Kleinparzellen mit homogenem Pflanzmaterial von Blauburgunder wurde in repräsentativen Böden der topoklimatischen Einheit des Schuttkegels von Chamoson (VS) angelegt. Der Einfluss der Wasserversorgung auf das agronomische Verhalten sowie auf das oenologische Potential wurden untersucht. Die Beobachtungen, die von 1997 bis 2000 durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass in Lagen mit reichlicher Wasserversorgung, der Austrieb verspätet und die Wüchsigkeit der Rebe stark erhöht war. Unter diesen Bedingungen wurde weniger Zucker eingelagert und höhere Apfelsäurewerte im Most festgestellt. Eine reichliche Wasserversorgung hat zudem zu einer Erhöhung des Stickstoff- und Kaligehalts in den Mosten geführt. Bevorzugt wurden Weine aus Lagen mit einer moderaten Wasserknappheit während der Traubenreife. Sie zeichneten sich durch eine bessere Struktur, einen höheren Gehalt an Polyphenolen und qualitativ besseren Tanninen aus.

Riassunto**Alimentazione idrica e comportamento del Pinot nero. Bilancio di una prova condotta nel vigneto di Chamoson (VS)**

L'impianto di una rete di quattro parcelle con del materiale vegetale omogeneo di Pinot nero in tipi di terreno rappresentativo dell'entità topoclimatica di un cono di deiezione a Chamoson (VS) ha permesso di studiare l'influenza dell'alimentazione idrica sul comportamento agronomico e sul potenziale enologico di questo vitigno. Questo studio, condotto dal 1997 al 2000, ha dimostrato che, in situazioni caratterizzate dall'assenza di stress idrico, il germogliamento è ritardato e la vigoria è accentuata. A queste condizioni l'accumulo di zuccheri e la regressione del tenore dell'acido malico nei mosti è stata più debole. L'assenza di deficit idrico ha anche favorito un incremento del tasso d'azoto e di potassio nei mosti. Le situazioni che permettono regolarmente un moderato stress idrico durante la maturazione dell'uva, hanno prodotto vini privilegiati, più strutturati e caratterizzati da tenori di polifenoli superiori e una migliore qualità dei tannini.

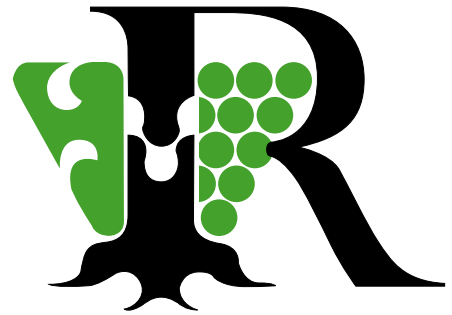
- Smart R. E., 1985. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. *Am. J. Enol. Vitic.* **36**, 230–239.
- Spring J.-L., 2002. Valorisation de la fumure azotée en vignes enherbées. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (5), 289–296.
- Spring J.-L. & Zufferey V., 2009. Influence de l'irrigation sur le comportement de la vigne et sur la qualité des vins rouges dans les conditions du Valais central. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **41** (2), 103–111.
- Tregoat O., van Leeuwen C., Choné X. & Gaudillière J.-P., 2002. Etude du régime hydrique et de la nutrition azotée de la vigne par des indicateurs physiologiques. Influence sur le comportement de la vigne et la maturation du raisin (*Vitis vinifera* L. cv. Merlot). *Int. Sci. Vigne* **36** (3), 133–142.
- Tregoat O., 2003. Caractérisation du régime hydrique et du statut azoté de la vigne par des indicateurs physiologiques dans une étude de terroir au sein de huit grands crus de Bordeaux. Influence sur le comportement de la vigne et la maturation du raisin. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux II, 285 p.
- van Leeuwen C. & Seguin G., 1994. Incidences de l'alimentation en eau de la vigne appréciée par l'état hydrique du feuillage sur le développement végétatif et la maturation du raisin. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **28**, 81–110.
- van Leeuwen C., 1991. Le vignoble de Saint-Emilion: répartition des sols et fonctionnement hydrique, incidences sur le comportement de la vigne et la maturation du raisin. Thèse de doctorat, Bordeaux II, 154 p.
- van Zyl J.-L., 1987. Diurnal variation in grapevine water stress as a function of changing soil water status and meteorological conditions. *S. Agr. Enol. vitic.* **8** (21), 45–50.
- Zufferey V., Spring J.-L., Verdenal T. & Viret O., 2010. Etude du comportement du Pinot noir dans les conditions pédo-climatiques du vignoble valaisan. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **42**, à paraître.

Pépinières Viticoles - Ph. Rosset

- Toutes variétés sur divers porte-greffes.
- Plantation de vos vignes à la machine.
- TUBEX, protections pour vos plants.

Qualité et Service font notre différence

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



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

VENDANGES 24h/24!



**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**

Le choix des professionnels

Demandez dès maintenant notre nouveau catalogue viticole 2010 !


gvz_rossat
(Ex. RASTEC GmbH/Sàrl)

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

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

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

TEMPÉRATURE sous gestion

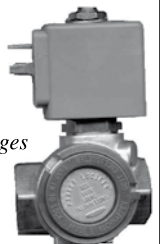
Vinification, fermentation
Grâce au régulateur de température AGT-E5CK

Appareil complet avec affichage température et valeur de programmation. – Economie d'eau. Livré avec vanne 1/2" Version pour 1, 2 ou 3 cuves.



AgriTechno

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



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



Rue de la Gare 20 Tél 032 751 37 95
2525 Le Landeron Fax 032 751 31 44
www.angelrath.ch info@angelrath.ch

Jean Angelrath
Emballages en gros
Matériel de cave

Matériel de cave
bacs, raccords, etc.
Grandes bouteilles

Régénération naturelle
de barriques "BARENA"

Nombreuses cuves
en stock
NEUVE / OCCASION

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

Les fraises, les framboises, le Valais

Fraises, framboises, myrtilles et autres délicieux petits fruits sont le pain quotidien d'André Ançay, collaborateur technico-scientifique du groupe «Plantes médicinales et baies» au Centre de recherche Conthey. Rencontre avec un Valaisan «pure souche».

André Ançay est un vrai terrien, bien ancré dans le terroir valaisan – de Fully très précisément – où il a toujours vécu, à quelques exceptions près. Fils de viticulteurs, il n'a quitté son village que quelques temps durant ses études et aussi, dit-il avec l'accent et l'humour qui le caractérisent, «pour acclimater ma femme, une Genevoise!».

A la fin de sa scolarité, André Ançay s'est inscrit à l'École d'agriculture de Châteauneuf dans l'idée de reprendre l'exploitation viticole de ses parents. Mais les circonstances lui font modifier ses plans: «En 2^e année d'études, alors que j'étais en stage à la Station cantonale de protection des végétaux, j'ai eu un accident à une jambe assez important qui m'a fait réfléchir aux possibilités réelles de reprendre l'exploitation. Augustin Schmid, directeur de la Station, m'a alors envoyé en Allemagne pour me sortir de la Vallée du Rhône!» André Ançay garde un souvenir lumineux de ce stage pratique dans une exploitation viticole allemande. «La région était très belle, mais le paysage quand même un peu plat pour moi.» Ce séjour le met en contact avec beaucoup de jeunes issus de l'École d'ingénieurs de Kaisheim, qui lui donnent le goût de poursuivre ses études. «Je me disais que je pourrais toujours reprendre l'exploitation plus tard.» Plus de vingt ans ont passé et ce sont toujours ses parents qui gèrent l'exploitation...

Après Châteauneuf, le jeune diplômé s'inscrit à l'École d'ingénieurs de Changins en section «production». En 1991, son diplôme en poche, hésitant à repartir en Allemagne, il postule au Centre de Conthey qui l'engage aussitôt dans son groupe «protection des végétaux», pour l'homologation des produits phytosanitaires. Une période riche et intense, qui dure jusqu'en 2000: «En hiver, je descendais à Changins trois à quatre jours par semaine, pour me former en mycologie, en entomologie et en malherbologie auprès d'Adrien Bolay, de Marc Baillod et de Jean-Philippe Mayor. Une opportunité extraordinaire d'approfondir mes connaissances et de connaître beaucoup de monde à Changins!»

En 2000, André Ançay succède à Roland Terrettaz dans le secteur «petits fruits», qui l'intéressait beaucoup. «J'ai eu la chance de commencer en même temps qu'un projet européen COST pour améliorer la qualité et le rendement des fraises, qui m'a permis de tisser des



André Ançay

contacts avec tous les collègues européens du secteur petits fruits – un petit secteur! Les pays européens ont des potentiels de production très différents, mais le défi est le même partout: obtenir des fraises de bonne qualité gustative tout en réduisant les coûts de production et en luttant contre les ravageurs.» La production de fraises et de framboises hors-sol occupe le chercheur depuis cinq ans.

Un autre projet, commencé en 2008, consiste à sauver la variété de framboise Tulameen, délicieuse et bien implantée en Suisse, mais sujette au dépérissement depuis quelques années.

D'autres essais sont en cours sur les myrtilles, dont les surfaces augmentent chaque année: 4-5 ha cultivés il y a quinze ans contre 45 aujourd'hui, essentiellement en Suisse alémanique. Un tiers des myrtilles sont cultivées dans l'Emmental bernois, sur des collines recouvertes de copeaux. «La myrtille a besoin d'un sol très acide et nous essayons de trouver les systèmes de culture les moins chers.»

Père de trois enfants âgés de 13, 7 et 3 ans, André Ançay consacre l'essentiel de son temps libre à sa famille et à la vie de son cher village.

Sibylle Willi, Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture



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

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

V I N A L Y T I K



Certifié selon ISO 9001:2000
Votre partenaire pour l'analyse des vins
Vinyalytik • Franzosenstr. 14 • CH-6423 Seewen
Téléphone 041 819 34 68 • Fax 041 819 34 74
E-mail: info@vinyalytik.ch • www.vinyalytik.ch

La solution vraie et simple au problème!
Mauskiller U2
Pellets de gazéification très efficace et rapide contre les **campagnols**. Pas d'autocombustion, détonation, formation de fumée! N'est pas toxique pour les plantes ou les animaux qui mangent les rongeurs.
Seulement permis à des personnes qualifiées.



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



JACQUES ISELY
MATÉRIEL VITICOLE ET ARBORICOLE

Le spécialiste de l'armature



- Piquets métalliques
- Piquets bois imprégnés toutes dimensions
- Fil nylon, BAYCO (ne se tend qu'une seule fois)
- Amarres

Tél. 021 652 07 34
Chemin de Jorattez 3 Fax 021 652 20 24
1052 Le Mont-sur-Lausanne Natel 079 206 54 14

pour des espèces particulières



okohum
Kettenspray, engrais, appareils de mesure

vosre terreau, notre métier!

5^e Championnat européen des étudiants en vitiviniculture

Echanges et convivialité au premier rang !

Christian GUYOT, professeur accompagnant

Réunis du 22 au 27 mars 2010 en Hongrie, soixante jeunes étudiants venus d'Europe entière ont concouru au 5^e «Europea Wine Championship», à l'appel des écoles de viticulture et d'œnologie «Teleki Szigmond» de Villány et «Soos Istvan» de Budafok.



Ce concours était réservé aux futurs professionnels de la vitiviniculture âgés de moins de 25 ans et encore en formation. Les disciplines servant à mesurer les aptitudes de nos compétiteurs étaient les suivantes: Wine growing (viticulture), Wine making (œnologie), Wine tasting (dégustation) et Special Award Hungary (Prix spécial Hongrie, consacré à la connaissance de la viticulture hongroise et réservé aux étudiants non hongrois).

La seule paire helvétique, représentant l'Ecole d'ingénieurs de Changins, était composée de Cédric Guillod et de Stéphane Simonet, tous deux de la volée 2009 de l'Ecole spécialisée d'œnologie.

Si nos deux compères n'ont de loin pas démerité, la forte concurrence en présence leur a donné du fil à retordre, en particulier les étudiants allemands qui ont trusté les podiums. Notons tout de même la belle 7^e place par équipe pour nos deux Suisses.



Cédric Guillod et Stéphane Simonet.



Devant la diversité des nationalités en présence (Allemagne, Autriche, Belgique, Espagne, Estonie, France, Grande-Bretagne, Hongrie, Italie, Luxembourg, Portugal, Roumanie, Slovénie et Suisse), toutes les compétitions se sont déroulées exclusivement en anglais, demandant aux participants d'être non seulement au point sur les questions techniques de leur futur métier, mais aussi de communiquer dans une langue étrangère, ce qui est un des buts majeurs de ce championnat: amener les futurs professionnels européens de la vigne et du vin à se rencontrer dans un esprit de saine compétition et d'échanges conviviaux. Sur ce point, le déroulement sur deux sites et l'esprit festif des hôtes hongrois ont été très appréciés et ont permis un brassage culturel très profitable, encore renforcé par les nombreuses visites de caves et par certaines longues soirées animées !

Devant les défis importants que le vignoble européen doit relever face à une concurrence mondiale toujours plus rude, l'«Europea Wine Championship» revêt une importance toute particulière: il permet à nos futurs professionnels de se connaître et de créer des liens d'amitié qui ne peuvent être que positifs pour l'avenir.

En 2011, la 6^e édition se déroulera en Allemagne, plus précisément en Franconie, dans le cadre de la Staatliche Technikerschule für Weinbau und Kellerwirtschaft de Veitshoechheim. Une occasion unique à ne pas manquer pour les étudiants qui auront la chance d'y participer ! ■

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

innovativ

ERBSLÖH

Oenoferm®
Belle Arome

NOUVEAU



Für den modernen Weißweinstil mit positivem,
cremigem Mundgefühl

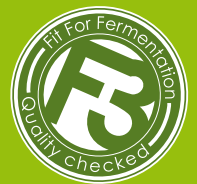
For the modern white wine style with pleasant
creamy mouthfeel

Pour des vins blancs modernes avec
une bouche crémeuse

Les changements climatiques
réclament de nouvelles alternatives:

F3 – Fit For Fermentation!

La nouvelle génération de levures aux
performances fermentaires optimisées!



Importateur pour la Suisse:

Köppel

Tel.: 071 638 03 33
www.koepfel-berg.ch

ERBSLÖH

www.erbsloeh.com