

Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture

Mars-Avril 2008 – Vol. 40 – N° 2

Prix: 13.-

Publiée par la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, l'Ecole d'ingénieurs de Changins, Agridea et avec l'appui d'Agora



DEPUIS 120 ANS À VOTRE SERVICE

LES POMPES SMILINOX



LA FLOTTATION



GESTION DE TEMPÉRATURE



LES POMPES SCHNEIDER



9, CHEMIN DES CARPIÈRES
1219 LE LIGNON-GENÈVE
TÉL. 022 796 77 66 – FAX 022 797 08 06

MAISON FONDÉE EN 1888
**FAITES CONFIANCE
AU SPÉCIALISTE**

DUPENLOUP SA
FABRIQUE DE POMPES
MATÉRIEL POUR L'INDUSTRIE



CoPra Sàrl	1113 St-Saphorin-s/Morges 021 803 79 00
Wulliens Bernard	1148 Cuarnens 021 864 51 36
MEYTAM SA	1236 Cartigny 022 756 33 06
Tracto-Jardin Sàrl	1267 Vich 022 364 16 32
Chautems Henri SA	1373 Chavornay 024 441 16 59
René Bovay SA	1415 Démoret 024 433 03 30
UMATEC, fenaco	1564 Domdidier 026 675 21 41
Bérard SA	1680 Romont FR 026 652 20 29
Chablais-Machines Sàrl	1893 Illarsaz 024 472 33 44
ETS Chappot SA	1906 Charrat 027 746 13 33
Jeanneret Hydro mécanique Sàrl	2112 Môtiers NE 032 861 33 38
Linder Eugène	2300 La Chaux-de-Fonds 032 968 45 69
Garage du Peca SA	2873 Saulcy 032 433 43 13
UMATEC, fenaco Jura	2942 Alle 032 471 09 89

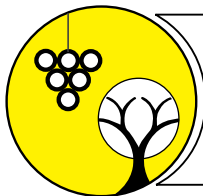


Service Company SA
4538 Oberbipp Tél. 032 636 66 66
www.serco.ch info@serco.ch

CLAAS

**Le tracteur qui pense à tout,
qui passe partout arrive en Suisse.**

**Nos conseillers de vente
pour la Suisse Romande:**
Richard Débely 079 631 43 07
Robert Wüthrich 079 208 30 82



Sommaire

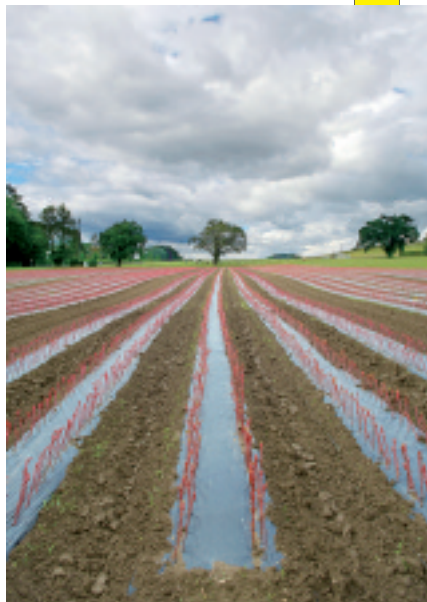


Photo de couverture:

Le cépage et le savoir-faire humain s'associent aux facteurs naturels (sol et climat) pour révéler les valeurs intrinsèques des différents terroirs (voir l'éditorial de MURISIER en p. 85). Le choix d'un porte-greffe adapté et celui d'un matériel végétal sain sont des éléments importants à prendre en compte dans la reconstitution des vignobles (ici, une pépinière viticole située près de Rolle, VD).

(Photo G. Skory,
Agroscope Changins-Wädenswil ACW)

Editorial

Congrès international des terroirs viticoles à Changins 85
F. MURISIER

Agroscope Changins-Wädenswil ACW

Possibilités et stratégies d'éclaircissage du pommier à l'éthéphon 87
A. WIDMER, M. GÖLLES, K. KOCKEROLS, W. STADLER et D. CHRISTEN

Biofumigation: principe et application 95
V. MICHEL

Comparaison de quatre variétés de sauge officinale au Tessin 101
A. SASSELLA, D. DE PIAZZA, M. PEDROLI, A. CONTI et Ch. REY

Traitement post-récolte de l'ériophyde des framboises *Phyllocoptes gracilis* 105
Ch. LINDER, C. BAROFFIO et C. MITTAZ

La culture du cassis I-VIII
A. ANÇAY, R. CARRON, V. MICHEL et C. BAROFFIO (au centre)

Rosmarinus officinalis L.: comparaison de clones tessinois 117
A. SASSELLA, M. CACCIA, C. TETTAMANTI, A. CONTI et M. JERMINI

Influence d'une couverture agrotextile sur le rendement et la qualité de trois plantes aromatiques 125
C.-A. CARRON, C. BAROFFIO et Ch. CARLEN

Ecole d'ingénieurs de Changins

Projet «Fûts de chêne» de l'Ecole d'ingénieurs de Changins
Incidence de la durée de séchage des merrains sur la qualité des fûts et des vins 133
J. AUER, A. RAWYLER et N. DUMONT-BEBOUX

Nouveautés de l'Ecole d'ingénieurs de Changins

L'Ecole spécialisée (ESp) de Changins à l'enquête 139

Informations agricoles

Le Guide du jardin naturel 141
ÖGA, le rendez-vous de la branche verte, du 25 au 27 juin 2008 141
Nouveau master en agronomie et foresterie appliquées 142

Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture et/ou Revue suisse d'Agriculture
Nos revues sont référencées dans les banques de données internationales SCIE, Agricola, AGRIS, CAB, ELFIS et FSTA.

ÉDITEUR: 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), Ch. Carlen, N. Delabays,
P. Gugerli, F. Murisier et O. Viret (ACW)
C. Briguet (directeur) EIC
Dominique Barjolle (directrice) Agridea

PUBLICITÉ: PRAGMATIC SA, 9, av. de Saint-Paul, 1223 Coligny,
tél. (+41) 22 736 68 06, fax (+41) 22 786 04 23

PRÉPRESSE: inEDIT Publications SA, 1025 Saint-Sulpice

IMPRESSION: Courvoisier-Attinger Arts graphiques SA


SERVICE DES ABONNEMENTS

Vous pouvez obtenir soit un abonnement **combiné** à nos deux Revues (12 numéros), c'est-à-dire *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture* et *Revue suisse d'Agriculture* à un **prix très favorable**, soit un abonnement **simple** à l'une ou à l'autre (6 numéros).

ABONNEMENT ANNUEL (2008)

	SIMPLE (6 numéros)	COMBINÉ (12 numéros)
SUISSE:	CHF 43.–	CHF 64.–
FRANCE:	€ (Euros) 34.–	€ (Euros) 49.–
AUTRES PAYS:	CHF 49.–	CHF 72.–

RENSEIGNEMENTS ET COMMANDES: Pierre-Alain Nussbaum,
Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 1260 Nyon 1
Tél. (+41) 22 363 41 51/52 ou fax (+41) 22 363 41 55
E-mail: pierre-alain.nussbaum@acw.admin.ch

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



VII^E CONGRÈS INTERNATIONAL DES TERROIRS VITICOLES

Nyon, 20-23 mai 2008

Programme

Mardi 20 mai 2008

8h⁰⁰-8h⁴⁵: Enregistrement à la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW à Nyon

8h⁴⁵-13h³⁰: **Conférences:** *Session 1: Relations sol-terroir*
Session 2: Relations climat-terroir

Déjeuner au restaurant Agroscope ACW

15h⁰⁰-19h⁰⁰: Visite du vignoble de La Côte (Vaud): zonage (sol - climat - plante)

20h⁰⁰: Dîner à l'Hôtel Best-Western de Chavannes-de-Bogis

Mercredi 21 mai 2008

8h¹⁵-12h¹⁵: **Conférences:** *Session 3: Changement climatique et terroir*
Session 4: Pratiques viticoles, encépagement et terroir
Session 5: Méthodologie de zonage (sol, climat)

12h³⁰-19h⁰⁰: Excursion dans le vignoble du Valais: zonage pédologique et climatique, murs en pierres sèches, terrasses.

19h³⁰: Dîner au Château de Villa à Sierre

Jeudi 22 mai 2008

8h¹⁵-13h³⁰: **Conférences:** *Session 6: Nouvelles technologies et terroir*
Session 7: Analyse sensorielle, pratiques œnologiques et terroir
Session 8: Approche intégrée et application des études de terroirs: typicité des produits et valorisation

Déjeuner au restaurant Agroscope ACW

14h⁴⁵-19h⁰⁰: Visite du vignoble de Lavaux (classé au patrimoine de l'Unesco en 2007)

19h³⁰: Dîner à Grandvaux

Vendredi 23 mai 2008

8h¹⁵-12h³⁰: **Conférences:** *Session 9: Paysages: évaluation et protection*
Session 10: Communication des paysages: valorisation des produits

12h³⁰-15h⁰⁰: Séance posters et apéritif dînatoire

19h³⁰: Repas de gala au Château d'Aigle à Aigle

Congrès international des terroirs viticoles à Changins

Le VII^e Congrès international des terroirs viticoles se tiendra à Changins du 20 au 23 mai 2008 (voir le programme ci-contre). Il réunira des techniciens et scientifiques du monde entier. Plus de 150 participants sont attendus.

Face à l'ouverture généralisée du marché des vins, la plupart des régions viticoles cherchent à valoriser leur production en se distinguant des autres. La mise en valeur des terroirs et des paysages est un moyen fort pour exprimer l'originalité d'une région et de ses vins. Cette pratique a été largement utilisée par le passé et fait aujourd'hui encore la force de certaines appellations d'origine. Elle a permis de donner naissance à des crus prestigieux, mondialement connus. Des associations «sol-climat-cépages» se sont affirmées avec le temps. Le nom de terroir ou l'appellation l'emporte, dans ce cas, sur celui de la variété. L'étude des terroirs intéresse aujourd'hui de nombreux vignobles, dans l'Ancien comme dans le Nouveau-Monde.

L'analyse de la valeur des différents terroirs est toutefois extrêmement complexe, les facteurs naturels susceptibles d'influencer la qualité et la typicité des vins étant très nombreux. Un paramètre pris isolément ne suffit pas à caractériser un terroir. Plusieurs facteurs liés au sol, au climat et à la topographie doivent être intégrés. Le terroir ne représente que le point de départ de l'originalité d'un produit. Son intérêt ne se révèle qu'à travers un cépage et un savoir-faire humain.

Le congrès abordera ces différents aspects au cours des diverses sessions. En plus des relations sol-climat-terroir, les interactions avec le cépage et les pratiques viticoles feront également l'objet de communications. Une partie des présentations sera consacrée aux méthodologies et aux outils de zonage, ainsi qu'à l'influence des techniques œnologiques sur l'expression du terroir.

Depuis quelque temps, un élément à caractère émotionnel et esthétique s'intègre progressive-

ment à la notion de terroir: le paysage. La filière vitivinicole prend conscience des valeurs paysagères et des images affectives qui lui sont liées. Le consommateur ne s'intéresse pas seulement au vin comme produit issu d'un sol, d'un climat et d'un cépage, mais aussi à l'ensemble du contexte paysager dans lequel il est élaboré. De nombreux vignobles du monde, en particulier ceux situés en coteaux ou en terrasses, composent souvent des paysages exceptionnels. L'Unesco a été sensible à ces valeurs et a inscrit certains de ces vignobles remarquables au patrimoine de l'humanité, l'inscription la plus récente étant celle du vignoble de Lavaux en 2007. Une valeur universelle est attribuée à un paysage qui constitue un exemple d'occupation du territoire ou de construction représentatif d'une culture au cours d'une période de l'histoire humaine. L'Unesco admet qu'un paysage peut évoluer, se transformer pour s'adapter aux nouvelles techniques et remplir un rôle économique actif tout en lui assurant un degré de préservation élevé.

La dernière journée du congrès traitera précisément de l'évaluation et de la protection des paysages. Le rôle du paysage dans la communication et la valorisation des produits sera également discuté.

Les participants au congrès auront la possibilité, au cours des visites techniques sur le terrain, de connaître les travaux réalisés dans le vignoble suisse: zonage pédologique et climatique, classification des paysages, construction des murs et des terrasses. Les perspectives offertes par les études des terroirs sont très diverses. Elles concernent à la fois le viticulteur, l'œnologue et les responsables de la communication. La valorisation conjointe des terroirs et des paysages représente, sans aucun doute, un moyen privilégié pour personnaliser la production viticole.

François Murisier, Agroscope ACW



E-mail: francois.murisier@acw.admin.ch



Protection intégrale et durable

VINCARE

Le fongicide viticole
transsystémique – encore plus efficace



- Protège mieux les plantes de l'extérieur vers l'intérieur
- Effet préventif et stoppant, bloque la germination des spores
- Excellent degré d'efficacité et longue durée d'action, très bonne résistance au lessivage
- Très bonne efficacité sur les repousses

TALENDO

Le meilleur fongicide contre l'oïdium de la vigne

Vincare contient du Benthiavalcab-
isopropyl et du Folpet;
Talendo contient du Proquinazid.
Observez les recommandations de
danger sur l'emballage.



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



OENO PÔLE

Au service de la qualité

Etiqueteuses CDA

Manuelles ou automatiques,
de 700 à 3500 bt/h.
Pour tous formats de bouteilles.

Scotcheuses à cartons

Pour tous vos
types de
cartons et
bag-in-box



Débouillage par flottation

Petites unités
mobiles dès
3000 l/h.
3-5% de
bourbes.
Nouveau
modèle 2008



Egrappoir – fouloir

6 T/h.
Meilleur rapport
qualité/prix
du marché.



Et aussi... pompes péristaltiques, décuveurs,
cuves inox de tous genres, supports Oxoline,
échangeurs de chaleur et occasions.

Oeno-Pôle Sàrl
CP 57, 1183 Bursins

Tél.: +41 78 716 40 00
Mail: info@oeno-pole.ch

Détails sur: WWW.OENO-POLE.CH

Compteur de remplissage automatique et programmable



Programmez votre volume
Ouvrez la vanne qui se ferme
AUTOMATIQUEMENT

12 volts (tracteur) ou 220 volts

Simple, robuste et efficace

Diverses options

AgriTechno L'agriculture de précision

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

JEAN-PAUL GAUD SA

BOUCHONS - CAPSULES - CAPSULES A VIS



Rue Antoine-Jolivet 7 - CP 1912 - 1211 Genève SE
Tél. +41 01 82 243 79 42 - www.gaud-bouchons.com



Possibilités et stratégies d'éclaircissage du pommier à l'éthéphon

A. WIDMER, M. GÖLLES, K. KOCKEROLS, W. STADLER et D. CHRISTEN¹,
Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 185, 8820 Wädenswil

@ E-mail: albert.widmer@acw.admin.ch
Tél. (+41) 44 78 36 243.

Résumé

L'éthéphon est homologué depuis 2005 pour l'éclaircissage de toutes les variétés de pommes. Cette matière active peut être appliquée à trois moments différents: stade ballon, chute des pétales ou sur fruits de 8-12 mm de diamètre (maximum 14 jours après la fleur), à raison de 0,3-0,5 l/ha. L'efficacité de l'éclaircissage dépend de la température, optimale entre 18 et 22 °C; l'éthéphon ne devrait pas être utilisé au-dessus de 25 °C (risque de suréclaircissage), ni au-dessous de 15 °C. Lorsqu'il est appliqué en mélange avec du naphthylacétamide (NAD) à la chute des pétales, les prescriptions applicables au NAD doivent être observées.

L'efficacité de l'éthéphon peut varier fortement: l'éclaircissage peut échouer et le risque de suréclaircissage est plus grand qu'avec les matières actives usuelles NAD et ANA (acide naphthylacétique). L'homologation de l'éthéphon, en particulier l'établissement des trois moments d'application, permet d'adapter l'éclaircissage à la variété et à la vigueur. L'éthéphon est particulièrement destiné aux variétés difficiles à éclaircir et sujettes à l'alternance, pour compléter les traitements au NAD ou à l'ANA. L'éthéphon n'est pas recommandé pour Golden Delicious en raison du risque de roussissure et de son efficacité souvent insuffisante.

Introduction

L'éclaircissage chimique est l'une des principales mesures en arboriculture qui permettent d'influencer la formation des bourgeons floraux (empêcher l'alternance) et d'obtenir des fruits de qualité.

Les produits d'éclaircissage traditionnels, le NAD (naphthylacétamide) et l'ANA (acide naphthylacétique), donnent de bons résultats, mais leur efficacité peut varier selon les conditions météorologiques et le déroulement de la floraison. Le moment d'application du NAD est limité à la chute des pétales, celui de l'ANA sur fruit central à 8-12 mm de diamètre. Ces produits

¹Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche de Conthey, 1964 Conthey.



◁ Fig. 1. L'un des buts de l'éclaircissage chimique est de favoriser la formation des bourgeons floraux pour l'année suivante et d'empêcher l'alternance.

▽ Fig. 2. L'éclaircissage chimique et manuel est déterminant pour la bonne qualité externe et interne des fruits.



provoquent rarement un suréclaircissage. L'introduction d'autres matières actives permet cependant de développer des stratégies d'éclaircissage pour chaque variété.

L'éthéphon est homologué depuis 1999 pour l'éclaircissage de la variété Elstar. Ces dernières années, il a été testé sur diverses variétés (seul ou en combinaison avec d'autres matières actives) pour évaluer ses éventuels effets secondaires (comme la roussissure), les moments d'application et les dosages. Les résultats de ces essais et l'expérience acquise ont contribué à étendre l'homologation de l'éthéphon à toutes les variétés de pommes dès le printemps 2005.

Mode d'action de l'éthéphon

L'éthéphon (matière active: acide 2-chloréthylphosphonique), après son absorption par les tissus végétaux, est dégradé par dissociation de l'éthylène (C₂H₄). L'augmentation du taux d'éthylène dans la plante facilite la séparation des tissus, provoquant la chute des fruits. L'éthéphon inhibe également la synthèse de l'auxine et favorise ainsi indirectement la chute des fruits (Schröder, 2003; Baab et Lafer, 2005). Selon Untiedt et Blanke (2001), l'éthéphon réduit la capacité d'assimilation de l'arbre et augmente la fixation du carbone (phase sombre de la photosynthèse), ce qui peut provoquer un stress de courte durée et une plus forte chute des fruits.

L'éthéphon inhibe la croissance des branches et améliore la formation de bourgeons floraux l'année suivante (Wertheim, 1997). L'éthylène favorise aussi le vieillissement des plantes et des fruits: un traitement à l'éthéphon deux à trois semaines avant la récolte accélère la maturation et améliore la coloration des fruits (Schumacher, 1989; Larrigaudiere et Pinto, 1996). En Suisse, ce traitement avant la récolte n'est pas autorisé. L'éthéphon a également un effet d'éclaircissage sur les pruniers. Des gouttes de résine peuvent cependant se former sur les fruits, vraisemblablement en raison de l'augmentation de la production d'éthylène dans les fruits. L'éthéphon n'est donc pas adapté pour l'éclaircissage des pruniers (Stadler *et al.*, 2004). Pour les cerises, l'éthéphon diminue l'adhérence des fruits et facilite la récolte mécanique des cerises de transformation, mais le seul produit (Ethrel) homologué pour cet usage n'est cependant plus commercialisé. En Suisse, les traitements à



Fig. 3. Verger d'essai avec la variété Rubens® dans une exploitation de la pratique à Landschlacht (TG).

l'éthéphon ne sont donc autorisés que pour réguler la charge des cultures de pommiers. L'émission d'éthylène et l'éclaircissage étant dépendants de la

température pendant et après le traitement, l'effet peut être nul ou au contraire trop fort lors de conditions non optimales.

Tableau 1. Description des parcelles d'essais et des traitements d'éclaircissage pour les essais 2006.

Variété Porte-greffe Distance de plantation Année de plantation Emplacement Arbres/répétition	Royal Gala Fleuren 56 3,5 × 1,1 m 2002 Güttingen (TG) 8
Variante d'essai	1) témoin sans éclaircissage 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon 4) éthéphon 0,75 l/ha, stade ballon 5) ANA 3 kg/ha, fruits de 10-12 mm 6) BA 7,5 l/ha, fruits de 10-12 mm 7) ANA 2 kg/ha + BA 5 l/ha, fruits de 10-12 mm
Variété Porte-greffe Distance de plantation Année de plantation Emplacement Arbres/répétition	Rubens® M9 3,4 × 1,3 m 2002 Landschlacht (TG) 15
Variante d'essai	1) témoin sans éclaircissage 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon 4) NAD 300 g/ha, chute des pétales 5) NAD 300 g/ha + éthéphon 0,3 l/ha, chute des pétales 6) NAD 300 g/ha + éthéphon 0,3 l/ha, chute des pétales → éthéphon 0,3 l/ha après 14 jours 7) ANA 3 kg/ha, fruits de 10-12 mm 8) ANA 2 kg/ha + BA 5 l/ha, fruits de 10-12 mm

Matériel et méthodes

Les essais d'éclaircissage chimique ont été menés par Agroscope Changins-Wädenswil ACW en 2006 et 2007 sur deux parcelles différentes à Güttingen et Landschlacht (Thurgovie) avec les variétés Royal Gala sur Fleuren 56 en 4^e et 5^e années de végétation, Rubens® sur M9 en 4^e et 5^e années de végétation, Braeburn sur Fleuren 56 en 3^e et 4^e années de végétation et Mairac® sur J-TE-E et J-TE-F en 2^e et 3^e années de végétation. L'essai comportait huit répétitions pour les variétés Royal Gala et Mairac® et quinze répétitions pour les variétés Rubens® et Braeburn (un arbre par répétition). Les traitements ont été appliqués au gun à environ 2000 l/ha. Les matières actives utilisées étaient l'éthéphon, le naphthylacétamide (NAD), l'acide naphthylacétique (ANA) et le benzyladénine (BA), avec les produits suivants: Céron (39,6% éthéphon), Dirigeol-N (50% NAD), Geramid-Neu (44,8 g/l NAD), Rhodofix (1% ANA), Dirager (36,8 g/l ANA), MaxCel (1,9% benzyladénine). Les tableaux 1 et 2 présentent les dispositifs expérimentaux.

Les mesures et observations ont porté premièrement sur l'efficacité d'éclaircissage avec un comptage du nombre de fruits par 100 inflorescences. Les paramètres de production tels que le rendement (kg/arbre), le poids, le calibre et la couleur des fruits ont été enregistrés avec une calibreuse automatique (Greefa, Geldermalsen, Pays-Bas). La qualité intrinsèque des fruits (fermeté de la chair, teneur en sucre) a été évaluée sur un échantillon de dix fruits par arbre. La fermeté de la chair a été mesurée avec un pénectromètre de table et la teneur en sucre avec un réfractomètre digital. Les résultats sont une moyenne des mesures de chaque fruit. L'analyse statistique (Duncan's-Test, $p \leq 0,05$) a été réalisée grâce au logiciel STSS.

Les recommandations d'utilisation de l'éthéphon et les stratégies d'éclaircissage présentées pour les variétés Golden Delicious, Elstar, Boskoop, Jonagold, Maigold, Rubi-nette, Fuji et Milwa reposent sur des essais menés depuis dix ans au sein d'ACW. Les éventuels effets secondaires (roussissure sur Golden Delicious) ont été évalués visuellement.

Résultats et discussion

La bonne efficacité de l'ANA (56 fruits/100 inflorescences), comparable à l'éclaircissage manuel, a été confirmée sur la variété Gala (tabl. 3). L'éthéphon au dosage standard de 0,3 l/ha au stade ballon a été insuffisamment efficace; un bon éclaircissage a été obtenu avec un dosage plus élevé (0,75 l/ha). L'éclaircissage ne favorise pas seulement le calibre, mais également la fermeté de la chair et la teneur en sucre. L'éclaircissage manuel a eu un effet particulièrement positif sur ces paramètres qualitatifs.

Tableau 2. Description des parcelles d'essais et des traitements d'éclaircissage pour les essais 2007.

Variété Porte-greffe Distance de plantation Année de plantation Emplacement Arbres/répétition	Braeburn Fleuren 56 3,5 × 1,1 m 2003 Güttingen TG 15
Variante d'essai	1) témoin sans éclaircissage 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon → ANA 0,8 l/ha, fruits de 10-12 mm 4) ANA 0,8 l/ha, fruits de 10-12 mm 5) BA 5 l/ha, fruits de 10-12 mm 6) ANA 0,8 l/ha + BA 5 l/ha, fruits de 10-12 mm
Variété Porte-greffe Distance de plantation Année de plantation Emplacement Arbres/répétition	Mairac® J-TE-E, J-TE-F 3,6 × 1,1 m 2004 Güttingen TG 8
Variante d'essai	1) témoin sans éclaircissage 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon 4) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon → NAD 3,4 l/ha, chute des pétales 5) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon → ANA 0,8 l/ha, fruits de 10-12 mm 6) NAD 3,4 l/ha, chute des pétales 7) NAD 3,4 l/ha + éthéphon 0,3 l/ha, chute des pétales Eclaircissage manuel après la chute de juin pour toutes les variantes
Variété Porte-greffe Distance de plantation Année de plantation Emplacement Arbres/répétition	Rubens® M9 3,4 × 1,3 m 2002 Landschlacht TG 15
Variante d'essai	1) témoin sans éclaircissage 2) éclaircissage manuel après la chute de juin 3) éthéphon 0,3 l/ha, stade ballon → ANA 0,8 l/ha, fruits de 10-12 mm 4) NAD 3,4 l/ha, chute des pétales 5) NAD 3,4 l/ha + éthéphon 0,3 l/ha, chute des pétales Eclaircissage manuel après la chute de juin pour toutes les variantes

Tableau 3. Influence de l'éclaircissage chimique sur le nombre de fruits/100 inflorescences, sur le rendement/arbre, le poids, la fermeté et le taux de sucre des fruits de la variété Gala pour l'année 2006.

Variante	Fruits/ 100 inflorescences	Rendement (kg/arbre)	Poids des fruits (g)	Fermeté (kg/cm ²)	Sucre °Brix
Témoin	102 a	23,7 a	93,5 c	9,19 b	12,2 b
Eclaircissage manuel	61 b	15,1 c	128,3 a	9,96 a	12,9 a
Ethéphon 0,3 l/ha	86 a	20,8 ab	97,6 c	9,32 b	12,3 ab
Ethéphon 0,75 l/ha	59 b	20,0 b	114,1 b	9,23 b	12,7 ab
ANA	56 b	18,1 bc	122,4 ab	9,12 b	12,5 ab
BA	62 b	21,1 ab	117,8 b	9,60 ab	12,5 ab
ANA+BA	62 b	19,7 b	119,4 ab	9,31 b	12,4 ab

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes (Duncan's-Test, $p \leq 0,05$).

Tableau 4. Influence de l'éclaircissage chimique sur le nombre de fruits/100 inflorescences, sur le rendement/arbre, le poids, la fermeté et le taux de sucre des fruits de la variété Rubens® pour l'année 2006.

Variante	Fruits/100 inflorescences	Rendement (kg/arbre)	Poids des fruits (g)	Fermeté (kg/cm ²)	Sucre °Brix
Témoin	75 a	16,4 a	157,6 bc	7,92 ab	12,5 a
Eclaircissage manuel	44 c	15,1 ab	170,5 a	7,98 abc	12,7 ab
Ethéphon 0,3 l/ha	57 b	15,0 ab	156,0 c	8,03 bc	12,7 ab
NAD	45 c	12,4 bc	174,3 a	7,78 a	13,0 ab
NAD + éthéphon	40 cd	15,4 ab	168,8 ab	7,82 ab	12,7 ab
NAD + éthéphon → éthéphon	37 d	10,5 c	169,9 a	8,15 c	13,4 b
ANA	53 bc	15,6 ab	167,0 abc	8,03 bc	13,1 ab
ANA+BA	49 bc	14,5 ab	166,5 abc	8,37 d	13,4 b

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes (Duncan's-Test, $p \leq 0,05$).

Tableau 5. Influence de l'éclaircissage chimique sur le nombre de fruits/100 inflorescences, sur le rendement/arbre, le poids, la fermeté et le taux de sucre des fruits de la variété Rubens® pour l'année 2007.

Variante	Fruits/100 inflorescences	Rendement (kg/arbre)	Poids des fruits (g)	Fermeté (kg/cm ²)	Sucre (°Brix)
Témoin	149 c	16,9 ab	145,1 abc	7,88 ab	12,6 c
Eclaircissage manuel	64 a	15,5 a	152,3 c	8,08 b	12,6 c
Ethéphon → ANA	118 b	18,0 ab	141,2 ab	7,66 ab	12,2 bc
NAD	120 b	18,4 ab	148,0 bc	7,48 a	11,8 ab
NAD + éthéphon	128 b	20,1 b	140,5 ab	7,66 ab	12,0 abc

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes (Duncan's-Test, $p \leq 0,05$).

Tableau 6. Influence de l'éclaircissage chimique sur le nombre de fruits/100 inflorescences, sur le rendement/arbre, le poids, la fermeté et le taux de sucre des fruits de la variété Braeburn pour l'année 2007.

Variante	Fruits/100 inflorescences	Rendement (kg/arbre)	Poids des fruits (g)	Fermeté (kg/cm ²)	Sucre (°Brix)
Témoin	99 ns	26,2 c	171,2 a	8,23 a	11,2 a
Eclaircissage manuel	71	16,3 a	206,1 b	8,71 b	12,3 b
Ethéphon → ANA	99	20,3 ab	172,4 a	8,45 ab	11,7 a
ANA	73	23,8 bc	165,0 a	8,25 a	11,2 a
BA	107	24,0 bc	160,7 a	8,50 ab	11,4 a
ANA+BA	96	12,6 bc	169,0 a	8,34 ab	11,4 a

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes (Duncan's-Test, $p \leq 0,05$).

Tableau 7. Influence de l'éclaircissage chimique sur le nombre de fruits/100 inflorescences, sur le rendement/arbre, le poids, la fermeté et le taux de sucre des fruits de la variété Mairac® pour l'année 2007.

Variante	Fruits/100 inflorescences	Rendement (kg/arbre)	Poids des fruits (g)	Fermeté (kg/cm ²)	Sucre (°Brix)
Témoin	130 d	8,0 b	201,7 b	8,65 ns	14,0 ns
Eclaircissage manuel	64 a	8,3 b	202,8 b	8,86	14,2
Ethéphon	117 cd	7,5 b	189,0 ab	8,60	14,2
Ethéphon → NAD	88 abc	4,3 a	176,0 a	9,14	14,9
Ethéphon → ANA	102 bcd	7,3 b	203,3 b	8,72	14,2
NAD	79 ab	7,2 b	188,7 ab	9,02	14,5
NAD + éthéphon	94 abc	6,9 b	193,7 ab	8,98	14,9

Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes (Duncan's-Test, $p \leq 0,05$).

Le NAD à 300 g/ha a eu une bonne efficacité (45 fruits/100 inflorescences) en 2006 sur Rubens® (tabl.4), comparable à l'éclaircissage manuel. L'éthéphon mélangé avec du NAD, mais également suivi d'un autre traitement à l'éthéphon après 14 jours (stratégie Elstar), a légèrement favorisé l'éclaircissage. Avec l'éthéphon (0,3 l/ha) au stade ballon, la nouaison était plus élevée, comme avec l'ANA. La combinaison ANA + BA a très bien éclairci ces deux variétés en 2006. En 2007, l'efficacité de tous les traitements chimiques a été insuffisante sur Rubens® (tabl. 5). Le nombre de fruits par 100 inflorescences a nettement dépassé celui de l'éclaircissage manuel. Tous les arbres de ces vergers privés ont dû être éclaircis manuellement après la chute de juin, afin de réduire la proportion de fruits à cidre, ce qui a donc réduit les différences de rendement et de qualité. La variété Rubens® s'avère très sensible aux dosages élevés d'éthéphon. En 2004 et 2005, des traitements à 0,75 l/ha au stade ballon et sur fruits de 10 mm ont provoqué un suréclaircissage, allant jusqu'à la chute quasi totale des fruits. Les expériences des dernières années (excepté 2007) indiquent que Rubens® peut être éclaircie avec 300 g de NAD/ha. Des dosages plus élevés peuvent conduire à une phytotoxicité sur les feuilles.

La bonne efficacité de l'ANA (73 fruits/100 inflorescences) sur Braeburn en 2007 (tabl. 6) n'est pas uniquement due au produit, mais également au fait que la floraison était en moyenne un peu plus élevée sur les arbres traités à l'ANA, ce qui a augmenté la chute naturelle des fruits et réduit leur nombre par 100 inflorescences. L'éthéphon au stade ballon, suivi par un traitement à l'ANA, mais également le BA et le mélange ANA + BA n'ont montré aucune efficacité par rapport au témoin. Les succès généralement observés avec l'ANA sur Braeburn ne se sont donc pas confirmés dans nos essais en 2007.

Les essais sur Mairac® (tabl. 7) ont été menés sur un jeune verger avec des arbres à croissance faible. Les résultats sont donc préliminaires. Le meilleur éclaircissage a été obtenu avec du NAD (79 fruits/100 inflorescences). La combinaison avec l'éthéphon au stade ballon ou à la chute des pétales n'a pas amélioré l'efficacité du NAD. Une application unique d'éthéphon avant la fleur a été insuffisante.

Stratégies d'éclaircissage adaptées aux variétés

L'homologation de la matière active éthéphon pour toutes les variétés de pommes – et en particulier les trois moments d'application – ouvre de nouvelles possibilités d'adapter l'éclaircissage à la variété et à la croissance. C'est surtout un avantage pour les variétés difficiles à éclaircir et sujettes à l'alternance. Dans le tableau 8 sont présentés quelques exemples de stratégies d'éclaircissage spécifiques à la variété, adaptés selon nous à l'état actuel des connaissances, mais d'autres variantes sont également possibles. Il est important que les producteurs fassent leurs propres expériences avec l'utilisation de l'éthéphon. La condition requise pour les stratégies présentées dans le tableau est une bonne floraison.

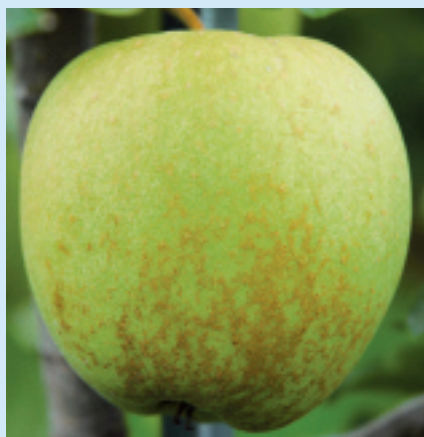


Fig. 4. L'éthéphon peut favoriser la roussissure des fruits et n'est donc pas recommandé pour la variété Golden Delicious.

- **Golden Delicious:** aucun essai n'a été mené ces deux dernières années avec de l'éthéphon sur cette variété. Les résultats des années précédentes ont montré que son efficacité est insuffisante et qu'il peut favoriser la roussissure des fruits, comme l'ont également confirmé les essais de Stopar *et al.* (2007) et Lafer (2006). L'éthéphon n'est donc pas recommandé. Le NAD est la matière active la plus utilisée et la plus efficace avec cette variété. Lors de conditions défavorables après fleur, un éclaircissage à l'ANA sur fruits de 8-12 mm de diamètre est possible.
- **Gala** montre des signes d'incompatibilité avec le NAD (dégâts sur feuilles, fruits nains), qui peut inhiber trop fortement la croissance d'arbres faibles. Pour cette variété,

l'éclaircissage à l'ANA est recommandé. L'éthéphon se montre également efficace sur cette variété mais, en raison de l'inhibition de la croissance, son application dans les vergers de Gala de faible vigueur est problématique. Sur des arbres à forte floraison dont la vigueur est suffisante dans le haut de la couronne, l'application d'éthéphon est envisageable en utilisant uniquement les buses supérieures du pulvérisateur.

- **Elstar:** l'éthéphon est homologué depuis 1998 pour cette variété. En cas de forte floraison, un second traitement à l'éthéphon 14 jours après fleur, suivant le traitement standard avec un mélange NAD+éthéphon à la chute des pétales, a fait ses preuves (Pfammatter *et al.*, 2000).

- **Boskoop, Jonagold:** ces deux variétés sont en règle générale éclaircies au NAD. Un mélange avec de l'éthéphon peut s'avérer bénéfique en cas de forte floraison. Une application d'éthéphon 14 jours après la fleur est moins efficace pour l'éclaircissage, mais favorise la formation de bourgeons floraux et diminue légèrement le calibre, ce qui représente un avantage pour des variétés à gros fruits comme Jonagold. L'éthéphon appliqué au stade ballon a une bonne efficacité et favorise la formation de bourgeons floraux, mais également le calibre, ce qui n'est pas recherché avec ces deux variétés.

- **Maigold:** pour cette variété sensible à l'alternance, un bon éclaircissage après la fleur est important. Le mélange NAD+éthéphon a fait ses preuves, s'il est suivi d'un traitement ultérieur à l'éthéphon pour favoriser la formation des bourgeons floraux.

- **RubINETTE** est une variété difficile à éclaircir. L'application d'éthéphon au stade ballon, suivie de NAD à la chute des pétales, donne de bons résultats (éclaircissage et calibre).

- **Braeburn** présente une plus forte chute naturelle des fruits que d'autres variétés. Son éclaircissage chimique est réalisé à l'aide d'ANA.

- **Fuji** peut avoir tendance à alterner. La stratégie avec éthéphon au stade ballon et NAD à la chute des pétales a fait ses preuves. Dans les vergers qui connaissent des problèmes d'alternance, un traitement ultérieur à l'éthéphon peut s'avérer utile.

- **Rubens®:** sur la base des expériences faites à ce jour, deux stratégies sont possibles pour cette variété. Pour diminuer l'alternance (héritage d'Elstar), le mélange NAD + éthéphon après la fleur a fait ses preuves. Le NAD peut provoquer un jaunissement des feuilles primaires chez Rubens®. En conséquence, le dosage doit être plus bas que celui habituellement utilisé pour «Golden». Dans des vergers à faible alternance, une autre possibilité est d'utiliser l'éthéphon au stade ballon et l'ANA sur fruits de 8 à 12 mm. Ainsi, les dégâts sur feuille peuvent être évités.

- **Milwa (Diwa®), La Flamboyante (Mairac®):** peu de résultats d'essais sont disponibles pour ces deux variétés. Pour Milwa, l'éclaircissage au NAD ou à l'ANA à la concentration utilisée pour «Golden» a fait ses preuves. Pour La Flamboyante, le NAD est recommandé.

Tableau 8. Stratégies d'éclaircissage à l'éthéphon à différents stades phénologiques pour les principales variétés de pommes (dosage 0,3-0,5 l/ha).

Variété	Stade ballon	Chute des pétales		Fruits de 8-12 mm	
	Ethéphon	NAD*	Ethéphon*	ANA	Ethéphon
Golden Delicious		X			
Gala	(X)			X	
Elstar		X	X		X
Boskoop		X	(X)		X
Jonagold		X	(X)		X
Maigold		X	X		X
RubINETTE	X	X			
Braeburn				X	
Fuji	X	X			(X)
Rubens®		X	X		
	X			X	

*Mélange. (X) = traitement éventuel.

Recommandations pour l'utilisation de l'éthéphon

L'éthéphon peut être appliqué à trois moments:

- Stade ballon, premières fleurs ouvertes.
- A la fin de la floraison, 75% des pétales tombés, mélangé à du NAD.
- Sur fruits de 8-12 mm de diamètre, 14 jours au plus après la floraison.

Le dosage est de 0,3 à 0,5 l/ha. L'efficacité de l'éclaircissage dépend fortement de la température pendant et après le traitement. La température optimale est de 18 à 22 °C. L'éthéphon ne devrait pas être utilisé au-dessus de 25 °C (risque de suréclaircissage), ni au-dessous de 15 °C. L'humidité de l'air est moins décisive, mais le traitement devrait être évité par temps sec. Combiné avec du NAD à la chute des pétales, les conditions applicables au NAD sont à observer.

L'éthéphon réduit la croissance des pousses et améliore la formation des bourgeons floraux. Sur des arbres peu vigoureux, l'inhibition de la croissance peut être excessive.

L'efficacité d'éclaircissage de l'éthéphon peut être très variable. L'éclaircissage peut être insuffisant ou le risque de suréclaircissage plus élevé qu'avec les matières actives usuelles NAD et ANA. Le prix avantageux de l'éthéphon ne doit pas inciter à l'utiliser sur toutes les variétés, car il n'est pas adapté pour beaucoup d'entre elles. L'éthéphon est destiné aux variétés difficiles à éclaircir et sujettes à l'alternance, pour compléter des traitements au NAD ou à l'ANA. L'éthéphon peut favoriser la roussissure des fruits et n'est pas recommandé pour Golden Delicious.

L'application d'éthéphon avant fleur permet de juger l'éclaircissage des fruits de 8 à 12 mm et donc de la nécessité d'un traitement à l'ANA. Le risque de gel est une limite à l'application précoce. Celle-ci favorise le calibre, ce qui est intéressant pour les variétés à petit calibre. Une application deux semaines après floraison favorise la formation de bourgeons floraux et peut légèrement réduire le calibre des fruits, ce qui peut s'avérer utile pour des variétés à gros calibre.

Les produits à l'éthéphon suivants sont commercialisés: Ethephon LG (Leu +Gygax), Etolux (Burri Agricide), Ethephon Médol (Médol), Ethephon (Sintagro). Cérone (Omya) n'est plus disponible depuis 2008.

Conclusions

- ❑ Le but de la régulation de la charge adaptée à la variété n'est pas de choisir une stratégie particulière pour chaque variété, mais de pouvoir utiliser les mêmes traitements pour des groupes de variétés.
- ❑ Toutes les variétés peuvent être traitées au naphthylacétamide (NAD) ou à l'acide naphthylacétique (ANA); un traitement complémentaire à l'éthéphon se justifie pour les variétés difficiles à éclaircir ou sujettes à l'alternance.
- ❑ L'éthéphon peut être appliqué à trois stades phénologiques: stade ballon, fin de la floraison et sur fruits de 8-12 mm de diamètre (mais au plus tard 14 jours après la floraison). Le dosage habituel est de 0,3 à 0,5 l/ha et la température optimale lors de l'application, de 18 à 22 °C.
- ❑ Pour améliorer le calibre des fruits, l'éthéphon s'applique au stade ballon pour les variétés à petit calibre et sur fruits de 8 à 12 mm pour les variétés à gros fruits ou à croissance vigoureuse.
- ❑ Le risque de suréclaircissage est plus élevé avec l'éthéphon qu'avec le NAD et l'ANA. De plus, l'éthéphon peut favoriser la roussissure des fruits et de ce fait n'est pas recommandé pour Golden Delicious.
- ❑ L'éthéphon ne constitue pas une solution miracle pour tous les problèmes de régulation de la charge, mais son utilisation peut présenter des avantages pour différentes variétés. L'expérience personnelle du producteur reste cependant décisive pour le succès de l'éclaircissage.

Remerciements

Nous remercions les chefs de cultures Peter Vonderwaal (Landschlacht) et Patrick Stadler (Güttingen) pour leur précieuse collaboration.

Bibliographie

- Baab G. & Lafer G., 2005. Kernobst. Harmonisches Wachstum – optimaler Ertrag. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, 163 p.
- Lafer G., 2006. Auf die richtige Dosierung zum richtigen Zeitpunkt achten! *Besseres Obst* 51 (5), 18-21.
- Larrigaudière C. & Pinto E., 1996: Differential Effects of Ethephon and Seniphos on Color Development of «Starking Delicious» Apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121 (4), 746-750.
- Pfammatter W., Bertschinger L., Stadler W. & Krebs C., 2000. Efficacité et fiabilité des produits d'éclaircissage en arboriculture. Essais

avec l'éthéphon. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* 32 (2), 77-79.

Schröder M., 2003. Bioregulatoren im Apfelaufbau. Adresse: <http://www.dlr-rnh.rlp.de> [9 janvier 2008].

Schumacher R., 1989. Die Fruchtbarkeit der Obstgehölze. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 242 p.

Stadler W., Widmer A. & Bertschinger L., 2004. Neues zur Behangregulierung im IP- und Bio-Zwetschgenanbau. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 140 (5), 11-14.

Stopar M., Schlauer B. & Ambrozic Turk B., 2007. Thinning «Golden Delicious» apples using single or combining application of Ethephon, NAA or BA. *J. Cent. Eur. Agric.* 8 (2), 141-146.

Untiedt R. & Blanke M., 2001. Effects of Fruit Thinning Agents on Apple Tree Canopy Photosynthesis and Dark Respiration. *Plant Growth Regulation* 35, 1-9.

Wertheim S. J., 1997. Chemical Thinning of Deciduous Fruit Trees. Proc. 8th Symposium Plant Bioregulators. *Acta Hort.* 463, 445-462.

Zusammenfassung

Ethephon: Möglichkeiten und Strategien für die Apfelausdünnung

Ethephon ist seit 2005 für die Ausdünnung aller Apfelsorten zugelassen. Dieser Wirkstoff kann zu drei Zeitpunkten eingesetzt werden: Ballonstadium, abgehende Blüte oder bei 8-12 mm Fruchtdurchmesser (max. 14 Tage nach Blüte). Die Aufwandmenge beträgt 0,3-0,5 l/ha. Die Ausdünnwirkung ist temperaturabhängig. Optimal sind 18-22 °C. Bei Temperaturen über 25 °C (Überdünnungsgefahr) und unter 15 °C sollte Ethephon nicht eingesetzt werden. In Kombination mit NAAm bei abgehender Blüte sind die Bedingungen für NAAm zu beachten.

Ethephon kann deutliche Wirkungsschwankungen aufweisen. Einerseits kann die Ausdünnung ausbleiben, andererseits ist das Risiko der Überdünnung höher als mit den herkömmlichen Wirkstoffen NAAm und NAA. Mit der Zulassung des Wirkstoffes Ethephon und insbesondere den drei Anwendungszeitpunkten ergeben sich weitere Möglichkeiten, die Ausdünnung der Sorte und dem Wachstum anzupassen. Ethephon kommt insbesondere für schwierig auszudünnende und alternierende Sorten in Frage, als Ergänzung zu NAAm- oder NAA-Behandlungen. Ethephon wird bei Golden Delicious nicht empfohlen wegen Förderung der Berostung und oft ungenügender Wirkung.

Summary

Ethephon: strategies for thinning

Since 2005, Ethephon is registered for all apple cultivars in Switzerland. This agent can be applied at three phenological stages: flower «pink», petal fall» or at 8-12 mm fruit diameter (at least 14 days after flowering). The application rate is 0.3-0.5 l/ha. Thinning effect depends on the temperature, optimal at 18-22 °C. Above 25 °C (risk of overthinning) or below 15 °C, Ethephon should not be applied. When used in combination with NAAM at petal fall, conditions for NAAM should be followed. The impact of Ethephon varies very much. On one hand the thinning effect may fail, on the other hand the risk of overthinning is higher compared to the usual agents NAAM and NAA. With the admission of Ethephon and the setting of three application stages, the thinning of a cultivar can be more adapted to the different growing stages. However, Ethephon application is to be considered especially for cultivars with thinning difficulties or alternate bearing as a supplement to NAAM or NAA. Ethephon is not recommended with Golden Delicious for its low impact and russetting stimulation.

Key words: apple, fruit thinning, Ethephon.

Riassunto

Ethephon: possibilità e strategie per il diradamento del melo

L'ethephon è omologato dal 2005 per il diradamento di tutte le varietà di mele. Questa sostanza attiva può essere utilizzata in tre momenti differenti: stadio pallone, caduta dei petali o su frutta di 8-12 mm di diametro (al massimo 14 giorni dopo fioritura). La quantità applicata è di 0,3-0,5 l/ha. L'effetto del diradamento dipende dalla temperatura, ottimale tra 18 e 22 °C. A più di 25 °C, c'è il pericolo di diradamento eccessivo mentre sotto i 15 °C, l'utilizzazione di Ethephon è da evitare. quando è applicato in miscela con naftilacetamide (NAAM) alla caduta dei petali, le prescrizioni applicabili al NAAM devono essere osservate. L'efficacia del ethephon può variare fortemente: da una parte il diradamento può fallire, d'altra parte il rischio di diradamento eccessivo è maggiore rispetto ai prodotti ordinari NAAM e NAA. L'omologazione dell'ethephon, ed in particolare la determinazione dei tre momenti della sua applicazione, permette di adattare il diradamento alla varietà e al vigore dei meli. L'ethephon è indicato soprattutto per varietà di difficile diradamento e soggette all'alternanza, per completare i trattamenti con NAAM o NAA. L'ethephon non è consigliato per la varietà Golden Delicious a causa della sua efficacia spesso insufficiente e del rischio di rugginosità.

MADEX® 3 MADEX® Plus

**Les MADEX - une valeur sûre
contre le carpocapse**



Andermatt
Biocontrol

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

Alphatec sa



**Atomiseurs
vignes & vergers**



**Granges-Saint-Martin 3 - 1350 Orbe
Tél. 024 442 85 40**

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@lesfreresdutruy.ch

Savourez des fruits sains

GRANULE
sans poussière

Scala[®] Vision[®] Systhane* C-WG

Avec un effet curatif et préventif contre
les maladies en arboriculture.



Omya (Schweiz) AG
AGRO CH-5745 Safenwil, Tel. 062 789 23 41
www.omya.ch

Observer les indications de risques et les
indications de sécurité figurant sur l' emballage
Scala, Vision: marques enregistrées de Bayer Gruppe
Systhane C-WG: marque enregistrée de Dow AgroSciences

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
- Possibilité de traitement à l'eau chaude

DUVOISIN Puidoux

L'effeuilleuse BINGER



Binger Seilzug

EFFEUILLEUSES, ROGNEUSES, PALISSEUSES
adaptations sur tracteurs ou chenillettes

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

Biofumigation: principe et application

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

@ E-mail: vincent.michel@acw.admin.ch
Tél. (+41) 27 34 53 511.

Introduction

La biofumigation est une méthode culturale pour réduire le nombre de pathogènes, de ravageurs et de mauvaises herbes dans le sol. Elle est basée sur l'utilisation de plantes riches en glucosinolates, principalement de crucifères. Lors de la dégradation de ces plantes, les glucosinolates sont transformés en isothio- et thiocyanates. Ces substances sont volatiles et toxiques pour certains organismes du sol.

La recherche et le développement dans le domaine de la biofumigation se font surtout dans des pays qui ont besoin de trouver une alternative au bromure de méthyle pour la lutte contre les organismes nuisibles du sol (Australie, Italie, Etats-Unis). L'utilisation du bromure de méthyle, qui endommage la couche d'ozone, est interdite dans les pays industrialisés depuis le 1^{er} janvier 2005.

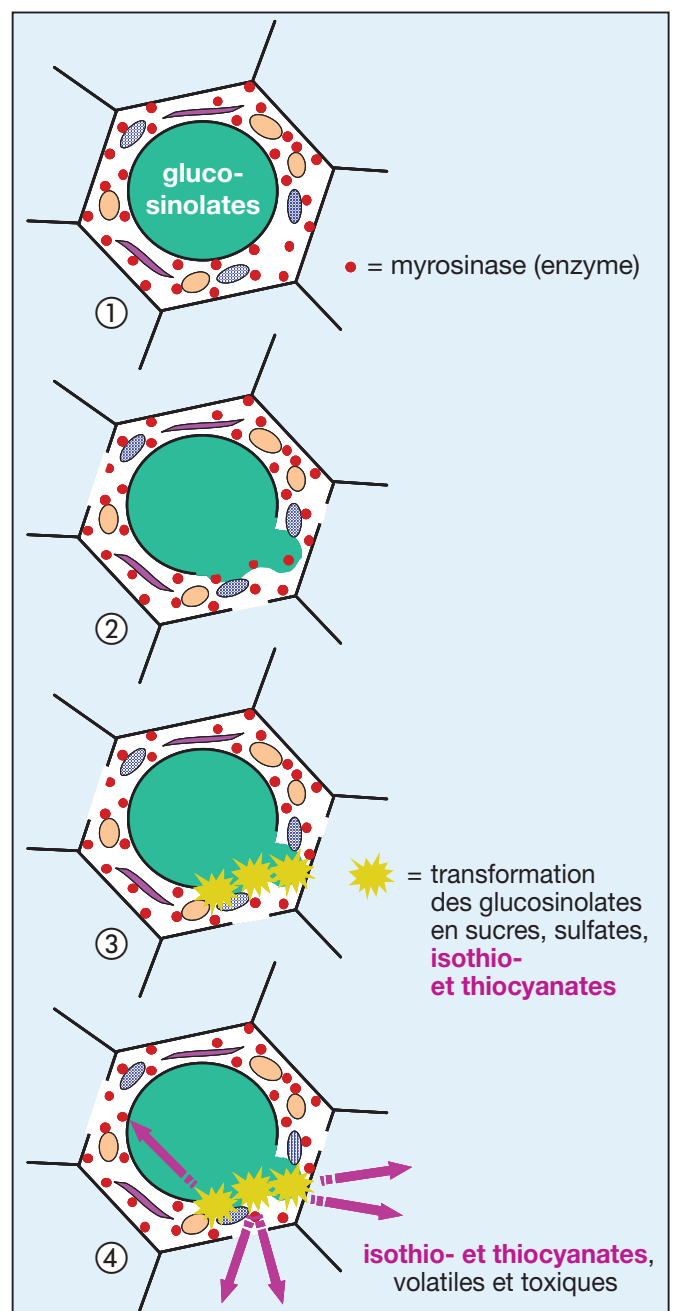
En Suisse, la biofumigation constitue une méthode intéressante pour lutter contre les problèmes phytosanitaires du sol, particulièrement importants dans les cultures spéciales.

Principe

Le terme de biofumigation désigne l'utilisation de gaz toxiques d'origine biologique qui peuvent éradiquer des pathogènes, ravageurs ou mauvaises herbes. Contrairement au bromure de méthyle, qui a un effet très large, les gaz de biofumigation sont sélectifs, c'est-à-dire qu'ils n'agissent que contre certains organismes nuisibles.

Plusieurs espèces végétales, mais aussi fongiques, peuvent servir à la biofumigation, car elles dégagent des gaz toxiques lors de leur dégradation. Actuellement, ce sont surtout des crucifères qui sont utilisées pour la biofumigation. Les cellules de ces plantes contiennent des glucosinolates qui se transforment en isothio- et thiocyanates lors de dégradation de la plante (fig.1).

Fig. 1. Représentation schématique de la réaction au niveau de la cellule végétale, qui aboutit à la formation des gaz nécessaires pour la biofumigation. ① Cellule d'une crucifère avec la vacuole (au centre) contenant des glucosinolates et cytoplasme contenant la myrosinase (une enzyme). ② Lors de la dégradation de la plante, les parois cellulaires sont abîmées et les glucosinolates quittent la vacuole. ③ En contact avec la myrosinase, les glucosinolates sont transformés en glucose, sulfate, isothio- et thiocyanates. ④ Les isothio- et thiocyanates, molécules toxiques et volatiles, quittent la cellule par des fissures dans la paroi cellulaire.



La composition en glucosinolates, groupe constitué de plusieurs molécules, diffère selon l'espèce de plante, ou même selon la variété. Cette composition détermine la formation de divers isothio- et thiocyanates. Certains glucosinolates ne forment pas d'isothio- et thiocyanates.

Les molécules isothio- et thiocyanates sont à la fois volatiles et toxiques. C'est la composition des molécules formées qui détermine l'efficacité du gaz libéré, car la toxicité varie selon la molécule. Outre la toxicité potentielle du gaz, c'est la sensibilité de l'organisme visé (champignon, bactérie, insecte, nématode, mauvaise herbe) qui détermine l'efficacité de la biofumigation. Un isothiocyanate présent dans les racines de colza est par exemple vingt fois plus toxique pour les champignons du genre *Sclerotinia* que pour ceux du genre *Alternaria* (Smith et Kirkegaard, 2002).

Utilisation

Différentes espèces de moutarde, mais aussi de navets ou d'autres plantes riches en glucosinolates peuvent être utilisées pour la biofumigation. Pour obtenir un effet optimal, il faut utiliser des variétés sélectionnées spécifiquement pour la biofumigation, comme celles qui sont vendues sous le label Bluformula (www.bluformula.com) par la société Cerealtoscana. Ces variétés ont été créées par l'ISCI, un institut de recherche pour les plantes industrielles situé à Bologne (I). Actuellement, trois variétés de moutarde brune (*Brassica juncea*) et une variété de roquette (*Eruca sativa*) sont commercialisées sous ce label. Les essais d'Agroscope Changins-Wädenswil ACW ont été conduits avec les variétés de moutarde brune ISCI-20 et ISCI-99. Cette dernière, qui contient 25% plus de glucosinolates qu'ISCI-20, a obtenu les meilleurs résultats contre *Verticillium dahliae*, un pathogène du sol (fig. 2). Des conseils concernant l'utilisation de la moutarde brune ISCI-20 figurent dans l'encadré.

En Suisse, la culture de la moutarde brune a pour l'instant seulement été expérimentée en semis de printemps ou d'été. Il n'existe actuellement pas de connaissances sur le comportement de cette plante après un semis d'automne et sur son aptitude à l'hivernage. Après un semis de printemps, deux mois environ sont nécessaires pour atteindre le stade de **pleine floraison**, qui est le stade optimal pour incorporer les plantes au sol. Après ce stade, la teneur en glucosinolates commence à diminuer. Une incorporation trop tardive fait également courir le risque que les premiers grains atteignent la maturité et germent dans la culture suivante.

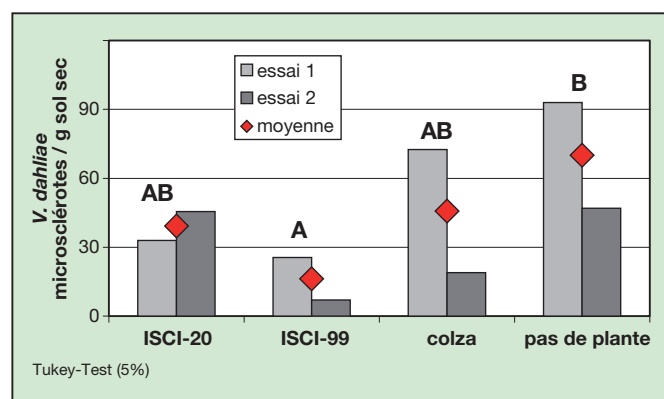


Fig. 2. Effet des deux variétés de moutarde brune (*Brassica juncea*) ISCI-20 et ISCI-99 ainsi que du colza (variété Talent) sur le nombre de microsclérotés (une forme de survie qui peut persister plusieurs années dans le sol) de *Verticillium dahliae*, agent pathogène de la verticilliose.

Technique de culture de *Brassica juncea* ISCI-20

(aussi valable pour ISCI-99)

D'après L. Lazzeri, ISCI, Bologne, Italie, et nos propres expérimentations (texte en bleu)

Semis

Lit de semis assez fin (comme pour le colza)

Date de semis: deux semaines avant le crambe (*Crambe abyssinica*).
(fin mars / début avril)

Densité: 250 plantes/m², 6 kg/ha de semences. Nous proposons d'utiliser une quantité plus élevée lors de la première mise en culture (7-8 kg/ha)

Type de semis: semoir en ligne (comme pour le blé) avec 15-20 cm entre les lignes

Profondeur: maximum 3 cm

Engrais (selon les normes de fumure pour le colza de printemps)

N: 120 kg/ha: 50% au semis, 50% au stade rosette

P₂O₅: 60 kg/ha: avant le semis

K₂O: 95 kg/ha: avant le semis

MgO: 15 kg/ha: avant le semis

Nous suggérons d'utiliser des engrais qui contiennent du soufre

Lutte contre les mauvaises herbes

Chimique: Trifluralin (1,2 kg/ha) avant le semis / avant levée, seulement dans sols envahis de mauvaises herbes (en Suisse, aucun herbicide n'est homologué dans la culture de la moutarde).

Protection des plantes

Pas de traitement suggéré En Suisse, aucun fongicide n'est homologué dans la culture de la moutarde. De fortes attaques de pucerons ont été observées sur moutarde en Suisse. Plusieurs insecticides sont homologués contre les pucerons dans les cultures maraîchères en général.

Irrigation

Pas nécessaire mais conseillée sur des sols légers et en conditions séchantes pour obtenir une bonne croissance

«Récolte» (soit le moment de l'enfouissement de la culture)

Stade: pleine floraison (similaire au colza)

Mécanisation: broyage et enfouissement en deux passages avec une fraise à 20 cm de profondeur. Broyage avec girobroyeur et incorporation avec bêcheuse, sinon les plantes ne sont pas assez finement broyées et pas assez profondément enfouies. Dans des conditions séchantes, une irrigation (30-40 mm) est nécessaire après l'enfouissement. Après l'incorporation, il faut attendre **une semaine** jusqu'au semis ou à la plantation suivante.



Fig. 3. Pour réussir la biofumigation, il est absolument nécessaire de broyer le plus finement possible les plantes de moutarde avant l'incorporation.

Avant l'incorporation, les plantes doivent être **broyées** le plus finement possible afin de casser le maximum de cellules, permettant ainsi la transformation des glucosinolates en isothio- et thiocyanates. Le broyage se fait à l'aide d'un girobroyeur à marteau (fig. 3). De cette façon, de nombreuses cellules seront écrasées, mettant en route rapidement le processus de la biofumigation. L'utilisation d'une faucheuse équipée d'un éclateur (à rouleaux de préférence) est également possible. Cette méthode, qui n'a pas été testée jusqu'à présent, devrait permettre d'aboutir au même résultat.

La moutarde doit être **incorporée** dans le sol **immédiatement après le broyage**. Pour cela, la première possibilité est l'enfouissement mécanique à l'aide d'une fraise ou d'une bêcheuse (fig. 4). La bêcheuse permet d'enfouir la moutarde plus profondément (~20 cm) que la fraise (10-15 cm).

La deuxième possibilité est d'irriguer abondamment pour entraîner les substances contenues dans les cellules de la surface vers des couches plus profondes du sol. Des travaux de recherches en Australie montrent que cette méthode est au moins aussi efficace qu'un enfouissement mécanique pour une profondeur de 5-15 cm (Matthiessen *et al.*, 2004), à condition que le broyage des plantes soit suffisamment fin et la quantité d'eau assez élevée (40 mm ou plus). L'irrigation permet non seulement d'enfouir les substances actives mais améliore aussi les conditions de transformation des glucosinolates en isothio- et thiocyanates. Cette réaction biochimique nécessite en effet de l'eau. Pour cette raison, une certaine **humidité** du sol est indispensable au bon déroulement de la biofumigation; dans des conditions de sol séchantes en particulier, l'irrigation est nécessaire.

A part l'humidité, la **température** du sol influence la vitesse de transformation des glucosinolates en isothio- et thiocyanates. Lors d'un semis de printemps ou tôt en été, l'incorporation se fait à un moment où le sol est bien réchauffé. En revanche, un semis tardif en été peut se solder par des températures relativement basses (moins de 10 °C) au moment de



Fig. 4. Les plantes doivent être enfouies immédiatement après le broyage, soit avec une fraise (*en haut*), soit avec une bêcheuse (*en bas*).

l'incorporation, qui ralentissent la transformation des glucosinolates et ne permettent pas d'atteindre les concentrations nécessaires en gaz toxiques. Un autre risque du semis tardif est le gel précoce avant l'incorporation, qui fait éclater les cellules végétales et provoque ainsi une réaction de biofumigation avant l'enfouissement des plantes dans le sol.

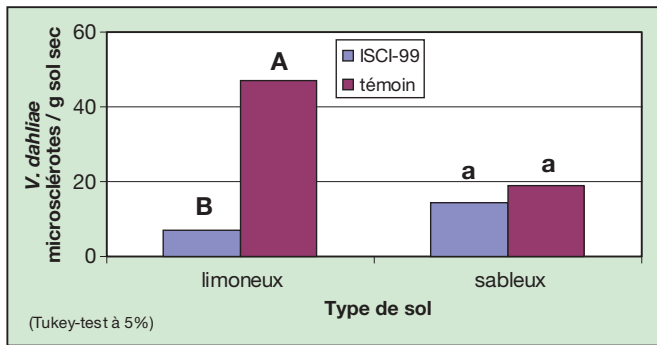


Fig. 5. Effet de la biofumigation (avec la variété de moutarde brune ISCI-99) sur le nombre de microsclérotés vivantes de *Verticillium dahliae*, dans deux types de sol. La texture du sol (% sable/limon/argile) était pour le sol limoneux 47,5/44,1/8,4 et le sol sableux 80,5/14,3/5,2.

La réaction de biofumigation survient dans les deux jours suivant l'incorporation de la moutarde broyée. Pendant ces deux jours, la concentration nécessaire de gaz toxiques devrait être atteinte. Selon le **type de sol**, ces gaz s'échappent plus ou moins vite. Dans un essai conduit à Agroscope ACW, la biofumigation n'avait pas d'effet dans un sol présentant un taux de sable très élevé (80%; fig. 5). Dans la littérature, les informations sur l'influence du type de sol sont quasi inexistantes. Agroscope ACW a prévu de concentrer la recherche sur ce point. La culture suivante peut être semée ou plantée **une semaine** après l'incorporation. Un délai plus long peut se révéler nécessaire lorsque de très grandes quantités de plantes ont été enfouies. Un apport massif de matière organique augmente fortement l'activité microbologique dans le sol, ce qui entraîne un manque d'oxygène dans le sol. Ce phénomène a été observé une seule fois dans les essais d'Agroscope ACW, mais uniquement dans un procédé où du compost a été ajouté à la moutarde verte avant l'incorporation.

Avantages et inconvénients de la moutarde

La culture de moutarde apporte d'autres avantages que la biofumigation. Avec son système racinaire à croissance rapide et profond, elle améliore la structure du sol, surtout au niveau de la porosité, et fixe le nitrate dans le sol. Dans des rotations de cultures sans crucifères, elle est une plante qui n'abrite pas la plupart des pathogènes et ravageurs des autres cultures. Son appartenance à cette famille botanique est en revanche un in-

Recommandations pour la biofumigation

- ▶ Utiliser des variétés sélectionnées pour la biofumigation (www.blufurformula.com, www.terraprotect.com)
- ▶ Incorporer les plantes au stade de la pleine floraison
- ▶ Broyer le plus finement possible les végétaux avant incorporation, si possible en les écrasant
- ▶ Incorporer immédiatement et le plus profondément possible, ou éventuellement irriguer abondamment (> 40 mm)
- ▶ Irriguer après incorporation, surtout en conditions sèches, améliore l'efficacité
- ▶ Incorporer pendant la saison chaude
- ▶ Attendre une semaine avant le semis ou la plantation suivante.

convénient dans les rotations contenant d'autres crucifères, ce qui est souvent le cas dans la production maraîchère suisse. Son impact sur la hernie du chou (*Plasmodiophora brassicae*), principal champignon pathogène en Suisse des cultures de choux et autres crucifères, est pour l'instant inconnu. Des résultats encourageants ont été publiés récemment en Nouvelle-Zélande. Ces travaux ont montré que, dans un sol contaminé par la hernie du chou, la biofumigation avec des navets (*Brassica rapa*) a eu un effet positif sur la culture de chou-fleur suivante. Le taux de plantes attaquées par cette maladie a été réduit et le rendement a été augmenté de façon significative (Cheah *et al.*, 2006).

Culture sur butte profitable

Le problème général dans la lutte contre les maladies du sol est le volume de sol restreint qui peut être traité. Dans le cas de la biofumigation, il se limite à la profondeur à laquelle les plantes broyées peuvent être incorporées, soit avec les machines courantes 10 à 20 cm. La culture sur butte représente une possibilité d'augmenter ce volume (fig. 6). De plus, la butte améliore le drainage, ce qui constitue un avantage dans les sols contaminés par la hernie du chou.

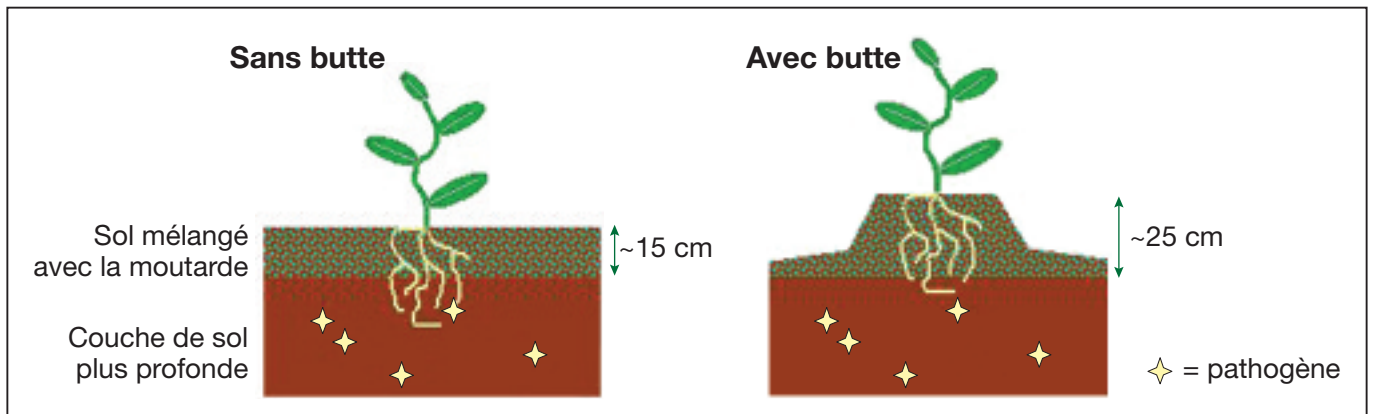


Fig. 6. La formation de buttes avec la couche de sol supérieure, dans laquelle la moutarde a été incorporée, augmente le volume de sol qui a été exposé à la biofumigation. La part des racines qui pénètrent dans la partie du sol toujours contaminée avec des pathogènes diminue, réduisant ainsi la probabilité d'infection de la plante.

Efficacité prouvée

L'efficacité de la biofumigation a été prouvée contre certaines maladies. La liste suivante indique des essais au champ où la biofumigation avec des plantes appartenant au genre *Brassica* a permis d'augmenter significativement le rendement:

- ▶ en culture de carottes contre la fonte des semis (*Rhizoctonia solani*) (Villeneuve *et al.*, 2004)
- ▶ en culture de pommes de terre contre la gale commune (*Streptomyces scabiei*) (Gouws et Wehner, 2004)
- ▶ en culture de pommes de terre contre la verticilliose (*Verticillium dahliae*) (McGuire, 2004)
- ▶ en culture de lys contre la pourriture de l'oignon (*Rhizoctonia solani*) (van Os *et al.*, 2004)
- ▶ en culture de choux-fleurs contre la hernie du chou (*Plasmodiophora brassicae*) (Cheah *et al.*, 2006)
- ▶ en culture de tomates contre la maladie des racines liégeuses (*Pyrenochaeta lycopersici*) (Amenduni *et al.*, 2004).

Bibliographie

- Amenduni M., D'Amico M., Coltella C. & Citrulli M., 2004. Effect of *Brassicaceae* greenmanures and soil-solarization on corky root of tomato. *Agroindustria* 3, 303-307.
- Cheah L. H., Gowers S. & Marsh A. T., 2006. Clubroot control using *Brassica* break crops. *Acta Horticulturae* 706, 329-332.
- Gouws R. & Wehner F. C., 2004. Biofumigation as alternative control measure for common scab on seed potatoes in South Africa. *Agroindustria* 3, 309-312.
- Matthiessen J. N., Warton B. & Shackleton M. A., 2004. The importance of plant maceration and water addition in achieving high *Brassica*-derived isothiocyanate levels in soil. *Agroindustria* 3, 277-280.
- McGuire A. M., 2004. Mustard green manures replace fumigant and improve infiltration in potato cropping system. *Agroindustria* 3, 331-333.
- Smith B. J. & Kirkegaard J. A., 2002. *In vitro* inhibition of soil microorganisms by 2-phenylethyl isothiocyanate. *Plant Pathology* 51, 585-593.
- van Os G. J., Bijman V., van Bruggen S. S., de Boer F. A., Breeuwsma S., van der Bent J., de Boer M. & Lazzeri L., 2004. Biofumigation against soil borne diseases in flower bulb culture. *Agroindustria* 3, 295-301.
- Villeneuve F., Raynal-Lacroix C., Lempire C. & Maignien G., 2004. Possibility of using biofumigation in vegetable crops for controlling soilborne pathogens. *Agroindustria* 3, 395-398.



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

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

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

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



www.fischer-sarl.ch
Collombey/VS

FISCHER

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



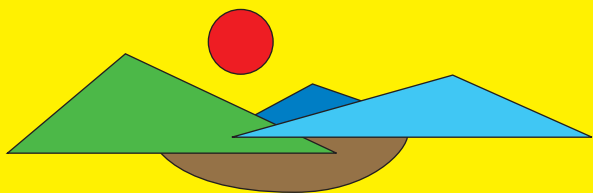
Pépinières viticoles

Pierre Richard
Le Clozet
Route de l'Étraz 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

CLIMAT GESTION SA



Etudes et réalisations complètes d'installations

Froid industriel et commercial
Climatisation – Pompes à chaleur
Automatisation – Télégestion

Climatisation de caves et de bouteillers

Séchoirs pour plantes aromatiques
et médicinales

Conception et fabrication
d'enrichisseurs de moût

Route des Prêles 1965 Savièse
Tél. 027 395 12 08 Fax 027 395 21 08
admin@climatgestion.ch <http://www.climatgestion.ch>

EFFEUILLAGÉ PNEUMATIQUE

la véritable lutte anti-pourriture*



*démonstré aux vendanges 2006; les utilisateurs l'attestent!

 **GRUNDERCO** Satigny 022 989 13 30
Mathod 024 459 17 71
www.grunderco.ch

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



Vitesses surface
Heures



Débitmètres



Contrôle pulvérisation

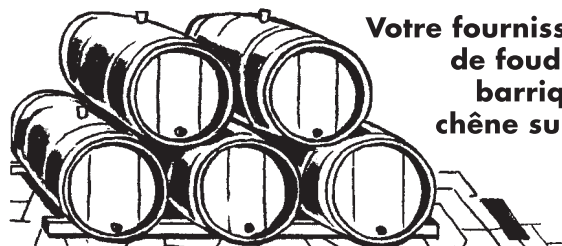
*Tous les compteurs
pour l'agriculture de précision*

AgriTechno L'agriculture de précision

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

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

Küferei Thurnheer
SEIT 1854



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



Comparaison de quatre variétés de sauge officinale au Tessin

A. SASSELLA, D. DE PIAZZA¹, M. PEDROLI¹, A. CONTI¹ et Ch. REY²,
Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de Cadenazzo, 6594 Contone

@ E-mail: alberto.sassella@acw.admin.ch
Tél. (+41) 91 85 02 041.

Résumé

Quatre variétés de sauge officinale (*Salvia officinalis* L.) – Regula, 13/6, Valy et Montenegro – ont été comparées dans un essai à Olivone (TI, alt. 900 m). La sensibilité au gel, le comportement agronomique et la composition chimique des huiles essentielles ont été analysés. En dépit de la protection hivernale, Valy et Montenegro se sont montrées plus sensibles au gel, tandis que la variété 13/6 se montrait la plus tolérante, suivie de Regula. Cette dernière était la plus productive, avec une végétation régulière, bien que la variété 13/6 ait donné une production plus régulière tout au long de l'essai. Montenegro s'est caractérisée par une faible végétation. Les teneurs en huile essentielle des variétés testées étaient moyennement élevées, de même que celles en thuyones et en camphre, les principales molécules. La teneur en camphre et en bornéol de Montenegro était inférieure à celle des trois autres variétés.

Matériel et méthodes

Matériel végétal, plantation et mode de culture

Les quatre variétés ont été choisies pour l'essai: Valy, la meilleure variété de l'Istituto sperimentale per l'alpicoltura à Villazano (Trento), 13/6 et Regula (hybride S93/15) obtenues par le travail de sélection de Rey et Carron (2000), et enfin Montenegro (semis de graines récoltées en nature dans le Montenegro par M. Slakanin du Laboratoire Ilis à Bienne), jugée intéressante pour sa composition de l'huile essentielle. Les plantes ont été élevées en pot de 10 cm de diamètre au Centre ACW des Fougères à Conthey (Valais). La parcelle expérimentale a été choisie à Olivone (altitude de 900 m) sur un sol moyen (taux d'argile de 15-20%), neutre (pH 6,9), sans trace de calcaire CaCO₃ et avec un taux de matière organique de 3,8%. Une fumure de fond sous forme de fumier déshydraté et un engrais organique complet biologique (en kg/ha: 95 N, 50 P₂O₅, 110 K₂O et 13 Mg), ont été apportés au moment du travail du sol. Un engrais organique complet biologique (en kg/ha: 45 N, 9 P, 45 K) a été donné après la deuxième coupe en 2005. Par contre, aucun fertilisant n'a été appliqué en 2004 et 2006. La plantation a eu lieu le 14 mai 2003 sur paillage synthétique noir Acquatem à une distance de 60 × 30 cm pour une densité de 5,6 plants/m². Aucun traitement phytosanitaire et aucune irrigation n'ont été effectués, sauf à la plantation. La récolte s'est faite manuellement au sécateur.

La protection contre le gel hivernal a été réalisée à l'aide d'une couverture Géotextile WSV de 110 g/m². Les plantes ont ainsi été protégées du 29 octobre 2003 au 12 mai 2004 pour la première année de culture, du 17 novembre 2004 au 11 mai 2005 pour la 2^e année et du 9 novembre 2005 au 3 mai 2006 pour la 3^e année.

Introduction

Au Tessin, la culture des plantes officinales s'est développée seulement à partir de 1999, avec la fondation de l'Association des producteurs de plantes officinales et de la coopérative COFIT (Jermini *et al.*, 2004). Aujourd'hui, dix espèces de plantes aromatiques et médicinales sont cultivées dans le canton, essentiellement destinées à la production de produits régionaux et à l'industrie alimentaire. Parmi ces espèces, la sauge officinale (*Salvia officinalis* L.) est particulièrement cultivée pour ses qualités aromatiques. Originaires des régions méditerranéennes, elle préfère les sols légers et calcaires et supporte mal les froids hivernaux et les périodes prolongées de sécheresse (Catizone *et al.*, 1986). En

Suisse, elle trouve de bonnes conditions pédo-climatiques et est aujourd'hui une des principales plantes officinales cultivées (Carron *et al.*, 2005).

Des études ont été entreprises pour améliorer les techniques culturales (Rey, 1991; 1995) et la qualité (Rey *et al.*, 2000; Carron *et al.*, 2005). Cependant, les conditions climatiques particulières du Tessin imposent parfois l'adoption de correctifs au niveau cultural et du choix variétal. Par exemple, pour la pimpinelle voyageuse (*Pimpinella peregrina* L.), une méthode de production de plants mottés a dû être développée, puisque les pluies printanières importantes et régulières et la forte présence de mauvaises herbes au moment de la levée ne permettaient pas la mise en culture par semis direct (Sassella et Jermini, 2006).

Pour les mêmes raisons, quatre variétés de sauge ont été comparées dans l'essai présenté ici, pour définir lesquelles sont les mieux adaptées aux conditions climatiques tessinoises.

¹Istituto alpino di fitofarmacologia e di scienze ambientali, 6718 Olivone.

²Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche de Conthey, 1964 Conthey.

Dégât de gel, récolte, séchage et analyse chimique

La mortalité causée par le gel a été enregistrée à partir de 2004 dans chaque parcelle après l'enlèvement de la protection hivernale. Aux trois classes de dégâts de gel proposées par Rey *et al.* (2002), une classe supplémentaire a été ajoutée pour les plantes indemnes. Ainsi, chaque plante des parcelles élémentaires a été classifiée selon les classes suivantes: 0 = 0% dégât de gel, 1 = 1-25%, 2 = 26-75%, 3 = 76-100%.

Le tableau 1 résume les dates de récolte entre 2003 et 2006.

La première coupe intervient au stade bouton floral encore fermé; sa hauteur est déterminée par l'état de la plante hivernée et les coupes suivantes sont réalisées à 25-30 cm de hauteur. La coupe de nettoyage est effectuée à 10-15 cm après la récolte en pré-floraison comme appliquée en Italie (Catizone *et al.*, 1986).

Le matériel végétal récolté a été séché au Centre ACW de Cadenazzo, dans un séchoir à air chaud, à une température de 30-35 °C. Le rendement et le rapport poids frais/poids sec ont été relevés.

La teneur en huile essentielle et la composition chimique ont été déterminées en 2005 uniquement, sur un échantillon représentatif des trois coupes effectuées (tabl.1). Les huiles essentielles ont été obtenues par hydrodistillation selon la méthode de la Pharmacopée européenne (2001) avec utilisation de xylène. L'analyse chimique a été effectuée par le laboratoire de l'Istituto alpino di fitofarmacologia di Olivone.

Tableau 1. Dates de récoltes de la sauge officinale à Olivone.

Année	1 ^{re} récolte	2 ^e récolte	3 ^e récolte
2003	–	27 août	–
2004	14 mai	3 août	–
2005	18 mai	6 juillet	5 octobre
2006	16 juin	–	5 septembre

Dispositif expérimental et analyse statistique

L'essai était disposé en blocs aléatoires complets à trois répétitions avec huit plants par parcelle élémentaire. La différence entre variétés a été calculée à l'aide d'une analyse de variance et les différences significatives ont été calculées au moyen du test de Tukey en utilisant le programme Sigmaplot (SSPS).

Résultats et discussion

Dégâts de gel

Le premier hiver (2003-2004), seules deux plantes sont mortes: une de la variété 13/6 et l'autre de la variété Montenegro. Durant l'hiver 2004-2005, Vally et Montenegro ont montré des dégâts de

Tableau 2. Distribution des plantes en fonction de la classe d'évaluation des dégâts de gel (0 = 0% dégât de gel, 1 = 1-25%, 2 = 26-75%, 3 = 76-100%).

Variété	Année	N° plante	Pertes dues au gel (%)			
			0	1	2	3
Valy	2004	24	17	4	3	0
	2005	24	4	4	11	5
	2006	21	5	1	1	14
13/6	2004	24	21	0	2	1
	2005	23	21	2	0	0
	2006	23	21	0	1	1
Regula	2004	24	22	0	2	0
	2005	24	21	0	2	1
	2006	24	14	0	3	7
Montenegro	2004	24	23	0	0	1
	2005	23	9	1	9	4
	2006	22	10	0	2	10

gel plus importants, avec trois plantes mortes pour la première variété et une pour la deuxième (tabl. 2), tandis que Regula et 13/6 se sont montrées tolérantes. De grands dégâts de gel (classe 3: 76-100% de mortalité) ont été observés en quatrième année de culture (2006) chez les variétés Valy (neuf plantes mortes), Montenegro (10) et Regula (6; tabl. 2). Ces dégâts sont probablement l'effet d'une récolte tardive effectuée en 2005 (tabl.1) qui a affaibli les plantes et ainsi favorisé l'action d'un gel précoce et intense. Quant à la variété 13/6, malgré la récolte tardive de 2005, elle a montré à nouveau un bon niveau de to-

lérance aux basses températures hivernales. Les résultats obtenus confirment le conseil d'une coupe automnale effectuée au plus tard au début du mois de septembre, et suffisamment haute pour laisser une masse foliaire permettant la pérennité de la plante (Rey, 1991; Carron *et al.*, 2005).

Rendement

La variété Regula s'est montrée la plus productive, avec un rendement total de 196,1 kg/a de matière sèche (fig.1). Sa végétation était régulière pendant toute la durée de l'essai, confirmant son poten-

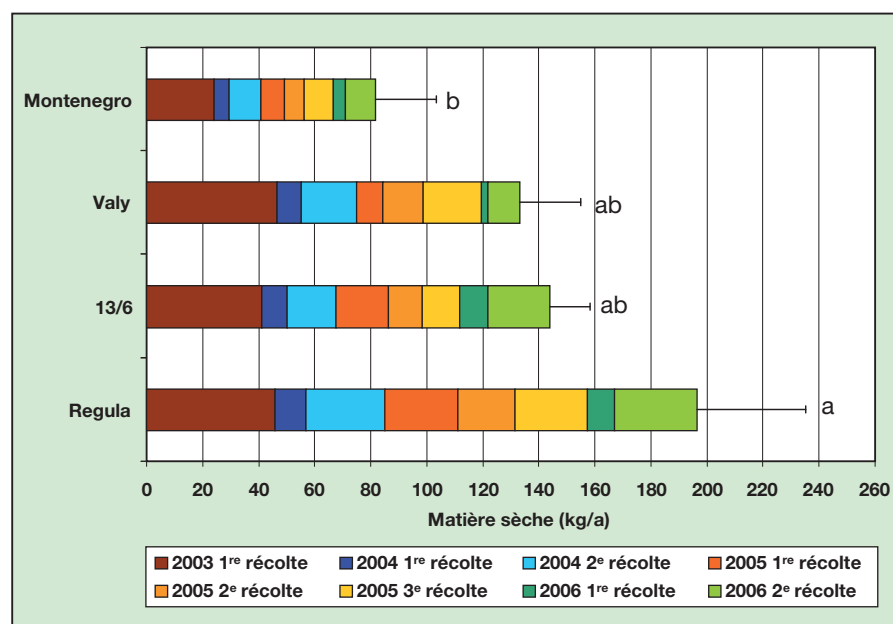


Fig. 1. Rendements en matière sèche cumulés des quatre années d'essais (2003-2006). Les lettres différentes indiquent une différence significative ($p < 5\%$) de la production totale selon le test de Tukey.



Fig. 2. Hauteur de la végétation en arrière-plan et devant plante après la coupe, variété Valy en 2^e coupe (Olivone, 6 juillet 2005).

tiel de production (Rey *et al.*, 2000). Le rendement total de Regula ne diffère significativement que de celui de la variété Montenegro, en dépit des 63 kg/a qui la séparent de Valy (fig. 1). La même variation de rendement est observée chez les trois autres variétés, toutefois sans différence significative. Ce résultat est la conséquence des dégâts de gel enregistrés pendant l'hiver 2004-2005 (tabl. 2), qui ont touché particulièrement certaines parcelles des variétés Valy (fig. 2) et Montenegro, générant ainsi une variation majeure dans les résultats. La variété 13/6 a peu souffert du gel (tabl. 2) et a fourni une production assez régulière pendant la durée de l'essai.

L'analyse de la productivité durant les quatre années d'essai montre qu'en première année, les variétés Valy (46,5 kg MS/a), Regula (45,8 kg MS/a) et 13/6 (40,9 kg MS/a) ont été presque deux fois plus productives que la variété Montenegro (23,8 kg MS/a). De plus, la variété Montenegro a manifesté une faible croissance végétative tout au long de l'essai. Les résultats 2004 ont aussi été probablement influencés par la suppression tardive de la protection hivernale (12 mai), alors que la végétation était trop proche de la coupe. Cela a porté préjudice au rendement, car les pousses grêles n'ont pas permis une reprise végétative optimale. Les rendements en matière sèche oscillaient entre 72,4 kg/a pour Regula et 26,1 kg/a pour Montenegro. En 2006, l'effet du gel 2005 (tabl. 2) a fortement influencé la production de Valy (14,046 kg MS/a), qui ne s'est pas distinguée de celle de Monte-

negro (15,0 kg MS/a). Les variétés Regula (38,6 kg MS/a) et 13/6 (32,4 kg/a) ont été significativement plus productives que les deux autres variétés.

Teneur et composition chimique de l'huile essentielle

La Pharmacopée européenne (2001) exige pour la sauge officinale une teneur en huile essentielle minimale de 15 ml/kg MS (1,5% volume/poids). Les résultats obtenus dans cette étude montrent que, pour l'année considérée de 2005, toutes les variétés comparées ont dépassé cette limite (tabl. 3). La teneur

moyenne de 1,76% est tout de même inférieure aux résultats moyens obtenus par Rey *et al.* (2000) et Carron *et al.* (2005). Cette différence de dosage peut s'expliquer par les précipitations plus importantes au Tessin que dans d'autres régions de production de Suisse, qui ont pu induire un lessivage de l'huile essentielle contenue dans les glandes oléifères placées sur l'épiderme des feuilles (Rey *et al.*, 2000).

Les principales molécules contenues dans l'huile essentielle, qui donnent à la sauge son odeur typique, sont les thuyones (α -thuyone 18-43% et β -thuyone 3-8,5%), qui peuvent représenter jusqu'au 50% de la composition chimique de l'huile essentielle (Catizone *et al.*, 1986), et le camphre (4,5-24,5%). Les variétés expérimentées montrent des teneurs moyennes pour les thuyones et le camphre. Toutefois, pour cette dernière molécule, la variété Montenegro présente une faible teneur de 9,03% (tabl. 3). Cette variété présente aussi une teneur en caryophyllène et en bornéol plus faible que les trois autres variétés, mais, en revanche, une teneur plus élevée en α -pinène (tabl. 3). La teneur des principaux composants de l'huile essentielle de Regula est assez proche des résultats obtenus par Carron *et al.* (2005) dans leur essai d'Arbaz et de Bützberg. Cela montre une certaine stabilité de la variété, même si à Olivone, la teneur en α -pinène est plus élevée (tabl. 3) qu'à Arbaz (1,7%) et à Bützberg (1,8%), la teneur en β -pinène inférieure (3,9% à Arbaz et 4,0% à Bützberg), de même que le caryophyllène (8,4% à Arbaz et 7,1% à Bützberg). Ces différences de composition de l'huile essentielle sont probablement liées à l'année et surtout au site de culture.

Tableau 3. Teneur en huile essentielle (%) et composition chimique des quatre variétés cultivées à Olivone en 2005.

	Valy	N° 13/6	Regula	Montenegro
Huile essentielle (%)	1,80	1,95	1,65	1,65
α -pinène	2,08	3,09	2,04	5,67
Camphène	1,60	2,73	1,74	1,20
β -pinène	1,97	1,51	2,00	2,84
Eucalyptol	11,64	12,60	11,20	14,41
α -thuyone	25,33	20,22	24,09	27,52
β -thuyone	4,61	4,66	6,46	4,71
Camphre	15,28	15,14	13,24	9,03
Caryophyllène	7,87	6,83	5,70	2,27
α -humulène	7,86	8,52	7,12	9,45
Bornéol	3,60	4,16	5,97	0,99

Conclusions

- ❑ Regula est la variété la plus productive avec une bonne régularité végétative.
- ❑ La variété 13/6 s'est montrée la plus tolérante au gel en culture avec protection hivernale. Sa production a été régulière tout au long de l'essai, mais inférieure de 26,5% à celle de Regula.
- ❑ Valy et Montenegro ont montré une plus grande sensibilité au gel hivernal. Montenegro se caractérise par une faible végétation.
- ❑ La teneur en huile essentielle des variétés comparées était moyennement élevée.

Remerciements

Nos remerciements s'adressent aux collaborateurs de Agroscope ACW du Centre des Fougères et au personnel du laboratoire d'Olivone et à Catherine Baroffio pour la lecture critique du manuscrit.

Bibliographie

- Anonyme, 2001. Pharmacopée européenne. Addendum, édition Suisse, 3^e édition. Conseil de l'Europe, Strasbourg, 1771 p.
- Carron C.-A., Previdoli S., Cottagnoud A., Rey C. & Carlen C., 2005. Saugue officinale: productivité et qualité de la nouvelle variété Regula. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **37** (4), 235-239.
- Catizone P., Marotti M., Toderi G. & Tétényi P., 1986. Coltivazione delle piante medicinali e aromatiche. Pàtron Editore, Bologna, 399 p.
- Jermi M., Sassella A., Iametti-Tettamanti C. & Conti A., 2004. Le lancement d'une nouvelle activité économique au Tessin: Les plantes médicinales. Implications socio-économiques. In: Actes du 5^e colloque Médiplant, 7-20. Evolène 25-27 septembre 2003.
- Rey C., 1991. Incidence de la date et de la hauteur de coupe en première année de culture sur la productivité de la saugue officinale et du thym vulgaire. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **23** (2), 137-143.
- Rey Ch., 1995. Comparaison du semis direct et du plant motté pour la mise en place de la saugue officinale (*Salvia officinalis* L.) *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **27** (6), 375-381.

Riassunto

Salvia officinalis L.: confronto di quattro varietà coltivate in Ticino

Una prova comparativa di quattro varietà di *Salvia officinalis* L.: Regula, 13/6, Valy e Montenegro è stata eseguita a Olivone (alt. 900 m) allo scopo di valutarne la sensibilità al gelo, il comportamento agronomico e la composizione chimica degli oli essenziali. Valy e Montenegro, nonostante una protezione invernale contro il gelo, hanno mostrato una maggiore sensibilità, mentre la varietà 13/6 è stata la più tollerante seguita da Regula. Quest'ultima è pure risultata la più produttiva con una regolare crescita vegetativa, anche se la varietà 13/6 ha fornito una produzione più regolare nel corso dell'intera prova. Montenegro si è distinto per una più debole vigoria. Le varietà hanno mostrato un tenore medio in oli essenziali, come pure per i principali costituenti tuione e canfora. In confronto alle altre varietà, Montenegro presenta un tenore più debole in canfora e borneolo.

Summary

Salvia officinalis L.: a comparison of four varieties cultivated in the Ticino

In Olivone (900 m), the four sage varieties (*Salvia officinalis* L.) Regula, 13/6, Valy and Montenegro were tested for their frost hardiness, their agronomic aptitudes and the chemical composition of their essential oils. Valy and Montenegro were very sensitive to frost despite the installed protection against cold. 13/6 was the most tolerant variety, followed by Regula. The latter was the most productive, showing a fine and regular vegetative growth. Overall, 13/6 showed the most regular vegetative growth and Montenegro was characterised by its weak growth. For all four varieties tested, the content of essential oils and the amount of the principal molecules thujone and camphor was modest. Compared to the other varieties, Montenegro had the lowest content of camphor and borneol.

Key words: production, vegetative growth, chemical composition, essential oil.

Zusammenfassung

Salvia officinalis L.: Vergleich von vier angepflanzten Sorten im Tessin

In einem Versuch bei Olivone (900 m. ü. M) wurden die vier Salbeisorten (*Salvia officinalis* L.) Regula, 13/6, Valy und Montenegro miteinander verglichen. Untersucht wurde ihre Frostempfindlichkeit, ihre agronomische Eignung sowie die chemische Zusammensetzung ihrer ätherischen Öle. Trotz des angebrachten Kälteschutzes waren die Sorten Valy und Montenegro sehr frostempfindlich, während 13/6, gefolgt von Regula, die kältetoleranteste Sorte war. Letztere war hingegen die produktivste und verfügte über gutes und gleichmässiges vegetatives Wachstum. Jedoch besass 13/6 das insgesamt regelmässigste vegetative Wachstum. Montenegro war dagegen von schwachem Wuchs. Der Gehalt an ätherischen Ölen war für alle vier getesteten Sorten nur durchschnittlich. Ausserdem verfügten alle über eine nur mittlere Menge Thujon und Campher. Von den getesteten Sorten, besass Montenegro den geringsten Campher- und Borneolgehalt.

- Rey C., Carron C.-A. & Nendaz B., 2000. Des hybrides de saugue prometteurs. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **32** (4), I-VIII.
- Rey C., Carlen Ch., Carron C.-A., Cottagnoud A., Bruttin B., Schweizer N. & Sassella A., 2002. Protection hivernale des plantes aromatiques

- cultivées en montagne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **32** (6), 365-372.
- Sassella A. & Jermi M., 2006. Essais culturaux de *Pimpinella peregrina* L. au Tessin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (2), 123-127.



Traitement post-récolte de l'ériophyide des framboises *Phyllocoptes gracilis*

Ch. LINDER, C. BAROFFIO¹ et C. MITTAZ¹, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon

@ E-mail: christian.linder@acw.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 389.

Introduction

En Suisse, le phytopte du framboisier *Phyllocoptes gracilis* (Nalepa) est un ravageur commun des framboisiers (Linder *et al.*, 1998; Baroffio, 2007). Les dégâts de cet acarien sur les variétés sensibles sont souvent spectaculaires (fig. 1). Ses attaques répétées perturbent la croissance de la plante et peuvent altérer la qualité des fruits (Gordon et Taylor, 1976). Les moyens de lutte biologique sont peu documentés. Parmi ceux-ci, les acariens prédateurs de la famille des Phytoseiidae se nourrissent d'ériophyides et participent au contrôle du ravageur (Gordon *et al.*, 1997). Cependant, dans les conditions suisses, les typhlodromes ne semblent pas en mesure de juguler l'explosion des populations. En Suisse, le soufre mouillable est autorisé pour lutter contre l'ériophyide des mûres *Acalitus essigi* (Hassan) au printemps et possède certainement une efficacité intéressante contre *P. gracilis*, mais celle-ci n'est pas documentée. De plus, le succès d'une telle application dépend fortement des conditions atmosphériques régnant au moment du traitement. Le bromopropylate est actuellement la seule matière active autorisée pour lutter contre *P. gracilis*. Cet acaricide efficace est limité à un traitement pré-floraison, afin notamment d'éviter les risques de résidus sur les fruits. Cependant, dans le cadre d'une homogénéisation et réévaluation des produits phytosanitaires au niveau européen, cette matière active sera prochainement retirée du marché suisse. Il est donc urgent et nécessaire de développer de nouvelles stratégies de lutte contre ce ravageur.

¹Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche de Conthey, 1964 Conthey.

Résumé

L'acarien ériophyide *Phyllocoptes gracilis* (Nalepa) est un important ravageur secondaire dans les cultures de framboises en Suisse. Comme le bromopropylate – seul acaricide autorisé contre ce ravageur – sera bientôt retiré du marché, de nouvelles stratégies de lutte sont nécessaires. En automne 2006, un premier essai d'efficacité a été mené à Nendaz (Valais) dans une culture de la variété Glen Ample fortement attaquée. L'application post-récolte d'un traitement unique de soufre mouillable ou de spirodiclofène a donné d'excellents résultats. Les contrôles visuels effectués le printemps suivant ont confirmé l'intérêt de cette stratégie. Le coût d'une intervention post-récolte à l'aide de soufre mouillable est inférieur à celui d'une application de bromopropylate et la période de traitement n'entraîne pas de risques de résidus. L'efficacité à long terme, la phytotoxicité ainsi que la période optimale d'intervention des produits testés restent cependant à déterminer avant d'envisager leur homologation contre *P. gracilis*.



Fig. 1. Dégâts de l'ériophyide du framboisier: taches chlorotiques jaunâtres et déformations sur feuilles (Nendaz, Valais).

Dans cette optique, le traitement post-récolte pourrait constituer une alternative intéressante car il permet d'éviter les risques de résidus sur les fruits. Ce type d'intervention a été appliqué avec succès contre l'ériophyde libre du poirier (*Epirimerus pyri*; Daniel *et al.*, 2004). L'efficacité du soufre mouillable et du nouvel acaricide spiroadiclofène contre *P. gracilis* a été testée lors d'un essai de traitement post-récolte mis en place à l'automne 2006.

Cette publication présente un rappel de la biologie de l'ériophyde et les premiers résultats de traitement post-récolte.

Biologie et dégâts

Phylloptes gracilis est un minuscule acarien ériophyde dont la biologie a été notamment étudiée par Domes (1957) et Gordon et Taylor (1976). Le corps fusiforme de *P. gracilis* mesure entre 0,15 et 0,17 mm et sa coloration varie du brun-jaunâtre pour la femelle hivernante au jaune translucide pour la forme estivale. Les femelles hivernent sous les écailles des bourgeons, plus rarement à l'aisselle de ceux-ci. Au printemps, quand les bourgeons commencent à se développer, les ériophydes migrent vers la face inférieure des feuilles situées sur les canes fruitières où elles pondent. Des températures supérieures à 11 °C sont nécessaires au développement du ravageur. Le cycle biologique de l'œuf à l'adulte se déroule en quatorze jours à une température constante de 25 °C. Plusieurs générations se suivent et se superposent. Les acariens vivent librement à la face inférieure des feuilles et, dès que ces dernières arrivent à maturité, ils se déplacent vers les jeunes feuilles plus tendres. En cas de très fortes attaques foliaires, des acariens peuvent être également observés sur les fruits. Les pics de populations sont atteints en juillet et en août sur les canes fruitières, en septembre sur les pousses annuelles. Dès la fin septembre, les femelles regagnent progressivement les bourgeons où elles passeront l'hiver.

Les piqûres de *P. gracilis* engendrent l'apparition, sur la face supérieure et inférieure du limbe, de taches chlorotiques vert-jaunes quelquefois diffuses et peuvent occasionner un gaufrage plus ou moins marqué des feuilles (fig.1 et 2). Ces dégâts ne doivent pas être confondus avec des symptômes de maladies virales ou des phytotoxicités liées à l'application de produits phytosanitaires. Gordon *et al.* (1997) signalent que les plantations poussant à l'ombre de haies ou de forêts sont plus fortement attaquées par *P. gracilis*.



Fig 2. Face supérieure et inférieure d'une feuille de framboisier attaquée par l'ériophyde des framboises.

Matériel et méthodes

En septembre 2006, l'impact sur *P. gracilis* d'une application post-récolte de soufre mouillable et de spiroadiclofène a été testé dans une parcelle de framboises de la variété Glen Ample, située à une altitude de 700 m à Nendaz (Valais). Les quatre variantes de l'essai sont données dans le tableau 1. Chaque traitement a été appliqué le 6 septembre 2006 sur deux rangs (± 20 mètres) de plantes fortement attaquées. Un pulvérisateur à pression Echo

SHR a permis l'application d'un volume d'eau de 1000 l/ha.

Afin de déterminer la densité d'acariens, des échantillons foliaires ont été prélevés deux jours avant le traitement ainsi que quinze et 170 jours après. Dans chaque variante, la densité d'acariens a été examinée sur 5 x 10 disques foliaires de 4,5 cm² prélevés au hasard sur 5 x 10 folioles terminales. Les disques foliaires ont été immergés et agités durant vingt minutes dans une solution d'eau déminéralisée additionnée de 0,1% d'agent mouillant (Teepol). Après le retrait des disques, la solution a été filtrée à l'aide d'une pompe à vide sur des papiers filtre noirs de 90 mm de diamètre (Schleicher & Schuell). Les ériophydes ont été ensuite dénombrés à l'aide d'une loupe binoculaire. Les densités sont exprimées en acariens/cm². L'efficacité des traitements acaricides a été calculée à l'aide de la formule de Henderson-Tilton.

Tableau 1. Variantes testées à Nendaz en post-récolte le 6 septembre 2006.

Produit	Matière active	Concentration
Témoin	—	—
Envidor	Spiroadiclofène (22,3%)	0,04%
Thiovit	Soufre mouillable (80%)	1%
Thiovit	Soufre mouillable (80%)	2%

Résultats et discussions

Les trois variantes ont montré une excellente efficacité contre *P. gracilis* quinze jours après le traitement (fig. 3). Le sou-

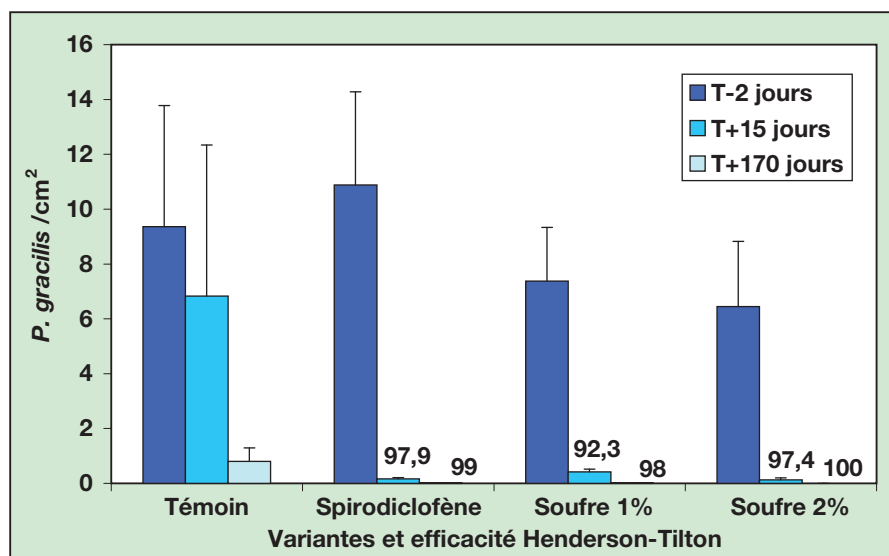


Fig. 3. Densités moyennes de *P. gracilis* (écart-type et efficacité selon Henderson-Tilton dans l'essai de traitement post-récolte de Nendaz).

fre mouillable a montré une efficacité légèrement supérieure à la concentration la plus élevée, mais insuffisante pour justifier le doublement de la dose.

Au début du printemps 2007 (T + 170 jours), les densités d'acariens sur les plants traités étaient toujours inférieures à celles observées dans le témoin non traité. Malheureusement, un traitement acaricide effectué par le producteur contre l'acarien jaune nous a empêché d'effectuer des contrôles estivaux. Néanmoins ces premiers résultats sont prometteurs à plusieurs égards:

- importante réduction des populations hivernantes de *P. gracilis*;
- pas de risques de résidus de pesticides;
- conditions climatiques plus favorables en fin d'été qu'au printemps, ce qui augmente l'efficacité des traitements;
- absence de phytotoxicité sur la variété Glen Ample;
- économie intéressante pour le producteur: le traitement au soufre 1% est 25% moins coûteux qu'une application de bromopropylate;
- possibilité avec le spiroadiclofène de combiner un traitement d'automne visant *P. gracilis* et l'acarien jaune (Mariéthoz *et al.*, 1994).

Avant d'envisager l'homologation des produits testés, des essais d'efficacité à long terme doivent encore compléter cette étude. L'absence de risque de phytotoxicité doit également être confirmée par des essais menés sur d'autres variétés. Enfin, l'influence des dates d'application sur l'efficacité des traitements mérite également une étude plus approfondie.

Conclusions

- ❑ Le traitement post-récolte des framboises contre *P. gracilis* constitue une alternative intéressante à l'application de bromopropylate au printemps.
- ❑ Les produits testés ont tous montré une excellente efficacité.
- ❑ Des études complémentaires (efficacité à long terme, phytotoxicité, dates d'application) doivent encore être menées avant le dépôt d'une demande d'homologation.

Remerciements

Nos remerciements s'adressent à Catherine Terretaz, L. M. Bornet et M^{me} Arona pour leur précieuse collaboration technique ainsi qu'à P. Kehrlé et M. Jermini pour la traduction des résumés.

Bibliographie

- Baroffio C., 2007. Culture des framboises. Maladies et ravageurs. In: Guide des petits fruits 2007. Ed. Fruit Union Suisse, 6302 Zoug, 125 p.
- Daniel C., Wyss E. & Linder Ch., 2004. Application de soufre en automne: une nouvelle manière de lutter contre l'ériophyde à galles du poirier. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **36** (4), 199-203.
- Domes R., 1957. Zur Biologie der Gallmilbe *Eriophyes gracilis* Nalepa. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* **41**, 411-424.
- Gordon S. C. & Taylor C. E., 1976. Some aspects of the biology of the raspberry leaf and bud mite (*Phyllocoptes (Eriophyes) gracilis* Nal.)
- Eriophyidae in Scotland. *Journal of Horticulture Science* **51**, 501-508.
- Gordon S. C., Woodford J. A. T & Birch A. N. E., 1997. Arthropod pests of *Rubus* in Europe: Pest status, current and future control strategies. *Journal of Horticultural Science* **72** (6), 831-862.
- Linder Ch., Antonin P., Mittaz Ch. & Terretaz R., 1998. Ravageurs du framboisier. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **30** (2), 127-129.
- Mariéthoz J., Baillo M., Linder Ch., Antonin Ph. & Mittaz Ch., 1994. Distribution, méthodes de contrôle et stratégies de lutte chimique et biologique contre l'acarien jaune *Tetranychus urticae* Koch dans les cultures de framboisiers. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **26** (5), 315-321.

Summary

Post harvest control of the raspberry leaf and bud mite *Phyllocoptes gracilis*

The eriophyid mite *Phyllocoptes gracilis* (Nalepa) is an important secondary pest species in Swiss raspberry production. The pending withdrawal of the only registered miticide bromopropylate has created the need to develop alternative control strategies against this mite. In autumn 2006, first efficacy trials were carried out in a heavily infested plot of the variety Glen Ample in Nendaz (Switzerland). Single, post harvest applications of wettable sulphur and of the miticide spiroadiclofen were both very effective and provided excellent pest control. Visual inspection in the following spring confirmed the value of these control strategies. The costs of post harvest treatments with wettable sulphur are lower than bromopropylate applications and the timing of application does not pose any risk of pesticide residues. Before products tested can be considered for registration against *P. gracilis*, the optimal timing of control, long-term efficacy and phytotoxicity still have to be determined.

Key words: *Phyllocoptes gracilis*, raspberries, post harvest treatments, sulphur, spiroadiclofen.

Zusammenfassung

Nacherntebehandlung der Himbeerblattmilbe *Phyllocoptes gracilis*

Die Rostmilbe *Phyllocoptes gracilis* (Nalepa) ist ein wichtiger Sekundärschädling der Schweizer Himbeerkulturen. Da das einzig zugelassene Akarizid (Bromopropylat) gegen diesen Schädling bald vom Markt zurückgezogen wird, ist die Entwicklung alternativer Bekämpfungsstrategien unabdingbar. Im Herbst 2006 führten wir in einer stark befallenen Glen Ample Kultur bei Nendaz (Wallis) erste Kontrollversuche durch. Nacherntebehandlungen mit Netzschwefel und Spiroadiclofen erwiesen sich dabei als äusserst effektiv und erzielten ausgezeichnete Resultate. Visuelle Kontrollen im folgenden Frühling bestätigten den Nutzen dieser beiden Bekämpfungsstrategien. Die Kosten einer Netzschwefelbehandlung sind niedriger als die einer herkömmlichen Behandlung mit Bromopropylat und Rückstandsprobleme werden dank des späten Behandlungszeitpunktes vermieden. Bevor die getesteten Produkte jedoch gegen *P. gracilis* bewilligt werden können, müssen noch Langzeitwirkung, Phytotoxizität und optimaler Behandlungszeitpunkt genauer untersucht werden.

Riassunto

Trattamento post-raccolta dell'eriofide del lampone *Phyllocoptes gracilis* (Nalepa)

L'acaro eriofide *Phyllocoptes gracilis* (Nalepa) è, in Svizzera, un importante parassita secondario nelle colture di lamponi. Il prossimo ritiro dal mercato del solo acaricida autorizzato (bromopropilato) per lottare contro questo parassita animale necessita lo sviluppo di strategie di lotta alternative. Nell'autunno 2006, una prima prova di efficacia è stata condotta a Nendaz (Vallese) in una coltura della varietà Glen Ample fortemente attaccata. L'applicazione post-raccolta di un trattamento unico di zolfo bagnabile o di spiroadiclofene ha dato eccellenti risultati. I controlli visivi effettuati nella primavera seguente hanno confermato l'interesse di questa strategia. Il costo di un intervento post-raccolta con zolfo bagnabile è inferiore a quello di un'applicazione di bromopropilato e il periodo di trattamento non pone rischi di residui. L'efficacia a lungo termine, la fitotossicità così come il periodo ottimale d'intervento restano tuttavia da determinare prima di considerare l'omologazione dei prodotti testati contro *P. gracilis*.

Pépinières Ph. Borioli

Partenaire de votre réussite

Planter c'est prévoir!

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



Nouvel encépagement?

Vinifera ou Interspécifique,
demandez nos conseils et services

Raisins de table: votre nouvelle culture fruitière!

Choix de variétés
adaptées à vos labels



CH-2022 BEVAIX

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



Des plantes de qualité
pour un meilleur rendement

Himbo-Top®



La framboise d'automne attractive qui offre de nouvelles possibilités.

Les avantages:

- Gros fruits, fermes, rouge brillant, attractifs, faciles à cueillir
- Début de récolte 6 à 8 jours après «Autumn Bliss», durée de récolte 6 à 8 semaines
- Productivité exceptionnelle
- Plante robuste et saine, pousses vigoureuses

Hauenstein Rafz

BAUMSCHULEN



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

MASSEY FERGUSON
50
1958-2008



MASSEY FERGUSON

SERVICE

LE SPÉCIALISTE POUR DES FRUITS DE HAUTE VALEUR

Une exploitation qui se veut efficace a besoin de moyens de travail efficaces. Cela commence par le tracteur. La nouvelle série MF 3600 VSF dispose de nombreuses innovations techniques, dans de très nombreux domaines.

**Disponible en 14 modèles
de 69 – 100 CV (51 – 74 kW)**

**Une technique de pointe.
Des produits de pointe.
Un service de pointe.**

Demandez des informations ou une démonstration auprès de:

GVS-Agrar

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



MF 3600





Rosmarinus officinalis L.: comparaison de clones tessinois

A. SASSELLA¹, M. CACCIA², C. TETTAMANTI³, A. CONTI⁴ et M. JERMINI¹
Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1

@ E-mail: alberto.sassella@acw.admin.ch
Tél. (+41) 91 85 02 041.

Résumé

Le climat tessinois est celui qui convient le mieux en Suisse à la culture du romarin (*Rosmarinus officinalis* L.). L'étude présentée ici visait à identifier et caractériser des clones adaptés aux conditions tessinoises. Pour cela, 43 clones ont été récoltés sur des plantes-mères âgées de plus de quinze ans et situées entre 250 et 1010 m d'altitude. Ils ont ensuite été cultivés sur deux parcelles, à Gudo (280 m) et à Olivone (900 m). Les aptitudes agronomiques, la teneur en huiles essentielles et la composition chimique des clones ont été analysées. Leurs performances agronomiques ont montré une grande variabilité génétique. La teneur en huile essentielle moyenne était de 1,98% à Gudo et 2,3% à Olivone. L'analyse a permis de distinguer quatre groupes chimiques: 1) à camphène, 2) à 1,8-cinéol et β -pinène, 3) à acétate de bornyle et limonène, 4) à α -pinène et verbénone. A Olivone, aucun clone n'a résisté au froid hivernal.



Fig. 1. Vue générale de l'essai à Olivone après plantation (14 mai 2003).

Introduction

Le romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) fait partie de la famille des Lamiacées (Pedersen, 2000; Spichiger *et al.*, 2002). Le genre *Rosmarinus* ne comprend que trois espèces: *R. officinalis* Linné, de loin l'espèce la plus importante et connue (Bärtels, 1997), *R. eriocalix* Jord. & Fourr. et *R. tomentosus* Huber-Morath

et Maire, morphologiquement très proche de *R. eriocalix* et, comme ce dernier, moins aromatique que *R. officinalis* (Bärtels, 1997). Originaire du bassin méditerranéen, le romarin pousse à l'état sauvage dans les îles et les régions côtières (sud et centre de l'Italie, sud de la France, Dalmatie, sud et est de l'Espagne, Portugal, nord du Maroc, nord de la Tunisie et Grèce), constituant l'une des essences typiques des garrigues (Akhtar, 1994; Scartezzini, 2001). Plante pérenne à feuilles persistantes, il est caractérisé par une ramification importante de type prostrée-ascendante. Il peut ainsi atteindre une hauteur de 2 m et une largeur de 1 à 4 m selon la va-

riété botanique et les conditions climatiques et environnementales (Bown et Hawthorne, 1997; Roccabruna, 2003). Le romarin est à la fois une essence aromatique et médicinale, reconnue pour ses vertus antiseptiques, toniques-stimulantes, anti-inflammatoires, cholagogues et antispasmodiques (Campanili, 1998; Flamini *et al.*, 2002; Fiorenzuoli, 2000). Cette plante était déjà connue à l'époque romaine pour ses vertus et a été progressivement introduite vers le centre de l'Europe (Scartezzini, 2001). Le romarin a une grande variabilité génétique. De nombreux clones sont cultivés en Suisse et en Europe, mais les connaissances de leurs caractéristiques

¹Centre de Cadenazzo, 6594 Contone.

²Diplômé des Ecoles d'ingénieurs de Changins et de Lullier.

³Istituto alpino di fitofarmacologia e di scienze ambientali, 6718 Olivone.

⁴Società cooperativa per le piante officinali e fitoprodotti ticinesi (COFIT), 6718 Olivone.

individuelles sont insuffisantes et fragmentaires pour une sélection plus poussée (Mulas *et al.*, 2002). Par ailleurs, ces dernières années, les études sur le romarin se sont multipliées pour les différencier sur la base de plusieurs caractéristiques, tels le port, l'importance de la ramification, la vigueur, le rendement en matière sèche (Flamini *et al.*, 2002; Rey *et al.*, 2002), la taille des feuilles, le rapport entre la masse des feuilles et la masse des tiges entières (Mulas *et al.*, 2002), la teneur et la composition de l'huile essentielle (Satta *et al.*, 1997; Flamini *et al.*, 2002). Aujourd'hui, le romarin est cultivé dans toutes les régions tempérées du monde (Mc Vicar, 2000; Chevallier, 1996). Il est aussi cultivé en Suisse, où ses propriétés aromatiques suscitent un intérêt commercial. Sous nos climats, il reste particulièrement sensible au froid. Il peut dépérir partiellement ou complètement à la suite d'un hiver trop rude et nécessite une protection hivernale (Rey *et al.*, 2002). Au Tessin, le romarin est une essence aromatique commune dans nombre de jardins et les conditions climatiques de cette région lui permettent de survivre sans protection hivernale. L'étude présentée ici a pour but de caractériser, au niveau agronomique et chimique, la variabilité génétique des clones présents au Tessin et en particulier dans des conditions climatiques limites pour cette espèce.

Matériel et méthodes

Recherche des clones

Les clones de romarin ont été récoltés en décembre 2002 dans différentes régions tessinoises, selon deux critères: l'âge de la plante (quinze ans au minimum) et l'emplacement de la station (endroits sensibles au gel). Au total, 43 clones ont été récoltés (tabl.1). L'altitude moyenne de tous les lieux de prélèvement est de 550 m environ, avec une médiane de 460 m et une extension d'altitude entre les 250 m de Lumino et les 1010 m de Broglio (tabl.1). Chacune des 43 plantes-mères est supposée être génétiquement différente des autres, représentant ainsi une «tête de clone».

Multiplication, parcelles et dispositif expérimental

Les «têtes de clone» récoltées ont été tout de suite multipliées par bouture au Centre de Cadenazzo d'ACW. Deux parcelles ont été choisies pour l'essai: la première sur le

Tableau 1. Lieu d'origine des clones indigènes, altitude et présence dans les deux essais.

Clone N°	Lieu d'origine (commune)	Altitude de la station	En essai à Gudo	En essai à Olivone
1	Maggia	960		
2	Maggia	870	x	x
3	Maggia	515	x	x
4	Maggia	335	x	x
5	Crana	885	x	x
6	Maggia	335	x	x
7	Moghegno	320	x	x
8	Giornico	395	x	x
9	Giornico	395	x	x
10	Malvaglia	390	x	x
11	Lottigna	630	x	x
12	Biasca	305	x	x
13	Biasca	300		
14	Giumaglio	370	x	x
15	Giumaglio	370	x	x
16	Cevio	460	x	x
17	Cevio	460	x	x
18	Cugnasco	960	x	x
19	Aquila	750	x	x
20	Aquila	750	x	x
21	Loderio	800	x	x
22	Caveragno	460	x	x
23	Caveragno	460	x	x
24	Aurigeno	510		
25	Aurigeno	530	x	x
26	Sonogno	930	x	x
27	Sonogno	920	x	x
28	St. Antonino	300	x	x
29	Camorino	350	x	x
30	Preonzo	250	x	x
31	Lodrino	265	x	x
32	Lumino	250	x	x
33	Lumino	260		x
34	Camignolo	450	x	x
35	Camignolo	450	x	x
36	Madonna del Piano	270	x	x
37	Veizio	780	x	x
38	St. Antonio (Val Morobbia)	760	x	x
39	St. Antonio (Val Morobbia)	780	x	x
40	Bidogno	770	x	x
41	Arogno	550	x	x
42	Arogno	600	x	x
43	Broglio	1010	x	x

coteau de Gudo, à 280 m d'altitude, sur un sol léger-sablonneux, de pH 5,5 et avec un taux élevé de matière organique de 6,2%; l'autre parcelle à Olivone, à 900 m d'altitude (fig.1), sur un sol moyen, neutre (pH 6,9) et avec un taux de matière organique de 3,8%.

Des 43 «têtes de clone» multipliées, les nos 1, 13 et 24 n'ont pas été retenus à cause de la mauvaise reprise des boutures. Par ailleurs, la multiplication du n° 33 a fourni un nombre de plantes suffisant pour la parcelle d'Olivone uniquement (tabl.1). La plantation a eu lieu le 13 mai 2003 à Gudo et le lendemain à Olivone. Chaque «tête de clone» a été plantée sur tissu synthétique noir «Aquatex» à différentes densités:

- Gudo: 5 plantes par ligne, distantes de 45 x 30 cm, soit une densité de 7,4 plantes/m².
- Olivone: 8 plantes par ligne, distantes de 60 x 30 cm, soit 5,5 plantes/m².

Le dessin expérimental ne comprenait pas de répétitions. Les comparaisons ont été faites avec la variété Reynard, la plus cultivée au Tessin.

Contrôle des paramètres de croissance et de productivité

Longueur de la pousse et des entre-nœuds et nombre de pousses axillaires

Le développement des plantes a fait l'objet d'un relevé avant la récolte, le 11 août à Gudo et le 8 août à Olivone. Plusieurs paramètres ont été considérés: nombre de rameaux par plante (rameaux principaux lignifiés), longueur des rameaux (distance «sol-apex», hauteur maximale des bouquets (distance entre le sol et le bouquet le plus proche de l'apex), hauteur maximale des pousses axillaires (distance entre le sol et la base de la pousse la plus proche de l'apex), nombre de pousses axillaires (comptage des pousses supérieures à 1 cm de long) et longueur des trois pousses axillaires les plus longues. Les mesures ont été effectuées sur l'ensemble des plantes des parcelles, c'est-à-dire cinq plantes à Gudo et huit à Olivone. Seule la longueur des entre-nœuds a été déterminée sur trois pousses par clone, choisis au hasard juste après la récolte du matériel végétal.

Détermination de la productivité des clones

La première année (2003), la récolte a été effectuée le 26 août à Gudo et le 27 août à Olivone. En deuxième année, la récolte a eu lieu le 7 septembre, à Gudo uniquement. En effet, toutes les plantes de la parcelle d'Olivone ont succombé au gel hivernal, malgré la protection d'un tissu non tissé Géotextil WSV 110 g/m². Le matériel végétal récolté a été pesé et séché dans le séchoir du Centre de Cadenazzo avec ventilation à air chaud, à une température de 30-35 °C.

Extraction des huiles essentielles et analyse des composants

L'extraction s'est déroulée par hydrodistillation de la matière sèche. Une masse d'environ 25 g de feuilles grossièrement hachées a été distillée dans 300 ml d'eau déminéralisée pendant trois heures, selon un flux de 2,5 ml/min. Pour les clones 3, 4, 35 et 41 de l'essai de Gudo, l'extraction en 2003 a été faite à partir d'une masse de matériel végétal inférieure, respectivement de 23,07 g, 15,39 g, 13,69 g et 21,24 g, en raison des faibles quantités de matériel végétal obtenues. Les huiles essentielles récupérées lors des extractions ont été filtrées à travers du sulfate de sodium déshydraté et stockées dans le réfrigérateur à une température de 4 °C. La composition chimique des huiles essentielles a été déterminée au moyen du système analytique GC-MS (Shimadzu QP 5050A) muni d'un système d'injection automatique (AOC-20i) et d'une colonne capillaire Rtx®-wax Crossbond®-Peg (60 m x 0,32 mm id, 1 µm df; Restek corporation – USA). Les échantillons ont été préalablement dilués dans l'hexane, selon un rapport 1:50. Les substances sortant de la colonne ont été détectées à l'aide d'un spectromètre de masse à ionisation électronique. Cette analyse prend en considération dix-sept substances, dont douze indiquées par la Pharmacopée européenne (Anonyme, 2002). Pour les identifier, leur temps de rétention a été comparé avec celui des substances standard (degré de pureté > 97%), ou leur profil au spectromètre de masse a été confronté à ceux de la banque de données NIST. Les substances contenues dans l'huile ont été quantifiées en appliquant la méthode de normalisation interne corrigée basée sur l'aire des pics. Cette quantification est exprimée en pourcentage relatif.

Résultats et discussion

Teneur en huile essentielle

La teneur moyenne en huile essentielle des romarins cultivés sur la parcelle de Gudo (altitude 280 m), qui devrait présenter des caractéristiques climatiques plus favorables à cette espèce, a été de 1,98%, soit inférieure de 15,2% à la teneur moyenne de 2,3% obtenue à Olivone (altitude 900 m). L'altitude est un élément qui influence la quantité et la qualité des matières actives (Catizone *et al.*, 1986) et la comparaison entre ces deux sites de culture confirme son effet positif sur le contenu en huile essentielle du romarin. Ce phénomène a aussi été mis en évidence par Maraoucke (1987) pour des espèces à huile essentielle comme la menthe, l'hysope et la tanaisie.

Les clones présentent une importante variabilité et seuls les clones 26 et 36 se distinguent par leur concentration

Tableau 2. Teneur en huile essentielle (% de la matière sèche) des clones indigènes et du témoin Reynard dans les deux sites expérimentaux de Gudo et Olivone.

Clone N°	Gudo	Olivone	Différence Gudo-Olivone	
	Teneur en huile essentielle	Teneur en huile essentielle	Teneur	%
2	1,84	2,31	-0,47	-20,3%
7	1,80	2,28	-0,48	-21,1%
8	1,82	2,13	-0,31	-14,6%
9	1,83	2,17	-0,34	-15,7%
10	1,67	1,97	-0,30	-15,2%
11	1,67	2,13	-0,46	-21,6%
15	1,66	1,76	-0,10	-5,7%
16	1,66	2,06	-0,40	-19,4%
18	1,95	2,28	-0,33	-14,5%
20	1,94	2,17	-0,23	-10,6%
21	2,00	2,13	-0,13	-6,1%
22	1,94	2,08	-0,14	-6,7%
23	1,98	2,03	-0,05	-2,5%
25	1,92	2,07	-0,15	-7,2%
28	2,01	2,19	-0,18	-8,2%
29	2,06	2,15	-0,09	-4,2%
31	2,03	2,22	-0,19	-8,6%
32	2,03	2,33	-0,30	-12,9%
33		2,45		
37	1,82	2,04	-0,22	-10,8%
38	1,72	2,04	-0,32	-15,7%
39	1,57	2,17	-0,60	-27,6%
42	1,60	2,10	-0,50	-23,8%
43	1,73	2,11	-0,38	-18,0%
6	2,39	3,23	-0,84	-26,0%
14	2,60	3,15	-0,55	-17,5%
19	2,35	2,87	-0,52	-18,1%
30	2,35	2,66	-0,31	-11,7%
34	2,80	3,18	-0,38	-11,9%
3	1,48	2,22	-0,74	-33,3%
5	1,52	2,11	-0,59	-28,0%
27	2,03	1,98	0,05	2,5%
26	3,35	3,47	-0,12	-3,5%
36	3,29	3,30	-0,01	-0,3%
4	1,95	2,82	-0,87	-30,9%
12	1,98	2,32	-0,34	-14,7%
17	1,84	1,88	-0,04	-2,1%
35	1,03	1,97	-0,94	-47,7%
40	2,51	2,79	-0,28	-10,0%
41	1,51	1,99	-0,48	-24,1%
Reynard	2,14	2,62	-0,48	-18,3%

élevée en huile essentielle et leur faible variation d'un site à l'autre (tabl. 2). La comparaison avec le témoin Reynard montre que, indépendamment de l'emplacement de la parcelle, huit clones, et le n° 4 seulement à Olivone, ont une teneur supérieure au témoin Reynard, qui est en moyenne de 2,7% à Gudo et de 3,04% à Olivone (tabl. 2). Seul le clone 35 de Gudo a donné une teneur inférieure à la limite de 1,2% indiquée par la Pharmacopée européenne (Anonyme, 2002).

Analyse chimique des huiles essentielles

La composition chimique des huiles essentielles varie aussi fortement entre clones et parcelles expérimentales. En particulier, comparés aux clones d'Olivone, les clones cultivés à Gudo ont un contenu inférieur de 16% en β -pinène et de 13% en 1,8-cinéole, ainsi qu'une teneur en ρ -cymène supérieure de 28%. Malgré cette variabilité, la composition chimique typique de chaque clone reste constante et permet de les regrouper en quatre groupes distincts, caractérisés par une même qualité chimique (tabl. 3):

- Le groupe 1 comprend 24 clones (les n°s 2, 7-11, 15-16, 18, 20-23, 25, 28-29, 31-33, 37-39 et 42-43). Il se caractérise par une teneur élevée en camphène (entre 6,57 et 8,42%) et en camphre (entre 26,72 et 32,28%).
- Le groupe 2 comprend cinq clones (les n°s 6, 14, 19, 30 et 34). Il se caractérise par une teneur élevée en 1,8-cinéol (32,24 et 37,32%) et en β -pinène (entre 1,95 et 2,97%).
- Le groupe 3 comprend trois clones (les n°s 3, 5 et 27). Il est caractérisé par une teneur élevée en acétate de bornyle (entre 8,85 et 10,31%) et en limonène (entre 4,03 et 4,37%) ainsi que, dans une moindre mesure, en α -pinène et bornéol.
- Le groupe 4 comprend seulement deux clones (les n°s 26 et 36), qui se caractérisent par une teneur élevée en α -pinène (entre 29,07 et 32,28%) et en verbénone (entre 15,11 et 17,89%) et, en particulier, par une faible teneur en camphre (maximum de 3,47%).

Six clones indigènes (les n°s 4, 12, 17, 35, 40 et 41) et le témoin Reynard n'ont pas pu être classés dans ces groupes vu la composition hétérogène de leurs huiles essentielles. La Pharma-

Tableau 3. Composition chimique des huiles essentielles des quatre groupes chimiques identifiés, exprimée en teneur relative (%), en comparaison avec les types espagnol et marocain reportés dans la Pharmacopée européenne.

		Groupe chimique 1						Groupe chimique 2						Groupe chimique 3				
		Gudo			Olivone			Gudo			Olivone			Gudo				
		Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	
Huile essentielle		1,83	1,57	2,06	2,14	1,97	2,45	2,49	2,34	2,80	3,02	2,66	3,23	1,67	1,47	2,03	2,10	
Matière active	Hydrocarbures monoterpéniques	α -pinène	12,54	10,56	14,06	12,93	11,54	14,57	10,87	10,27	11,84	11,05	9,69	12,16	25,54	25,21	25,93	28,72
		camphène	7,23	6,57	7,56	7,46	6,80	8,42	4,85	4,66	5,25	5,17	4,99	5,29	5,64	5,47	5,92	6,00
		β -pinène	1,02	0,80	1,37	1,19	0,94	1,52	2,11	1,95	2,21	2,77	2,61	2,97	1,19	1,09	1,25	1,42
		β -myrcène	1,23	1,16	1,29	1,32	1,21	1,48	1,96	1,87	2,05	1,90	1,82	2,00	3,72	3,68	3,75	3,91
		limonène	3,73	3,50	3,88	3,55	3,30	3,72	3,12	3,02	3,20	2,82	2,74	2,92	4,35	4,32	4,37	4,04
		ρ -cymène	0,57	0,45	0,73	0,49	0,44	0,56	0,60	0,58	0,63	0,48	0,45	0,51	0,62	0,56	0,66	0,38
	Ether	1,8-cinéole	10,74	9,89	11,99	12,80	11,80	14,21	34,33	32,24	36,11	36,49	35,32	37,32	8,96	8,60	9,42	9,57
	Cétons	camphre	30,20	29,01	32,28	28,40	26,72	30,06	20,20	19,10	21,19	18,78	18,27	19,83	10,49	9,83	10,87	10,67
		verbénone	8,21	6,78	9,60	7,65	6,09	8,93	6,15	5,72	6,51	5,39	5,03	5,82	11,17	10,21	11,98	10,11
	Alcool	bornéol	2,92	2,13	3,27	2,99	2,14	3,57	1,70	1,50	2,01	1,34	1,22	1,66	4,67	3,93	5,70	3,26
α -terpinolène		1,22	1,12	1,35	1,23	1,09	1,35	1,08	1,05	1,11	1,11	1,08	1,14	1,20	1,09	1,29	1,22	
Ester	acétate de bornyle	4,34	3,48	5,04	4,35	2,84	5,28	4,23	3,76	4,41	4,18	3,93	4,58	9,37	9,09	9,89	9,51	

copée européenne (2002) distingue deux types de romarin, le type espagnol et le type marocain et tunisien (tabl. 3), mais il est souvent possible de caractériser d'autres chémotypes selon la teneur d'un composant et un domaine d'utilisation précis. Scartezzini (2001) mentionne un premier chémotype à haute teneur de 1,8-cinéol, un deuxième avec une teneur en camphre majeure de 20% et un troisième avec une teneur en verbénone majeure de 15%. Fiorenzuoli (2000) donne les mêmes renseignements en ce qui concerne les deux premiers, mais il différencie le troisième par une haute teneur en bornéol et en ses dérivés (esters). Un chémotype à α -pinène/bornéol est aussi indiqué par Flamini *et al.* (2002), tandis que Satta *et al.* (1997) citent un chémotype à α -pinène/verbénone. Les quatre groupes chimiques présentés dans cette étude ont quelques similitudes avec ceux reportés par Scartezzini (2001). En effet, les groupes chimiques 2 et 4 possèdent un contenu élevé en 1,8-cinéol, tandis que le groupe chimique 1, avec sa teneur élevée en camphre, correspond à celui décrit par Scartezzini (2001), de même que le groupe chimique 4, riche en verbénone. Ces quatre groupes chimiques ne présentent que quelques similitudes par rapport aux chémotypes espagnol et marocain et tunisien. Ils diffèrent totalement pour ce qui concerne la teneur en ρ -cymène, en verbénone et en acétate de bornyle (tabl. 3). Parmi les clones qui n'ont pas pu être classés dans les quatre groupes

chimiques, le n° 40 se distingue par une teneur de 20% en β -myrcène, et le n° 35 par une teneur en acétate de bornyle de 10%. Le clone témoin Reynard représente un chémotype typique à camphre avec une teneur de 40,25%. La figure 2 met en évidence l'homogénéité des quatre groupes chimiques par rapport à la forte variabilité des clones «non classés», ce qui valorise ultérieurement cette classification. La corrélation négative entre α -pinène et camphre ($R^2 = 0,65$) explique aussi pourquoi les groupes chimiques 3 et 4 ont des faibles teneurs en camphre (fig. 2A). Ce type

de corrélation est aussi évident entre limonène et 1,8-cinéol ($R^2 = 0,60$), même si ce dernier est aussi positivement corrélé à la teneur en β -pinène ($R^2 = 0,71$; fig. 2B et 2C).

Aspects agronomiques

En moyenne générale, les différents paramètres descriptifs des clones ne varient pas fortement entre les deux sites, même si à Olivone la vigueur végétative tend à être plus forte (tabl. 4). Cependant, il existe une forte variabilité

Tableau 4. Paramètres agronomiques descriptifs des clones à l'essai mesurés à la récolte dans les parcelles de Gudo et Olivone. Moyenne des clones = moyenne de tous les clones d'un site sans distinction.

Groupe chimique	Rameaux						Hauteur bouquets (cm/sol)	Pousses axillaires				
	Nombre		Longueur moyenne (cm)		Longueur entre-nœuds (cm)			Hauteur (cm/sol)		Longueur moyenne (cm)		
	Gudo	Olivone	Gudo	Olivone	Gudo	Olivone	Gudo	Olivone	Gudo	Olivone	Gudo	Olivone
Moyenne des clones	1,7	1,4	43,3	49,5	1,7	1,8	39,5	46,5	33,0	41,3	21,3	27,8
Moyenne groupe 1	1,8	1,5	46,5	51,9	1,8	1,8	42,5	49,3	36,0	44,1	23,0	29,7
Moyenne groupe 2	1,3	1,2	48,5	52,2	2,0	2,0	44,6	48,4	36,9	42,8	25,3	27,8
Moyenne groupe 3	2,0	1,5	30,6	40,8	1,5	1,7	27,9	37,5	25,1	34,0	13,4	22,5
Moyenne groupe 4	1,7	1,4	44,5	49,8	1,7	1,7	40,2	46,9	31,7	41,3	23,7	28,4
Reynard	2,2	1,0	37,3	57,2	1,8	2,0	33,0	53,4	27,8	49,9	23,2	33,2

Olivone		Groupe chimique 4						Type espagnol		Type marocain et tunisien	
Min.	Max.	Gudo		Olivone				Min.	Max.	Min.	Max.
Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1,98	2,22	3,31	3,29	3,34	3,38	3,30	3,47				
28,41	29,21	29,57	29,07	30,07	31,16	30,04	32,28	18,00	26,00	9,00	14,00
5,77	6,40	2,66	2,49	2,82	2,87	2,78	2,96	8,00	12,00	2,50	6,00
1,26	1,52	1,71	1,53	1,88	1,88	1,75	2,01	2,00	6,00	4,00	9,00
3,76	4,05	2,08	2,05	2,11	1,92	1,90	1,94	1,50	5,00	1,00	2,00
4,03	4,05	3,21	3,13	3,28	3,00	2,95	3,04	2,50	5,00	1,50	4,00
0,37	0,40	0,53	0,47	0,59	0,49	0,47	0,51	1,00	2,20	0,80	2,50
9,46	9,71	20,68	20,18	21,17	21,68	21,60	21,76	16,00	25,00	38,00	55,00
10,32	10,95	3,30	3,12	3,47	2,83	2,79	2,87	13,00	21,00	5,00	15,00
8,77	10,83	17,26	16,63	17,89	15,63	15,11	16,14	0,70	2,50	0,4 max	
3,14	3,44	3,06	2,62	3,50	3,02	2,66	3,37	2,00	4,50	1,50	5,00
1,21	1,23	1,27	1,17	1,36	1,17	1,15	1,18	1,00	3,50	1,00	2,60
8,85	10,31	4,79	4,56	5,01	4,70	4,50	4,90	0,50	2,50	0,10	1,50

entre clones et sites, par exemple pour le témoin Reynard (tabl. 4); comparé à celui-ci, vingt-neuf clones à Gudo contre cinq à Olivone montrent une vigueur végétative supérieure. La comparaison des plantes en première année de plantation explique probablement la variation de ces paramètres entre les deux parcelles; en effet, la dynamique de croissance des plantes peut être influencée par divers facteurs, parmi lesquels le plus important est, justement, l'état physiologique de la jeune plante. Ces valeurs donnent quand même une première image de la potentialité productive des clones. Le clone 8 est le seul qui a montré un comportement similaire entre les deux sites, avec une longueur des rameaux de 59,1 cm à Olivone et de 56,2 cm à Gudo et, respectivement, une hauteur du bouquet de 54,8 cm et de 52,2 cm et enfin une longueur de la pousse axillaire de 50,8 cm et de 46,6 cm. Entre les groupes chimiques, seuls les clones du groupe 3 semblent montrer une plus faible vigueur, mais le nombre restreint d'individus ne permet pas une analyse précise (tabl. 4).

Productivité

Le nombre restreint de plantes par clone ne permet pas de donner des indications précises sur les rendements réels, mais, comme expliqué plus haut, il est important de les extrapoler pour évaluer des tendances de leur potentiel productif. Le rendement en matière sèche en première année de plantation montre, comme pour les autres paramètres analysés, une forte variabilité entre clones et sites (fig. 3). A Gudo, le rendement moyen des clones était de 11,9 kg/a, avec des variations allant de 2,47 kg/a pour le clone 35 à 21,23 kg/a pour le clone 14. Sur les 39 clones de Gudo, 64% ont fourni une production égale ou supérieure au témoin. A Olivone, le rendement moyen en matière sèche des clones a atteint 22,8 kg/a, avec des variations allant de 10,61 kg/a pour le clone 35 à 37,63 kg/a pour le clone 22, ce qui confirme la bonne vigueur des plantes dans cette parcelle. A Olivone toujours, 25% des clones ont donné une production égale ou supérieure au témoin. Seuls les n^{os} 14 et 17 ont fourni un rendement simi-

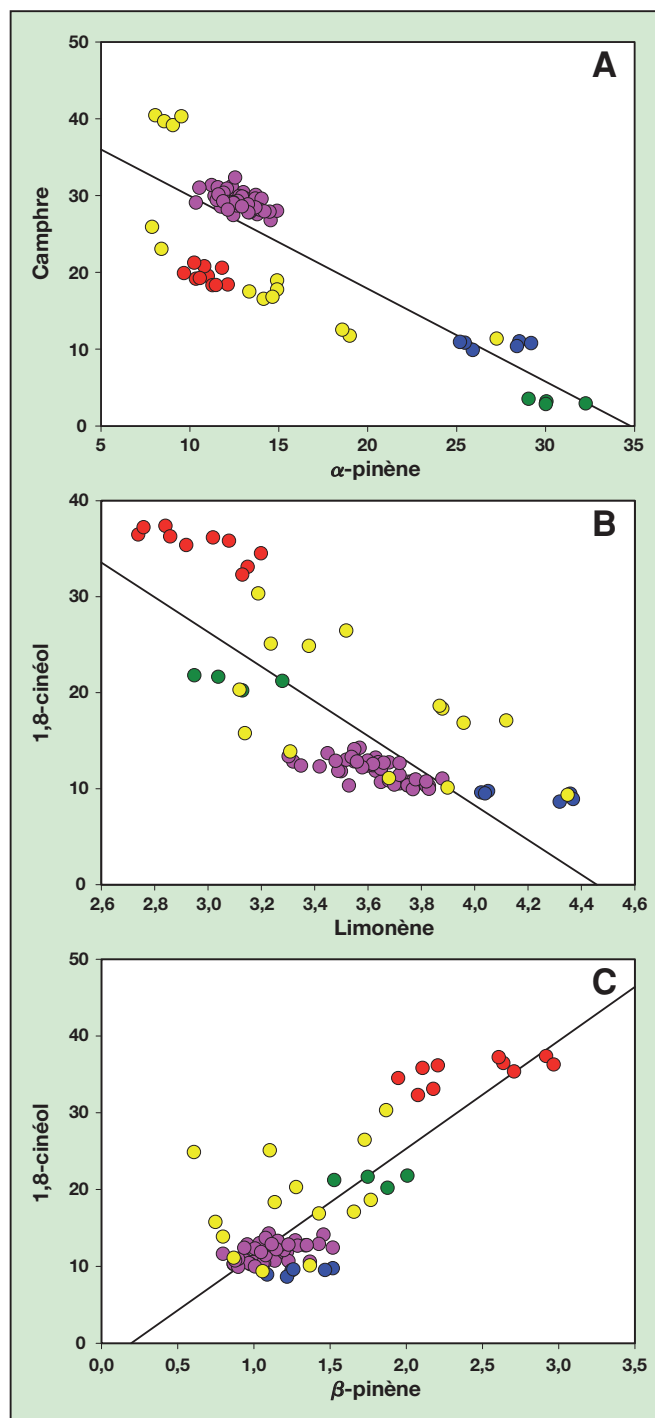


Fig. 2. Corrélations entre quelques composants des huiles essentielles, exprimés en teneur relative, en considérant tous les clones cultivés à Gudo et Olivone. 2A = α -pinène vs. camphor; 2B = limonène vs. 1,8-cinéol; 2C = β -pinène vs. 1,8-cinéol. Les couleurs des points distinguent les groupes chimiques: violet = groupe 1; rouge = groupe 2; bleu = groupe 3; vert = groupe 4; jaune = clones non classés.

laire et le clone 35 le plus faible (fig. 3). Le nombre limité d'individus des groupes chimiques 2 à 4 ne permet pas de tirer des conclusions sur les éventuelles différences de production entre groupes. Malgré une protection contre le gel, les plantes de la parcelle d'Olivone n'ont pas survécu à l'hiver 2003-2004 et seuls les résultats de la parcelle de Gudo peuvent être présentés en deuxième année (fig. 4). La variabilité entre clones caractérise aussi le rendement en deuxième année; celui-ci varie entre l'absence totale de production du clone 35, qui était déjà le plus faible en 2003 dans

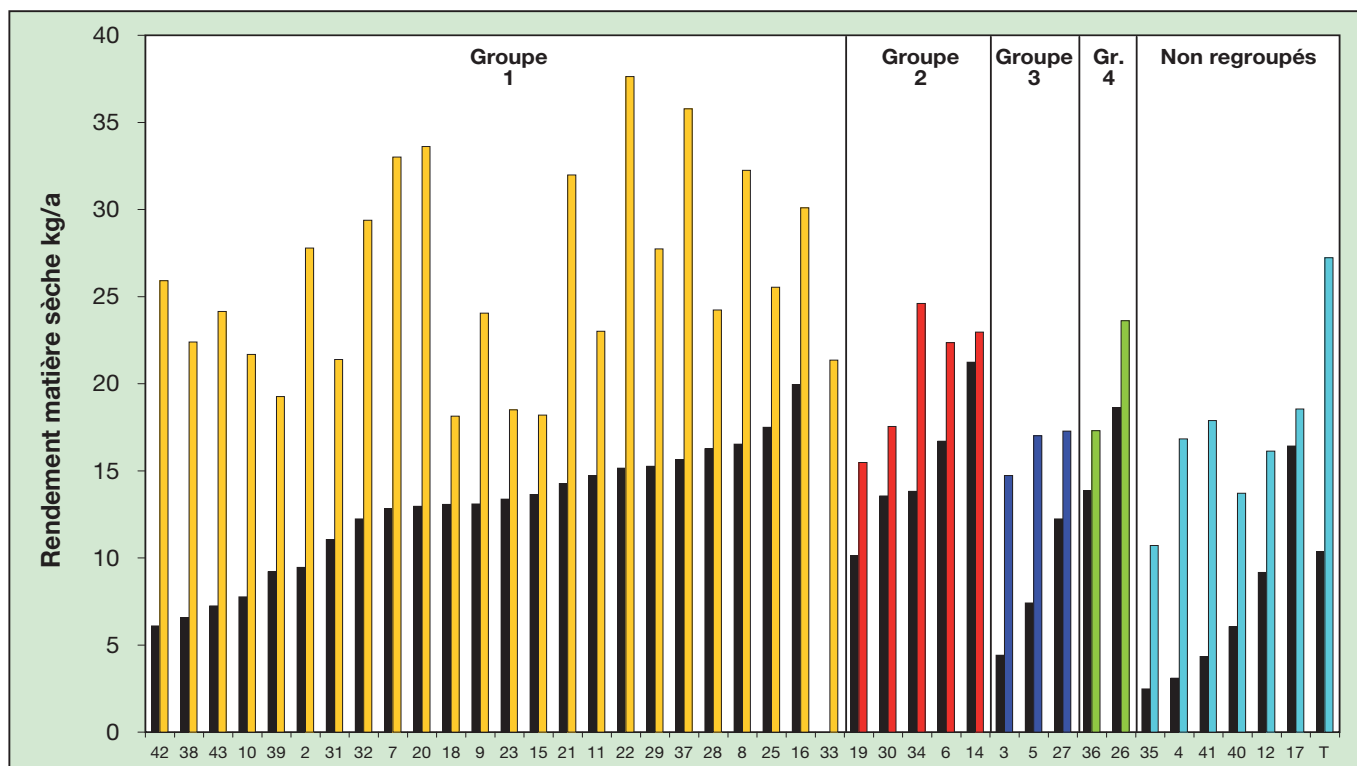


Fig. 3. Production de matière sèche en 2003 (première année) exprimée en kg/a des clones regroupés selon les groupes chimiques dans les parcelles de Gudo et Olivone. En couleur, la production de Olivone et en noir la production de Gudo. T = témoin Reynard.

les deux parcelles, et les 79,2 kg/ha de matière sèche du clone 16, qui confirme son comportement productif à Gudo l'année précédente (fig. 3). Le rendement en 2004 a augmenté en moyenne de 31,8 kg/a avec un mini-

mum de 4,1 kg/a pour le clone 3 et un maximum de 60,9 kg/a pour le clone 18. En 2004, 56% des clones ont eu une production supérieure au témoin Reynard, avec des écarts aussi très importants. Les clones 2, 3, 5, 4, 10, 12,

38, 40, 41 et 43, par leur faible vigueur, sont restés les moins productifs également en 2004, tandis que les meilleures prestations ont été réalisées par les clones 39, 18, 22, 29, 28, 25, 16, 30, 26 (fig. 4).

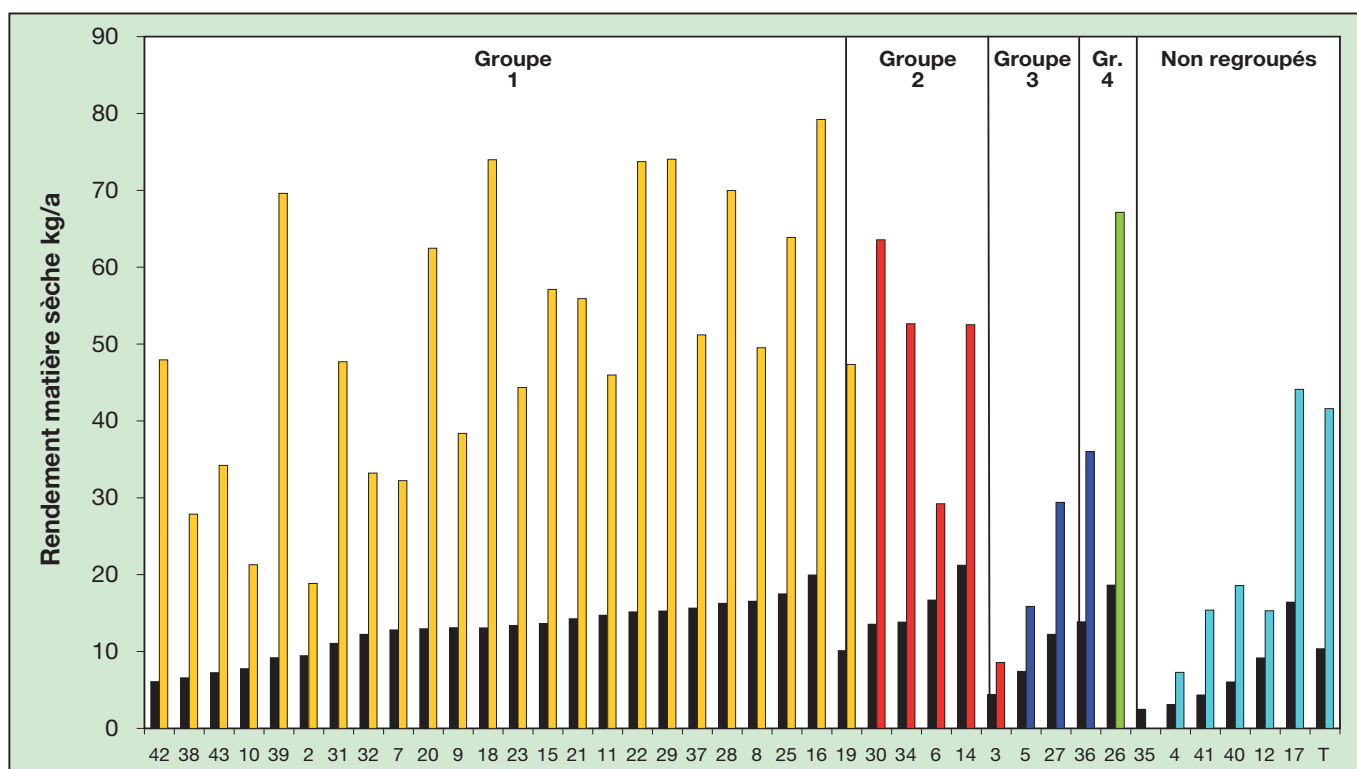


Fig. 4. Production de matière sèche en 2004 (2^e année) exprimée en kg/a des clones regroupés selon les groupes chimiques dans la parcelle de Gudo. En couleur, la production 2004 et en noir, la production 2003. T = témoin Reynard.

Conclusions

- ❑ Les clones tessinois récoltés dans les vallées ont montré une importante variabilité des résultats entre clones et lieux de culture.
- ❑ Tous les clones se caractérisent par une bonne teneur en huile essentielle. L'analyse de cette huile a permis de distinguer quatre groupes chimiques: un premier à camphène, un deuxième à 1,8-cinéol et β -pinène, un troisième à acétate de bornyle et limonène et un quatrième à α -pinène et verbénone.
- ❑ Aucun clone ne s'est montré tolérant au froid à 900 m d'altitude, malgré une protection hivernale et bien que la matériel végétal provenait de plantes-mères en zones climatiques limites pour l'espèce.
- ❑ Ce travail constitue une bonne base pour une recherche future de clones afin d'améliorer le choix variétal suisse.

Remerciements

Nos remerciements s'adressent aux collaborateurs du Centre des Fougères d'Agroscope Changins-Wädenswil et au personnel du laboratoire d'Olivone pour le support technique, ainsi qu'à Charles Rey pour tous les conseils et le soutien donnés pendant ce travail et à Catherine Baroffio pour la lecture critique du manuscrit.

Bibliographie

- Akhtar H., 1994. Essential oil plants and their cultivation. Central Institute of Medicinal and Aromatic Plants, 292 p.
- Anonyme, 2002. Pharmacopée européenne, pp. 1866-1867, 2527-2528.
- Bärtels A., 1997. Guide des Plantes du Bassin méditerranéen. Editions Ulmer.
- Bown D. & Hawthorne L., 1997. Plantes aromatiques et médicinales. Marabout, côté jardin, 48-50.
- Campanili E., 1998. Dizionario di fitoterapia e piante medicinali. Tecnica Nuove, 421-424.
- Catione P., Marotti M., Toderi G. & Tétényi P., 1986. Coltivazione delle piante medicinali e aromatische. Patron Editore, 399 p.
- Chevallier A., 1996. Encyclopédie des Plantes médicinales. Larousse, 336 p.
- Fiorenzuoli F., 2000. Le 100 erbe della salute. Tecniche Nuove, 196-197.
- Flamini G., Cioni P. L., Morelli I., Macchia M. & Ceccarini L., 2002. Main agronomic-productive characteristics of two ecotypes of *Rosmarinus officinalis* L. and chemical composition of their essential oils. *J. Agric. Food Chem.* **50**, 3512-3517.

Zusammenfassung

Rosmarinus officinalis L.: ein Vergleich von Tessiner Klone

In der Schweiz ist das Klima des Tessins am besten geeignet für den Anbau von Rosmarin (*Rosmarinus officinalis* L.). Das Ziel dieser Studie war es, Klone zu identifizieren und zu charakterisieren, die an die Tessiner Bedingungen angepasst sind. Von Mutterpflanzen älter als 15 Jahren und von einer Meereshöhe zwischen 250 und 1010 m wurden dreiundvierzig Klone gewonnen. Diese wurden je in einer Parzelle in Gudo (280 m) und Olivone (900 m) angepflanzt. Die agronomische Eignung, der Gehalt an ätherischen Ölen sowie dessen chemische Zusammensetzung wurden analysiert. Ihre agronomische Eignung wies eine grosse genetische Variabilität auf. Der durchschnittliche Gehalt an ätherischen Ölen in den beiden Parzellen war 1,98% respektive 2,3%. Die chemische Analyse erlaubte die Unterscheidung von vier Gruppen: 1) eine Gruppe von Camphen, 2) von 1,8-Cineol und β -Pinen, 3) von Bornylazetat und Limonen, 4) von α -Pinen und Verbenon. In Olivone widerstand keiner der Klone dem Winter.

Riassunto

Rosmarinus officinalis L.: confronto di cloni ticinesi

Il clima ticinese è il più adatto in Svizzera alla coltura del rosmarino (*Rosmarinus officinalis* L.). Lo scopo di questo studio è quello di identificare e caratterizzare i cloni più adattati alle condizioni ticinesi. Quarantatré cloni sono stati raccolti su piante madri d'età superiore ai 15 anni ed ad un'altitudine compresa tra i 250 e i 1010 m e coltivati in due parcelle a Gudo (280 m) ed a Olivone (900 m). Le attitudini agronomiche, il tenore in oli essenziali e la composizione chimica sono stati analizzati. Le loro prestazioni agronomiche hanno mostrato una grande variabilità genetica. Il tenore medio in oli essenziali nelle due parcelle è stato del 1,98% e del 2,3%. L'analisi ha permesso di distinguere quattro gruppi chimici: 1) gruppo a camphene, 2) a 1,8-cineol e β -pinene, 3) a acetato di bornyle e limonene, 4) a α -pinene e verbenone. Ad Olivone, nessun clone ha resistito al freddo invernale.

Summary

Rosmarinus officinalis L.: a comparison of Ticino clones

In Switzerland, the climate of Ticino is best suited for the cultivation of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). This study aimed to identify and to characterise clones adapted to the conditions of Ticino. Forty-three clones were collected from mother plants older than 15 years and from an altitude between 250 and 1010 m. Each clone was cultivated at two sites (Gudo, 280 m, and Olivone, 900 m). Agronomic aptitudes, contents of essential oils and their chemical composition were analysed. The agronomic aptitude of rosemary clones showed a high genetic variability. The two sites' mean content of essential oils was 1.98% and 2.3%, respectively. Chemical analysis distinguished four groups: 1) a group of camphene, 2) of 1,8-cineole and β -pinene, 3) of bornyl acetate and limonene, 4) of α -pinene and verbenone. None of the clones resisted winter at Olivone.

Key words: rosemary, essential oils, chemical composition, yield, agronomical performance.

Mc Vicar J., 2000. La passion des herbes. Editeur G. Saint-Jean, 256 p.

Marocke R., 1987. Influenza dell'altitudine sulle potenzialità delle piante medicinali e aromatiche. In: Atti Convegno sulla coltivazione delle piante officinali, comunicazioni della 2ª giornata in Economia Trentina 3, Trento, 19.12.

Mulas M., Francesciani A. H. D., Perinu B. & Del Vais E., 2002. Selection of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) cultivars to optimize biomass and yield. *J. Herbs Spices & Med. Plants*, **9**, 133-138.

Pedersen J. A., 2000. Distribution and taxonomic implications of some phenolics in the family *Lamiaceae* determined by ESR spectroscopy. *Biochemical Systematic and Ecology* **28**, 229-253.

Rey Ch., Carlen C., Carron C.-A., Cottagnoud A., Bruttin B., Schweizer N. & Sassella A., 2002.

Protection hivernale des plantes aromatiques cultivées en montagne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (6), 365-372.

Roccabruna L., 2003. Il rosmarino, un'aromatica per il palato e il benessere dell'organismo. *Vita in Campagna* **10**, 24-26.

Satta M., Tuberoso C. & Moretti M., 1997. Indagine preliminare su campioni di olio essenziale di *Rosmarinus officinalis* L. prodotti in Sardegna. *Riv. italiana EPPOS* **22**, 13-18.

Scartezzini F., 2001. Il tempo dei Rosmarini - Influenza dell'epoca di raccolta sul contenuto e la composizione dell'olio essenziale di due cloni di rosmarino (*Rosmarinus officinalis* L.) coltivati in Trentino. *Erboristeria domani* **10**, 42-46.

Spichiger R. E., Savolainen V., Figeat M. & Jeanmonod D., 2002. Botanique systématique des plantes à fleurs. *Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*, 2ª édition, 413 p.

Pépinières viticoles



FAVRE Daniel

Des plants de vignes soignés
pour vous satisfaire !

Ch. de LAPRA 17 1170 Aubonne

Tel. 021 808 72 27 Fax. 021 807 43 39 E-mail: favre.vitipep@bluewin.ch

BOUCHONS SCHLITTLER

FABRIQUE DE BOUCHONS ET DE LIÈGE AGGLOMÉRÉ

E. & H. Schlittler Frères SA
Autschachen 41
CH-8752 Naefels / GI
Tél. +41 (0)55 618 40 30
Fax +41 (0)55 618 40 37
info@swisscork.ch

- BOUCHONS EN LIÈGE
- CAPSULE À VIS VINIVIS
- BOUCHONS SYNTHÉTIQUES NOCORK-E
- BOUCHONS À TÊTE NOCORK SPIRIT®
- TIRE-BOUCHONS PULLPARROT

CONSULTEZ LE SITE
WWW.SWISSCORK.CH



Tracteur équipé de la machine à palisser ERO

LOEFFEL

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

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



VOTRE SPÉCIALISTE POUR:

- CUVES INOX 316
- TUYAUX À VIN
- MONTAGE DE RACCORDS
- PRODUITS ŒNOLOGIQUES
- VERRERIE DE LABORATOIRE



Nouveau dépositaire **MESSER** 
Messer Schweiz AG

Gaz alimentaires **GOURMET**

CHS CUÉNOUD SA

www.cuenoud.ch

TÉL. 021 799 11 07 – FAX 021 799 11 32



CCD SA IRRIGATION

- Goutte à goutte
- Micro-jet
- Aspersion
- Pompes
- Ferti-irrigation

Arboriculture

Viticulture

Cultures maraîchères

Petits fruits



ASSISTANCE TECHNIQUE

route cantonale - CH - 1906 Charrat
tél 027 746 33 03 - fax 027 746 33 11



Influence d'une couverture agrotextile sur le rendement et la qualité de trois plantes aromatiques

C.-A. CARRON, C. BAROFFIO et Ch. CARLEN, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de Conthey, 1964 Conthey

E-mail: claude-alain.carron@acw.admin.ch
Tél. (+41) 27 34 53 539.

Introduction

En agriculture, la protection physique des cultures par des toiles agrotexiles posées directement sur les plantes est un moyen de semi-forçage simple, économique et efficace. Ces bâches à plat, de différents types, couvrent plus de 111 000 ha dans le monde (Anonyme, 2005).

En Suisse, en zone de montagne, plusieurs producteurs de plantes aromatiques et médicinales (PAM) couvrent les cultures durant la période de végétation avec des voiles de polypropylène non tissés de type Agryl®. Cette pratique vise à améliorer le microclimat au niveau des plantes afin d'augmenter la production en matière sèche. Toutefois, l'influence d'une couverture agrotextile non tissée sur le rendement et la qualité des plantes aromatiques est encore peu connue. Une étude sur la culture du basilic (*Ocimum basilicum* L.) en zone de montagne suisse a montré l'intérêt de cette technique pour le rendement et la qualité de cette espèce condimentaire thermophile (Carron, 2004).

De 2004 à 2006, des essais avec et sans voiles agrotexiles (fig.1) ont été conduits par la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW chez des producteurs de PAM dans les vals de Bagnes et d'Entremont (VS) sur les trois espèces le plus fréquemment couvertes: la menthe poivrée (*Mentha × piperita* L.), la menthe bergamote (*Mentha citrata* Ehrh.) et la mélisse citronnelle (*Melissa officinalis* L.), afin d'évaluer l'effet de ces couvertures sur le rendement et la qualité de ces trois espèces.

Fig. 1. Vue générale des essais de mélisse et de menthe poivrée à Bruson en 2004, avec les variantes couvertes par des toiles agrotexiles.

Résumé

En zone de montagne, les toiles agrotexiles sont occasionnellement utilisées durant la période de croissance pour couvrir les cultures de plantes aromatiques et médicinales (PAM), principalement pour augmenter le rendement en matière sèche. De 2004 à 2006, des essais avec et sans couverture ont été effectués chez des producteurs sur la menthe poivrée, la menthe bergamote et la mélisse, pour étudier l'impact de cette pratique sur leur qualité et leur rendement en matière sèche. La formation du rendement, surtout au printemps et en début d'été, ainsi que la teneur en huile essentielle durant toute la saison ont généralement été favorisées par le microclimat créé sous la toile. Toutefois, l'importance de ces effets a fortement varié selon les espèces. Sous agrotextile, la menthe bergamote, thermophile, a surtout vu croître sa productivité en matière sèche, tandis que, chez la mélisse et la menthe poivrée, c'est la teneur en huile essentielle qui a sensiblement augmenté. Sur le plan qualitatif, la composition de l'huile essentielle de la menthe poivrée a été davantage modifiée par la couverture que celle des deux autres espèces.



Matériel et méthodes

Des cultures d'altitude (entre 800 et 1100 m) avec et sans couverture ont été suivies en 2004 et 2005 pour les deux espèces de menthes, et en 2004 et 2006 pour la mélisse (tabl.1). La surface couverte d'agrotexile de 17 g/m² était d'un are au minimum. En 2004, les toiles étaient ôtées le jour de la récolte et remplacées immédiatement après. En 2005, suite à l'observation des résultats de l'année précédente, les toiles ont été enlevées une semaine avant la récolte, principalement pour diminuer l'allongement des tiges durant cette période et ainsi améliorer le rapport feuilles/tiges. Les échantillons pour les mesures ont été prélevés chaque fois sur quatre répétitions de 2 m². Les récoltes ont été fauchées au Supercut 2000 NT™ (fig. 2). Les échantillons ont été séchés à 35 °C dans le séchoir expérimental du Centre des Fougères d'ACW, à Conthey (pompe à chaleur (PAC), structure du caisson en inox). L'huile essentielle a été titrée par hydrodistillation selon la Pharmacopée européenne. La composition de l'huile essentielle a été analysée par GC (chromatographie en phase gazeuse) au laboratoire ILIS à Bienne. Les paramètres de contrôle étaient la température et l'humidité relative sous couverture et à l'extérieur, enregistrées toutes les vingt minutes avec des sondes «datalogger HOT-DOG DH1», le nombre de récoltes annuelles, le rendement en matière fraîche et en matière sèche, le rapport entre la matière sèche et la matière fraîche, le pourcentage de feuilles (rapport feuilles/tiges), la teneur et la composition en huile essentielle, le rendement calculé d'huile essentielle/ha (matière sèche × % de feuilles × teneur en huile essentielle en %).

Caractéristiques de l'agrotexile

L'agrotexile utilisé dans ces essais est un voile de polypropylène non tissé de couleur blanche. Il s'agit d'un film mince, léger et souple de 17 g/m², stabilisé contre les UV (fig. 3), qui présente une bonne homogénéité et une forte porosité. Cette toile est per-



Fig. 2. Première récolte de la menthe poivrée à Brusson, en 2005, avec l'outil de récolte «Supercut NT» au premier plan et les sondes de température «datalogger Hotdog» (boîtes blanches) dans la parcelle.

Tableau 1. Description des parcelles expérimentales et dates de la pose de la couverture agrotexile.

Espèce, variété	Sites	Essai	Année de culture	Altitude (m)	Producteur	Pose de l'agrotexile
<i>Mentha × piperita</i> «541»	La Garde	2004	1 ^{re}	800	S. Rebord	25 avril
	Brusson	2004	3 ^e	1080	J.-L. Delarzes	26 avril
	Brusson	2005	3 ^e	1080	J.-L. Delarzes	2 mai
<i>Mentha citrata</i> «Camich»	Chamoille	2004	1 ^{re}	800	S. Rebord	25 avril
	Brusson	2005	3 ^e	1080	F. Maret	25 avril
<i>Melissa officinalis</i> «Landor» (2004) et «Lorelei» (2006)	La Garde	2004	2 ^e	800	S. Rebord	25 avril
	Brusson	2004	3 ^e	1080	J.-L. Delarzes	26 avril
	Brusson	2006	3 ^e	1080	J.-L. Delarzes	3 mai

méable à l'eau, mais freine l'évaporation. La condensation qui se forme sur les parois crée un microclimat favorable à la germination et à la croissance des plantes. La transmission du rayonnement solaire est élevée, notamment celle du rayonnement actif dans la photosynthèse. Le rayonnement infrarouge long est bloqué efficacement, ce qui provoque un effet de serre, surtout en présence de condensation sur les parois. Un voile neuf transmet 85-90% de la lumière. En cours de culture, cette transmission tend à diminuer à cause des projections de terre ou de la dégradation des fibres (El Attir, 2004).

Ce matériau largement répandu en culture maraîchère est distribué en Suisse sous diverses appellations commerciales (Agryl, Sivatex, Covertan, Novagryl, etc.).

Résultats et discussion

Effets sur le climat

En 2004 et en 2005, les températures et l'humidité relative sous couverture et à l'extérieur enregistrées toutes les vingt minutes ont permis d'interpréter les résultats avec finesse. Les mesures effec-

tuées à Brusson en 2004 (tabl. 2) montrent que la couverture agrotexile a fait augmenter la température de 2,6 °C en moyenne. Par contre, ce gain n'a pas été linéaire (tabl. 2; fig. 4 et 5) et a été influencé par plusieurs facteurs. Le bénéfice a été très important (plus de 3,4 °C) de mai à juillet lorsque les jours sont longs et l'angle du rayonnement solaire optimal. En revanche, en fin d'été, cet avantage a été moins important, voire négatif comme en août 2004 à Brusson (tabl. 2). Cela s'explique par la diminution saisonnière de la durée d'ensoleillement, par les salissures du matériau et les trous causés par le passage de bétail ou de gibier qui ont nui à l'effet de serre. L'augmentation de chaleur sous agrotexile a été nettement plus forte le jour que la nuit, en particulier lorsque le soleil se trouvait au zénith (fig. 4 et 5). Le volume de la végétation sous l'agrotexile a fortement pénalisé le rendement thermique. Les courbes de température des figures 4 et 5 illustrent bien ce changement de situation avant et après récolte.



Fig. 3. Pose de l'agrotexile sur une culture de mélisse à La Garde/Sembrancher en avril 2004.

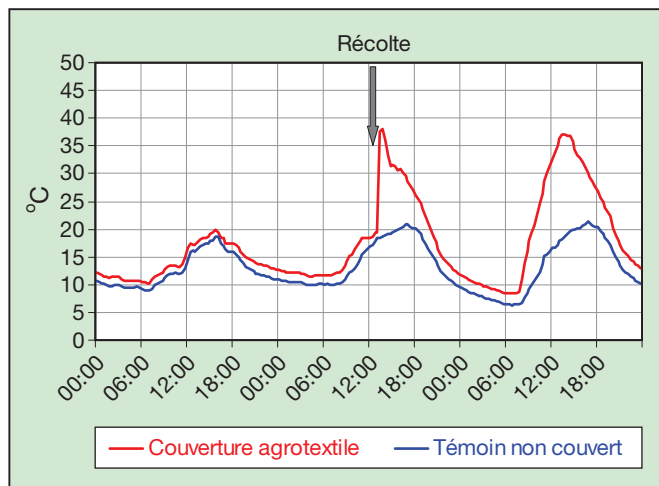


Fig. 4. Courbes de températures avec agrotexile (en rouge) et sans agrotexile (en bleu) enregistrées dans une culture de mélisse à Brusson du 27 au 29 mai en 2004; la récolte a eu lieu le 28 à 13 heures.

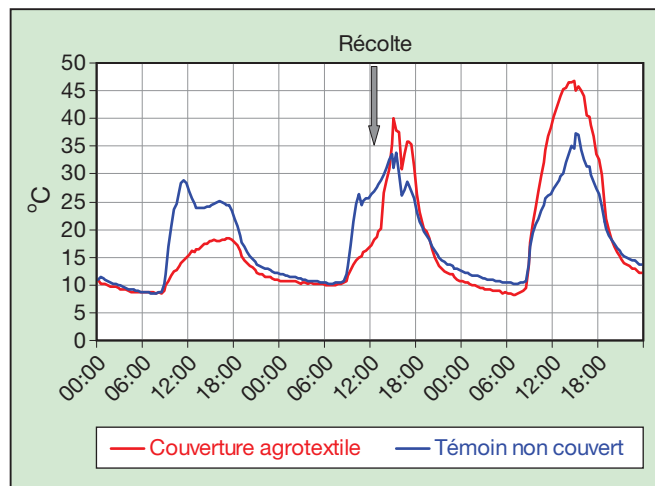


Fig. 5. Courbes de températures avec agrotexile (en rouge) et sans agrotexile (en bleu) enregistrées dans une culture de mélisse à Brusson du 1^{er} au 3 septembre en 2004; la récolte a eu lieu le 2 à 13 heures.

L'humidité relative est influencée par les mêmes paramètres. La figure 6 montre une séquence de cinq jours. Avant la récolte, le climat est complètement saturé d'humidité sous agrotexile. Après le fauchage, la situation change, avec un air sec durant les heures chaudes de l'après-midi et saturé d'eau pendant la nuit.

Action de protection physique

Outre la protection contre les aléas climatiques, les toiles agrotexiles forment une barrière physique, limitant parfois les dégâts directs et indirects (transmission de virus) de certains insectes (El Attir, 2004). Dans les PAM de la famille des lamiacées, les ravageurs les plus fréquents sont les cicadelles (*Eupteryx decemnotata* Rey, *Eupteryx atropunctata* Goeze et *Emelyanoviana mollicula* Boheman; Bouillant *et al.*, 2004). Dans nos essais, les populations et les dégâts de ces ravageurs n'ont pas varié entre les procédés.

Selon les cultivateurs, les couvertures ont encore l'avantage d'empêcher mécaniquement la dissémination des semences des adventices des prairies avoisinantes, principalement celles des pissenlits (*Taraxacum officinale* Weber). Cet aspect est difficile à évaluer économiquement du fait de la grande disparité dans l'entretien des parcelles par les praticiens. Sur les parcelles de l'essai, le temps de désherbage n'était pas diminué dans les variantes avec couverture. Les toiles ont certes limité la propagation de certaines espèces mais, d'un autre côté, le microclimat humide a favorisé la germination et le développement au stade juvénile d'autres espèces. De plus, la couverture des champs complique considérablement le sarclage mécanique.

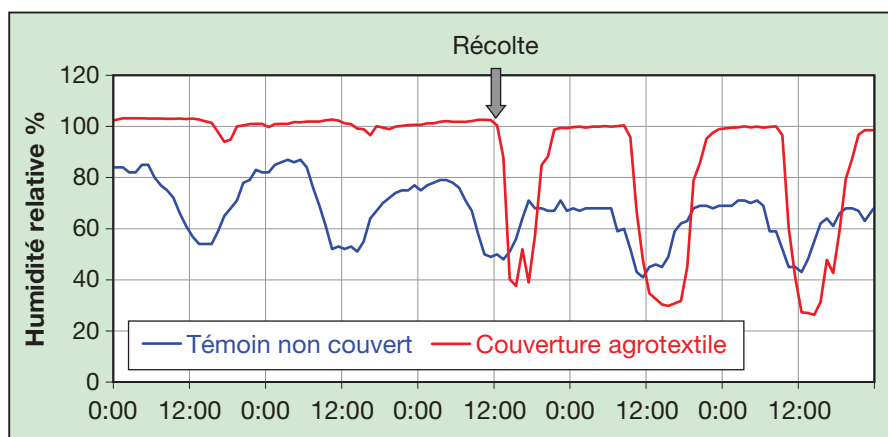


Fig. 6. Courbes d'humidité relative avec agrotexile (en rouge) et sans agrotexile (en bleu) enregistrées dans une culture de mélisse à Brusson du 31 août au 4 septembre en 2004; la récolte a eu lieu le 2 à 13 heures.

Tableau 2. Températures et humidité relative enregistrées dans une culture de mélisse à Brusson en 2004 durant la période végétative. Moyennes de la période de couverture totale, mensuelles, nocturnes et diurnes, ainsi que des dix jours précédant et suivant la récolte.

Période de contrôle	Température moyenne (°C)			Humidité relative (%)		
	Avec agrotexile	Sans agrotexile	Différence avec/sans	Avec agrotexile	Sans agrotexile	Différence avec/sans
Moyenne durant l'essai du 1 ^{er} mai au 30 septembre	17,51	14,89	2,62	88,88	68,07	20,81
Mai	15,83	11,69	4,14	92,54	65,41	27,13
Juin	19,64	15,97	3,67	94,40	65,50	28,90
Juillet	20,43	16,94	3,49	82,01	66,18	15,83
Août	16,83	17,77	-0,94	91,99	72,02	19,97
Septembre	16,94	14,92	2,02	83,15	70,91	12,24
Jour (9h-19h)	24,55	20,28	4,27	77,66	58,36	19,30
Nuit (21h-7h)	12,72	11,60	1,12	97,90	76,94	20,96
Végétation basse*	19,24	14,11	5,13	80,83	–	–
Végétation haute*	15,27	14,06	1,21	94,54	–	–

* = moyenne de dix jours avant et après la récolte.

Influence sur la menthe poivrée

La menthe poivrée (*Mentha × piperita* L.) compte une centaine de formes et de variétés. Le clone ukrainien «541» (fig. 7) cultivé en Suisse a été retenu pour sa haute productivité en matière sèche, sa richesse en huile essentielle et sa tolérance à la rouille (*Puccinia menthae* Pers.). Ce clone est également connu pour sa teneur moyenne en menthol (< 40%; Dachler et Pelzmann, 1999).

La croissance de la menthe poivrée sous agrotexile a été plus rapide, en particulier au départ de la végétation, d'avril à juin, ce qui a permis une récolte annuelle supplémentaire (quatre récoltes contre trois à l'extérieur). Par contre, la différence de production de matière sèche n'était pas significative, malgré une assez nette tendance favorable à la variante couverte en 2005 (1600 kg/ha supplémentaire; tabl. 3).

Sous agrotexile, la perte de poids au séchage était significativement plus importante en 2004, lorsque la toile était placée toute la saison. Elle était similaire entre les procédés en 2005, lorsque l'agrotexile a été ôté une semaine avant la récolte. Le taux de feuilles a été plus faible sous couverture, particulièrement en 2004 (tabl. 3). Physiologiquement, la rapidité de la croissance et la perte de lumière sous couverture ont entraîné la formation d'entre-nœuds plus longs, ce qui a pénalisé le rapport feuille/tige. Cet effet négatif est atténué par la récolte annuelle supplémentaire effectuée dans les variantes couvertes.

La teneur en huile essentielle a été meilleure avec une toile agrotexile, par contre la composition de cette huile a été modifiée. Le rapport menthone/menthol a différé entre les procédés (tabl. 4). Ce résultat est confirmé par la littérature. Des facteurs extrinsèques sont connus pour influencer la composition de l'huile es-

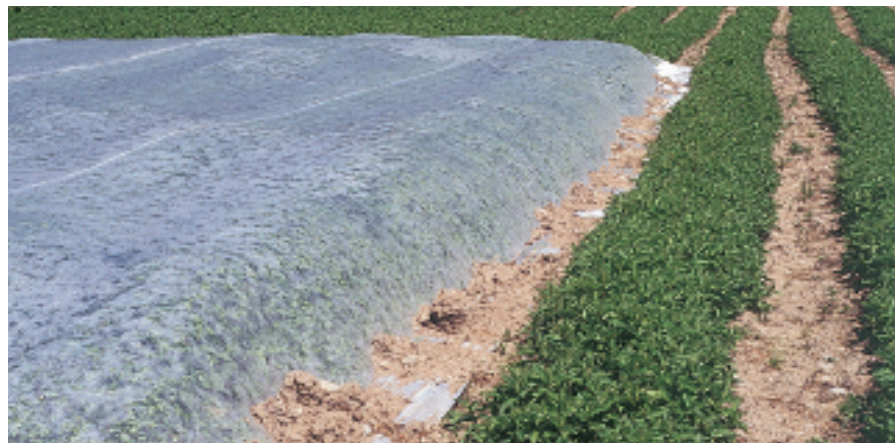


Fig. 7. Culture de menthe poivrée à Brusson au printemps 2004 avant la première récolte: la végétation est nettement plus développée sous la couverture agrotexile.

Tableau 3. Influence de la couverture agrotexile sur la menthe poivrée à Brusson en 2004 et 2005. Moyenne de quatre répétitions.

Paramètre	Essai 2004 Culture de 3 ^e année		Essai 2005 Culture de 3 ^e année	
	Avec agrotexile	Sans (témoin)	Avec agrotexile	Sans (témoin)
Nombre de récoltes	4	3	4	3
Matière sèche totale (kg/ha)	4229 ^{ns}	4388 ^{ns}	7850 ^{ns}	6182 ^{ns}
Poids sec/poids frais (%)	12,73 ^b	15,28 ^a	14,45 ^{ns}	16,58 ^{ns}
Taux de feuilles (%)	56,81 ^b	71,52 ^a	67,86 ^b	70,06 ^a
Huile essentielle (%)	3,63 ^a	2,71 ^b	3,29 ^a	2,65 ^b
Composition de l'huile essentielle	b	a	b	a
Production d'huile essentielle (l/ha)	87,01 ^{ns}	87,62 ^{ns}	175,66 ^a	114,80 ^b

*Des lettres différentes indiquent une différence significative entre les deux procédés par année (Tukey test).

Tableau 4. Teneur et composition de l'huile essentielle de la menthe poivrée avec et sans couverture agrotexile à Brusson en 2004.

Variante et récolte	Date de récolte	Huile essentielle (%)	Composition (%)					
			Limonène	Cinéol -1,8	Menthone	Menthol	Carvone	Acétate de menthyle
Agrotexile	1 ^{re} 24/05	2,94	5,86	2,64	57,1	17,5	2,59	1,07
	2 ^e 01/07	4,28	3,98	2,40	66,2	12,7	3,02	1,23
	3 ^e 18/08	4,06	3,19	2,54	67,4	11,9	2,99	0,89
	4 ^e 28/09	1,42	3,76	2,45	57,6	22,5	2,19	1,30
Témoin non couvert	1 ^{re} 28/05	2,51	6,77	3,07	45,7	24,5	2,02	2,81
	2 ^e 27/07	3,58	5,91	4,15	43,3	27,6	2,29	2,26
	3 ^e 28/09	1,97	4,14	3,02	38,3	36,1	2,23	4,89

entielle de la menthe poivrée: les nuits froides favorisent la formation du menthol, alors que les jours longs et les nuits tempérées sont bénéfiques à la teneur en huile essentielle (Bruneton, 1999). Ces résultats incitent à la prudence pour la production spécifique d'huile essentielle de menthe poivrée (norme ISO NF T 75-210). Avant de recommander la couverture agrotexile, il conviendrait de tester son influence sur un clone riche en menthol («Mitcham», par exemple) et de pratiquer des récoltes moins fréquentes (deux récoltes annuelles).

Effets sur la menthe bergamote

La menthe bergamote (*Mentha citrata* Ehrh.; fig. 8), appelée également menthe orangée, est une espèce moins fréquemment cultivée que sa cousine poivrée. Elle possède des propriétés apéritives et digestives. Son huile essentielle composée majoritairement de linalol (30-55%)



Fig. 8. La menthe bergamote (*Mentha citrata* Ehrh.), une espèce stérile ressemblant à la menthe aquatique dont elle est probablement issue.

possède une action antimicrobienne (Teuscher *et al.*, 2004). Cette espèce est sensiblement plus thermophile que la menthe poivrée. Les effets positifs d'une toile agrotextile sur son rendement en matière sèche ont été spectaculaires avec une récolte annuelle supplémentaire et surtout un gain de productivité de 79% en 2004 et de 60% en 2005 (tabl. 5).

Comme avec la menthe poivrée et pour les mêmes raisons, l'influence de la couverture sur la perte de poids au séchage a été plus importante en 2004 qu'en 2005. Le pourcentage de feuilles a été pénalisé par la couverture les deux années.

La teneur et la composition de l'huile essentielle n'ont pas été foncièrement modifiées par les procédés (tabl. 6).

Effets sur la mélisse citronnelle

En 2004, dans une culture en 3^e année, la mélisse a été récoltée à quatre reprises sous agrotextile contre trois dans le témoin non couvert. La productivité en matière sèche, le rapport poids sec/poids frais et le pourcentage de feuilles ont été comparables dans les deux procédés. Par contre, en 2006, avec une plantation à haute densité en 1^{re} année où les deux variantes ont été fauchées à deux reprises, la couverture a nettement amélioré la productivité en matière sèche. Le nombre et les dates de récoltes étant identiques, le rapport feuilles/tiges était moins bon sous couverture à cause de l'élongation des tiges (tabl. 7).

Pour la mélisse (*Melissa officinalis* L.), le marché exige une teneur en huile essentielle d'au moins 0,05%. Cette essence (jusqu'à 0,8% de la matière sèche; Wichtl et Anton, 2003) se compose majoritairement de trois aldéhydes monoterpéniques (jusqu'à 95%): le géraniol (citral a), le néral (citral b) et le citronellal. Ces principes citronnés lui confèrent son odeur caractéristique (Teuscher *et al.*, 2004). La somme de ces trois composés est à considérer comme un critère de qualité (Ivan Slacanin, comm. personnelle).

La production en huile essentielle a été fortement augmentée par le microclimat plus chaud sous agrotextile. La teneur totale en principes citronnés (citral + citronellal) a également été légèrement favorisée par ce procédé (tabl. 8). La proportion entre ces trois composés a aussi été influencée: le pourcentage en citronellal a été plus élevé dans les variantes non couvertes et celui en citrals a et b plus faible.

Tableau 5. Influence de la couverture agrotextile sur la menthe bergamote à Chamaille/Sembrancher en 2004 et à Bruson en 2005. Moyenne de quatre répétitions.

Paramètre	Essai 2004 Culture de 3 ^e année		Essai 2005 Culture de 2 ^e année	
	Avec agrotextile	Sans (témoin)	Avec agrotextile	Sans (témoin)
Nombre de récoltes.	3	2	3	2
Matière sèche totale (kg/ha)	6469 ^a	3606 ^b	6037 ^a	3775 ^b
Poids sec/poids frais (%)	13,60 ^b	20,42 ^a	14,61 ^{ns}	14,29 ^{ns}
Taux de feuilles (%)	61,63 ^b	65,87 ^a	62,33 ^b	72,19 ^a
Huile essentielle (%)	2,04 ^{ns}	2,13 ^{ns}	2,35 ^a	2,06 ^b
Composition de l'huile essentielle	ns	ns	ns	ns
Production d'huile essentielle (l/ha)	81,79 ^a	50,58 ^b	88,38 ^a	48,58 ^b

*Des lettres différentes indiquent une différence significative entre les deux procédés par année (Tukey test).

Tableau 6. Teneur et composition de l'huile essentielle de la menthe bergamote avec et sans couverture agrotextile à Chamaille/Sembrancher en 2004.

Variante et récolte	Date	Huile essentielle (%)	Composition de l'huile essentielle(%)							
			Cinéol 1,8	Linalol	α-terpinéol	Carvone	Linalyl acétate	Caryophyllène	Géraniol D	
Agrotextile	1 ^{re}	03/06	2,05	2,15	51,90	4,07	29,30	2,08	2,18	0,97
	2 ^e	27/07	2,44	1,75	54,90	4,14	26,70	2,10	2,37	1,01
	3 ^e	17/09	1,26	1,11	52,00	4,32	30,70	2,48	1,65	1,54
Témoin	1 ^{re}	01/07	2,24	2,53	50,00	4,96	26,80	2,47	2,46	1,21
	2 ^e	17/09	2,04	1,88	44,60	5,79	30,60	3,00	2,08	2,44

Tableau 7. Influence de la couverture agrotextile sur la mélisse citronnelle à Bruson en 2004 et 2006. Moyenne de quatre répétitions.

Paramètre	Essai 2004 Culture de 3 ^e année		Essai 2006 Culture de 1 ^{re} année	
	Avec agrotextile	Sans (témoin)	Avec agrotextile	Sans (témoin)
Nombre de récoltes	4	3	2	2
Matière sèche totale (kg/ha)	5068 ^{ns}	5417 ^{ns}	4770 ^a	3920 ^b
Poids sec/poids frais (%)	16,76 ^{ns}	16,95 ^{ns}	18,76 ^{ns}	19,31 ^{ns}
Taux de feuilles (%)	61,72 ^{ns}	61,77 ^{ns}	62,73 ^b	70,20 ^a
Huile essentielle (%)	0,34 ^a	0,15 ^b	0,48 ^a	0,18 ^b
Composition de l'huile essentielle	a	b	a	b
Production d'huile essentielle (l/ha)	10,73 ^a	4,92 ^b	14,19 ^a	5,09 ^b

*Des lettres différentes indiquent une différence significative entre les deux procédés par année (Tukey test).

Tableau 8. Teneur et composition de l'huile essentielle de la mélisse citronnelle avec et sans couverture agrotextile à Bruson en 2006.

Variante et récolte	Date de récolte	Huile essentielle (%)	Composition de l'huile essentielle (%)						
			Principes citronnés			Géranyl acétate	β-caryophyllène	Caryophyllène oxyde	
			Citronellal	Néral	Géraniol				
Agrotextile	1 ^{re}	28/05	0,06	2,06	29,2	39,7	1,82	1,38	11,80
	2 ^e	08/07	0,50	1,24	37,0	48,2	0,92	2,75	3,52
	3 ^e	02/09	0,40	3,24	36,5	47,9	0,81	2,35	0,92
	4 ^e	28/09	0,12	0,79	31,5	44,2	2,88	2,11	1,34
Témoin non couvert	1 ^{re}	11/06	0,07	9,46	—	10,8	—	—	79,70
	2 ^e	05/08	0,24	4,43	25,6	36,0	1,12	6,13	9,83
	3 ^e	28/09	0,10	15,00	26,0	38,1	2,42	2,84	1,44

Conclusions

- ❑ Le microclimat généré par une toile agrotexile a surtout été bénéfique à la croissance des plantes et à la formation du rendement au printemps et en début d'été.
- ❑ L'importance de ces effets sur le rendement en matière sèche et la qualité diffère pour chaque espèce étudiée.
- ❑ Pour la menthe poivrée, la couverture agrotexile n'a pas influencé significativement le rendement en matière sèche, malgré une récolte annuelle supplémentaire. Elle a favorisé la teneur en huile essentielle, mais également modifié sa composition (le rapport menthone/menthol).
- ❑ Pour la menthe bergamote, la production de matière sèche a fortement augmenté grâce au gain de chaleur apporté par la toile.
- ❑ Pour la mélisse, la couverture a entraîné une nette élévation de la teneur en huile essentielle, de même qu'un gain significatif de productivité en matière sèche en 2006.

Remerciements

Nous remercions cordialement les producteurs Jean-Luc Delarzes, Stéphane Rebord et François Maret pour la mise à disposition des parcelles d'essais et leur collaboration, Bénédicte Brutin pour le titrage des huiles essentielles et Ivan Slacanin (Laboratoire Ilis à Bienne) pour les analyses GC. Un merci particulier à Sarah Bouillant pour son appui et ses corrections, à Isabelle Aviolat et à Mauro Jermini pour les traductions du résumé.

Bibliographie

- Anonyme, 2005. Comité des Plastiques en Agriculture-CPA. Adresse: <http://www.plastiques-agriculture.com/cpa5> [2 octobre 2007].
- Bouillant S., Mittaz C., Cottagnoud A., Branco N. & Carlen Ch., 2004. Premier inventaire des populations de ravageurs et auxiliaires sur les plantes aromatiques et médicinales de la famille des *Lamiaceae*. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **36** (2), 113-119.
- Bruneton J., 1999. Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales (3^e édition). TEC&DOC, Paris, 1120 p.
- Carron C.-A., 2004. Essai de variétés de basilic en montagne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **36** (1), 51-55.

Zusammenfassung

Einfluss von Agrotexilabdeckungen auf den Ertrag und die Qualität von drei Gewürzpflanzen

Im Schweizer Berggebiet werden gelegentlich Kulturen von Heil- und Gewürzpflanzen während der Vegetationsperiode mit Agrotexilien abgedeckt, um deren Ertrag zu steigern. Um die Auswirkung dieser Anbautechnik auf die Qualität und den Ertrag von Kräutern beurteilen zu können, wurden von 2004-2006 Versuche mit Pfefferminze, Orangenminze und Melisse mit und ohne Agrotexilabdeckung durchgeführt. Die Resultate mit den drei Arten zeigten, dass im generellen die Abdeckung mit Agrotexilien während der Vegetationsperiode für die Ertragsbildung, vor allem im Frühjahr und Frühsommer, sowie für den Gehalt an ätherischen Ölen von Vorteil sind. Die Bedeutung dieser Abdeckung war bei den drei untersuchten Arten aber unterschiedlich. Mit der Abdeckungen konnte die Orangenminze, eine thermophile Art, die Trockensubstanz-erträge stark steigern. Bei Melisse und Pfefferminze wurde insbesondere der Gehalt an ätherischem Öl gefördert. Dagegen wurde bei der Pfefferminze die Zusammensetzung des ätherischen Öls durch die Abdeckung mehr verändert als bei den anderen Arten.

Summary

Influence of agrotexile cover on the yield and the quality of three species of aromatic plants

Agrotexiles fabrics are occasionally used in mountain areas during growing period to cover the cultures of aromatic plants, mainly for increasing dry matter yield. From 2004 to 2006, tests with and without cover were carried out in producers fields on peppermint, bergamot mint and melissa to study the impact of this process on quality and dry matter yield. Yield as well as essential oil content were generally improved by the microclimate generated under the fabric, especially in spring and at the beginning of summer. However the effects strongly varied from one species to another. Bergamot mint, as thermophilic species, especially gained in dry matter yield, whereas melissa and peppermint essential oil contents sensibly increased. The composition of peppermint essential oil was qualitatively more influenced by the cover than this of the two other species.

Key words: agrotexile, peppermint, bergamote, melissa, dry matter, essential oil.

Riassunto

Influsso di una copertura agro-tessile sulla resa e la qualità di tre specie di piante officinali

Nelle zone di montagna, i teli agro-tessili sono occasionalmente utilizzati, durante il periodo di crescita, per coprire le colture di piante aromatiche con lo scopo di aumentare principalmente la resa in materia secca. Dal 2004 al 2006, delle prove con e senza copertura sono state eseguite presso dei produttori di menta piperita e bergamotta e di melissa per studiarne l'impatto sulla qualità e la resa in materia secca. In generale, la formazione della produzione, soprattutto in primavera e ad inizio estate, così come il tenore in oli essenziali durante tutta la stagione sono stati favoriti dal microclima creatosi sotto il telo. Tuttavia, l'importanza degli effetti è fortemente variabile a seconda della specie. Sotto la copertura, la menta bergamotto, termofila, ha soprattutto visto crescere la sua produttività in materia secca. Al contrario, nella melissa e la menta piperita, è il tenore in oli essenziali che è sensibilmente aumentato. La copertura ha inoltre modificato la composizione qualitativa dell'olio essenziale della menta piperita rispetto alle altre due specie.

- Dachler M. & Pelzmann H., 1999. Arznei- und Gewürzpflanzen: Anbau, Ernte, Aufbereitung. Österreichischer Agrarverlag, Wien, 353 p.
- El Attir H., 2004. La bache à plat. *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNITA, Transfert de technologie en Agriculture* **120**, 4 p.

- Teuscher E., Anton R. & Lobstein A., 2005. Plantes aromatiques. TEC&DOC, Paris, 522 p.
- Wichtl M. & Anton R., 2003. Plantes thérapeutiques (2^e édition française). TEC&DOC, Paris, 692 p.



**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



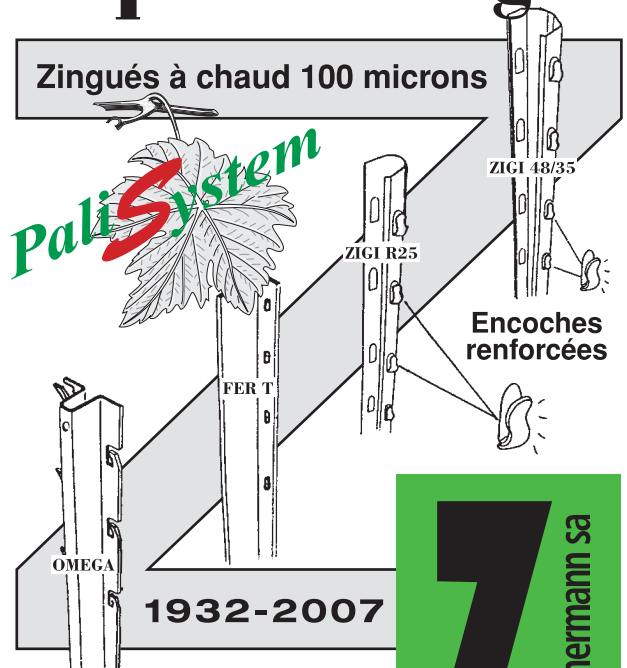
Sélection Valais



Piquets de vigne

Zingués à chaud 100 microns

PaliSystem



1268 BEGNINS
Tél. 022 366 13 17
Fax 022 366 32 53
www.zimmermannsa.ch



Bouchons

Capsules de surbouchage

Capsules à vis · Bouchons couronne

Bondes silicone · Barriques · Fûts de chêne

Supports porte-barriques · Tire-bouchons *Pulltop's*

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

DREIER OENOTECH SA
Machines vinicoles - Kellereimaschinen

(successeur du dpt. vinicole de la société Karl Streuli AG)

Votre spécialiste pour vos installations vinicoles

Cuves

Moeschle



- Cuves rectangulaires et cylindriques
- Standard ou sur mesure
- Cuves de stockage
- Cuves de vinification
- Cuves autopigeage
- Matériel aisi 316L - Din 1.4404
- Procédé de surface III D

DREIER OENOTECH SA
Machines vinicoles - Kellereimaschinen

Champ de la Vigne 4 1470 Estavayer-le-Lac

Tél. 026 664 00 70 - Fax 026 664 00 71 - E-mail: dreier@dreieroenotech.ch - www.dreieroenotech.ch



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**

pulvé suisse

**Désherbage plus
écologique**

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



appareils portables
modèles brouette
systèmes pour tracteurs

la turbine Mantis

Pulvésuisse GmbH
Geenstrasse 18
8330 Pfäffikon ZH
044 950 08 54
079 832 21 02
www.pulvesuisse.ch



Martin Auer Pépinières Viticoles 8215 Hallau

Tél. 052 681 26 27
www.rebschulen.ch

Fax 052 681 45 63
auer@rebschulen.ch



Assortiment complet:

Variétés, clones, porte-greffes (33, 42, 50cm), raisins de table.
Demandez notre brochure en couleur sur les variétés.

C'est le bon moment pour votre choix !

Service de plantation à la machine.

VOTRE PARTENAIRE INDISPENSABLE

CHAILLOT SA

Chaillot

CONDITIONNEMENT & EMBALLAGE
KELLEREIBEDARF

ZI au Glapin 10 • 1162 Saint-Prex

Tél. +41 21 823 2000 • Fax +41 21 823 2001

Rte de la Drague 14 • 1950 Sion

Tél. +41 27 323 67 21 • Fax +41 27 323 67 22

E-mail: info@chaillot.ch

www.chaillot.ch

Incidence de la durée de séchage des merrains sur la qualité des fûts et des vins

J. AUER, A. RAWYLER et N. DUMONT-BEBOUX, Ecole d'ingénieurs de Changins, 1260 Nyon

@ E-mail: andre.rawyler@eichangins.vd.ch
Tél. (+41) 22 36 34 050.

Résumé

Le séchage a pour but principal d'abaisser l'hygrométrie des merrains à des valeurs comprises entre 14 et 18% d'humidité relative, qui assurent de bonnes propriétés des bois lors de la construction des fûts. Ces teneurs sont obtenues après une exposition des merrains à l'air libre, pouvant durer plusieurs années selon l'épaisseur des merrains, la température, l'hygrométrie et la pluviométrie du site de séchage. Une durée de séchage insuffisante peut altérer les qualités aromatiques du bois et donc du vin. Les merrains sont, d'une manière générale, moins riches en composés aromatiques et peuvent, de plus, contenir encore des polyphénols responsables de caractères amers et desséchants des vins. Afin d'optimiser tous les paramètres de construction des fûts, l'incidence des durées de séchage sur la qualité des vins a été examinée dans un site de Suisse centrale.



Introduction

De par sa position médiane dans la séquence des opérations menant à la construction des fûts de chêne (fig.1), le séchage des merrains (fig.1B) constitue une phase capitale, mais difficilement cernable. En amont du séchage (fig.1A), les opérations forestières – sélection de l'arbre sur pied, abattage, écorçage, débitage, fendage ou sciage – se concluent par la fabrication des merrains qui seront livrés au tonnelier. En aval (fig.1C), les opérations de tonnellerie – façonnage des merrains, construction, cintrage et bousinage – vont aboutir au fût, produit final de cette longue chaîne de transformation et de valorisation du bois de chêne (Auer *et al.*, 2004). L'importance des facteurs antécédents tels que l'origine géographique, l'espèce botanique

et surtout l'effet arbre a déjà été démontrée dans la contribution aromatique endogène des bois aux vins (Auer *et al.*, 2006; Auer *et al.*, 2007; Horisberger, 2006). De même, le rôle essentiel de la chauffe de bousinage sur le profil aromatique empyreumatique a été décrit (Rawyler *et al.*, 2006). Comment, dans ces conditions, déterminer la part *spécifique* du séchage dans le profil aromatique des xylovolatils présents dans le vin? Formellement, la réponse à cette question exigerait de supprimer complètement la variabilité associée aux étapes antérieures (fig.1A) et postérieures (fig.1C). De plus, toutes les vinifications individuelles en fût devraient se dérouler de manière identique pour l'ensemble de leurs caractéristiques physico-chimiques. De telles exigences sont parfaitement irréalistes.

Cette difficulté a été partiellement contournée en minimisant l'influence des étapes antérieures (fig.1A) et postérieures (fig.1C) sur le séchage (fig.1B). Les recherches ont porté sur trois millésimes, dont les vins élevés en fût ont été étudiés par analyse chimique et leur qualité évaluée par analyse sensorielle. Quelques résultats tirés du projet «Grands crus suisses: élevage des vins du terroir en fûts de chêne indigène» mené par l'Ecole d'ingénieurs de Changins entre 2001 et 2005 sont présentés ici. Ils montrent que, en dépit des limitations citées plus haut, la durée de séchage des merrains, associée aux conditions climatiques du site de séchage, semble pouvoir influencer les teneurs en xylovolatils et les qualités organoleptiques des vins élevés en fût de chêne.

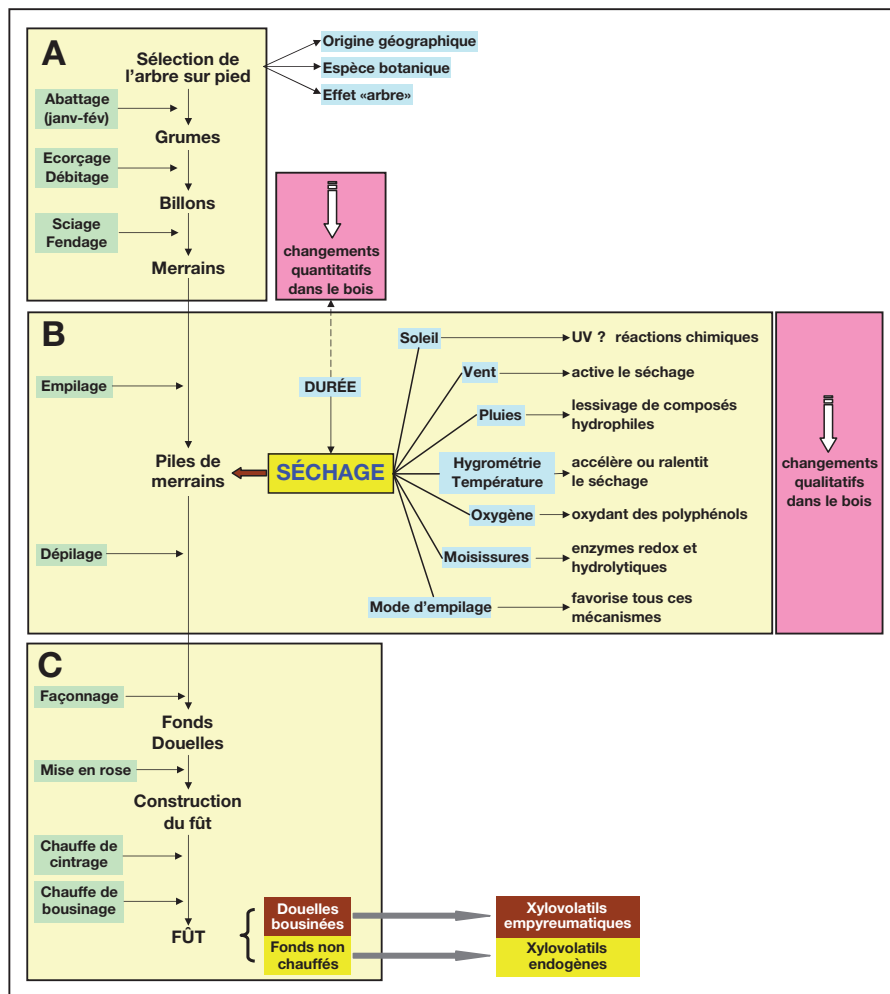


Fig. 1. Place du séchage des merrains (B) entre les opérations de foresterie, de scierie (A) et de tonnellerie (C). Influence des différents facteurs naturels et techniques dans la séquence de l'arbre au fût. Les fonds sont l'unique partie du fût à être influencée seulement par des facteurs naturels.

Matériel et méthodes

Données météorologiques et climatiques

Les informations concernant le site de séchage de Küssnacht am Rigi (température de l'air, précipitations, humidité relative, vitesse et rose des vents) ont été fournies par MétéoSuisse.

Sélection des chênes

Les chênes (origine/canton - espèce) ont été abattus en 2000 (Pampigny/VD - pédonculé, Bussigny/VD - sessile et Grancy/VD - sessile), en 2001 (Arrufens/VD - sessile, Bussigny/VD - sessile et Grancy/VD - pédonculé) et en 2002 (Büren/BE - sessile, Bonfol/JU - sessile et Galm/FR - sessile).

Construction des fûts

Pour chaque essai comparatif, des couples de fûts ont été construits à partir de chênes d'une même origine et d'espèce botanique identique, abattus à la même période de la

même année, dans la même zone de coupe. Afin d'augmenter l'homogénéité des bois entre fûts, chaque fût a été construit avec des proportions égales de douelles issues de plusieurs arbres d'une même zone de coupe. Chaque couple de fûts a été construit avec des merrains séchés pendant 23 et 28 mois.

Chauffe des fûts

La chauffe de bousinage des fûts a été effectuée selon les critères de reproductibilité décrits par Rawyler *et al.* (2006). Pour les fûts construits en 2003 et 2004, l'énergie thermique transmise au fût lors de la chauffe de bousinage a été calculée à l'aide du modèle BFC (Rawyler *et al.*, 2006). Ces valeurs sont respectivement de 9274 ± 793 kJ (55 min de chauffe) et 7770 ± 637 kJ (45 min de chauffe). La puissance thermique absorbée par fût au cours de ces chauffes est de 2844 ± 230 W (coefficient de variation = 8,1%).

Vinification

Les vinifications expérimentales des cépages Chardonnay et Pinot noir ont été réalisées au cours des millésimes 2002, 2003 et 2004

dans trois caves de Suisse romande (GE, NE, VD). Chacune des caves a testé six fûts (contenant le même moût ou vin), dont trois construits avec des merrains séchés durant 23 mois et trois autres avec des merrains séchés durant 28 mois à l'air libre.

Le protocole de vinification, commun à toutes les caves, consistait à entonner les moûts de Chardonnay après débouillage et avant fermentation alcoolique et les vins de Pinot noir après fermentation alcoolique. Les blancs ont été bâtonnés régulièrement (une à deux fois par semaine jusqu'à après fermentation malolactique, puis une fois par semaine durant au minimum six mois). Aucun traitement ou collage n'a été effectué en cours d'élevage. La mise sous verre, après onze mois d'élevage sous bois, a été réalisée par soutirage direct du fût, sans filtration ni traitement.

Approche expérimentale

Les essais de séchage ont été réalisés de manière à minimiser l'influence des étapes antérieures et postérieures (fig.1A-1C) sur le séchage des merrains (fig.1B) et, d'autre part, à obtenir par une vinification standardisée des vins aussi identiques que possible, malgré les inévitables différences de matière première entre les caves. Les durées de séchage à l'air libre de 23 et 28 mois ont été choisies en fonction des conditions climatiques du site de séchage de notre partenaire tonnelier, en tenant compte du début des périodes de séchage des merrains et des dates de construction des fûts. La période additionnelle de séchage s'est toujours déroulée entre le printemps et l'été.

Analyse sensorielle

Un panel d'experts a examiné les vins en cours d'élevage et après mise sous verre. L'analyse sensorielle comprenait un test triangulaire, une épreuve descriptive et un classement par rang. L'analyse descriptive comprenait dix critères généraux et vingt-quatre descripteurs détaillés (olfactifs et gustatifs), ciblés sur le profil sensoriel boisé des vins. Les vins ont été analysés individuellement et les informations saisies à l'aide du système FIZZ DATA. L'analyse statistique du test triangulaire, de l'épreuve descriptive et du classement des vins a été faite à l'aide du test de Friedmann.

Analyses chimiques

Les méthodes utilisées sont celles décrites par Rawyler *et al.* (2006).

Résultats et discussion

Pour mieux comprendre les résultats expérimentaux et les situer dans leur véritable contexte, il est utile de faire d'abord un bref point sur le séchage, en répondant à deux questions fondamentales (voir encadré).

Pourquoi sécher les merrains?

Traditionnellement, les merrains sont séchés avant tout pour satisfaire aux exigences de la construction et des chauffeuses subséquentes des fûts. Le merrain fraîchement débité contient 35-60% d'humidité relative. En séchant, le bois diminue de volume et constitue alors un matériau stable, équilibré avec l'humidité ambiante, de dimensions constantes et donc propre à éviter des fuites de liquide (Vivas *et al.*, 2000). L'humidité finale recherchée se situe entre 14 et 18%, afin de conserver au bois une certaine plasticité qui le rende apte à être thermoformé au cours de l'opération de cintrage sans que les douelles risquent de se casser ou de se fissurer, ou encore que les fibres se décollent.

Un simple séchage du bois en étuve ne suffit pas à fournir des fûts aptes à l'élevage des vins. En effet, de par sa rapidité, le séchage artificiel n'affecte que la teneur en eau du bois, sans diminuer la teneur en polyphénols hydrosolubles (Chatonnet, 1991; Hueso, 2002), parmi lesquels des ellagitannins (astringents) et des hétérosides de coumarines (amers). La qualité des bois artificiellement déshydratés n'est donc pas satisfaisante du point de vue œnologique. D'autres procédés, non décrits ici, combinent séchage naturel et accéléré, surtout dans un souci de diminution des coûts.

Que se passe-t-il au cours du séchage?

Depuis longtemps, il est admis qu'à l'air libre, le séchage progresse d'environ 1 cm sur chaque face au cours de la première année, puis de 0,5 cm environ les années suivantes. Un merrain de 4 cm d'épaisseur, comme ceux qu'utilise notre partenaire tonnelier, devrait donc achever de

sécher en trois ans, durée maximale généralement accordée à cette opération. En réalité, douze mois suffisent généralement à sécher un merrain de chêne de 4-5 cm d'épaisseur (Lasnier, 2005). Les conditions climatiques (ensoleillement, pluies, degré hygrométrique, température, régime des vents) ainsi que le mode d'empilage des merrains modulent évidemment le séchage (fig. 1B). Le bois change d'aspect, sa couleur devient grisâtre et il se fendille en surface. Sa composition chimique et son profil aromatique se modifient profondément, en particulier dans les zones superficielles. Les ellagitannins diminuent par dégradation enzymatique, oxydation et lessivage (Chatonnet *et al.*, 1994a; Vivas *et al.*, 2000). La perte d'une partie de la fraction hydrosoluble entraîne une diminution de l'infradensité du bois, plus marquée chez le chêne pédonculé que chez le chêne sessile, et peut augmenter la porosité du bois (Feuillat *et al.*, 1993; Vivas, 1997). Les rayons ultraviolets, l'oxygène et les moisissures (*Aureobasidium pullulans*, *Trichoderma sp.*; Vivas *et al.*, 2000) favorisent des réactions d'oxydation et d'hydrolyse dans les couches extérieures, augmentant ainsi la teneur en composés phénoliques (eugénol, isoeugénol, vanilline) et en méthylolactones très aromatiques (Chatonnet *et al.*, 1994b; Chatonnet, 1995; Vivas *et al.*, 1997).

Le séchage naturel, qui combine déshydratation et affinage des merrains de chêne, a donc un triple but, mécanique, œnologique et organoleptique. Le premier consiste à fournir un matériau de construction de qualité; le deuxième permet d'augmenter la porosité du bois et les échanges gazeux dont bénéficiera le vin; le troisième contribue à diminuer certains traits indésirables du bois tout en favorisant les éléments aromatiques recherchés.

Caractéristiques climatiques du site de séchage

Le site de Küssnacht am Rigi (SZ) est tempéré, moyennement pluvieux, humide et faiblement venté (tabl.1), principalement à partir de l'ouest, puis du nord et du sud, mais pas de l'est. Les caractéristiques climatiques de la station de Lucerne (bien corrélée au site) au cours des trois périodes de séchage frappent par leur remarquable stabilité (fig. 2 et tabl. 2). Les températures minima et maxima oscillent entre $-9,1 \pm 2,0$ °C et $26,6 \pm 1,1$ °C, pour une moyenne de $10,2 \pm 7,4$ °C. L'humidité relative varie entre $44,1 \pm 0,7\%$ à $98,1 \pm 1,7\%$, pour une moyenne de $77,3 \pm 11,1\%$. Enfin, la capacité évaporative de l'air, qui exprime la masse d'eau qu'un flux d'air, à humidité relative et température données, peut absorber jusqu'à saturation, est très faible

Fig. 2. Précipitations mensuelles sur le site de la tonnellerie (●). Les 3 groupes de merrains (1, 2, 3) ont été séchés pendant 23 mois (→) et 28 mois (→). Les flèches représentent la durée des périodes de séchage. La construction des fûts intervient immédiatement après.

Tableau 1. Conditions climatiques (valeurs annuelles) de la région de Küssnacht am Rigi pour la période 2000-2005, par rapport aux normes locales et aux moyennes suisses (données MétéoSuisse).

	Température de l'air (°C)	Précipitations (mm)	Humidité relative (%)	Vitesse du vent (m/s)
Küssnacht am Rigi	$9,8 \pm 1,1$ (a)	1330 ± 227 (a)	$76,7 \pm 2,1$ (a)	–
Norme locale	8,8 (b)	1239 (b)	77,9 (b)	1,4 (c)
Moyenne suisse	$6,0 \pm 3,8$	1272 ± 348	$75,8 \pm 4,0$	$2,8 \pm 1,7$

(a) Valeurs au cours de la période de réalisation du projet (de 2000 à 2006); (b) Norme 1961-1990; (c) norme 1981-2000.

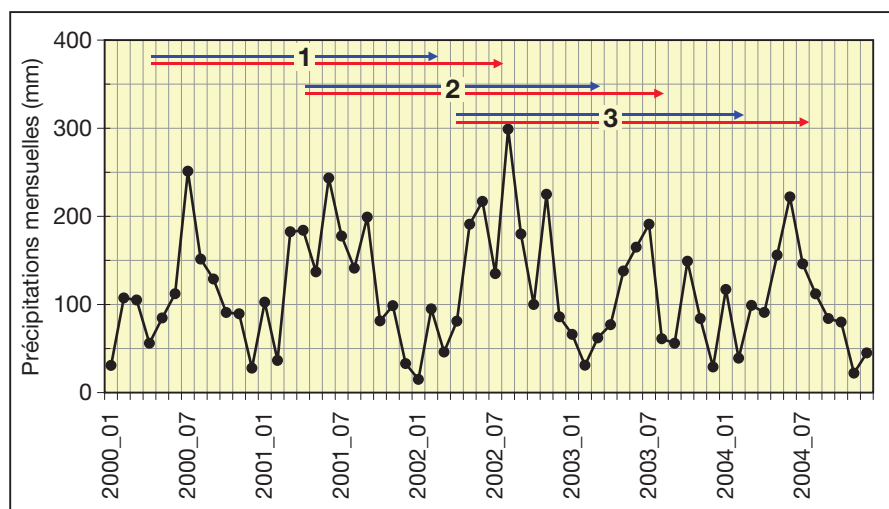


Tableau 2. Caractéristiques climatiques globales pour chaque période de séchage (données MétéoSuisse).

Essai et millésime	Durée du séchage (mois)	Température moyenne (°C)	Somme des températures (°C × jour)	Nombre de jours avec T < 0 °C	Humidité relative moyenne (%)	Capacité évaporative de l'air (g H ₂ O/m ³)
1 (2002)	23	10,4	7338	48	73,8	2311 (a)
	28	10,9	9317	48	77,0	3033 (a)
2 (2003)	23	10,1	7100	67	78,4	2257 (a)
	28	10,8	9262	67	76,6	3126 (a)
3 (2004)	23	10,5	7381	60	76,7	2636 (a)
	28	10,7	9136	68	75,9	3282 (a)

(a) Calculée sur toute la durée de séchage des merrains (23 et 28 mois).

dans les périodes froides, mais s'élève jusqu'à 15-18 g H₂O/m³ en été. Globalement, cette capacité augmente de 25-30% lorsque la durée de séchage passe de 23 à 28 mois, tout comme la somme des températures (tabl. 2). La seule différence manifeste entre les essais concerne le nombre de jours à température négative: l'essai 1 (millésime 2002) en a eu 12 et 20 de moins que les essais 2 et 3 (millésimes 2003 et 2004) (tabl. 2).

Durée de séchage et caractéristiques techniques de construction

Lors du bousinage d'un fût, la quantité d'eau à chauffer et à vaporiser, lorsque la température du bois dépasse 100 °C, est fonction de l'humidité relative des douelles. Comme la chaleur latente de vaporisation de l'eau est particulièrement élevée ($L_v = 2,255 \times 10^6$ J/kg), l'efficacité de la chauffe baisse lorsque la teneur en eau du bois augmente. Un séchage supplémentaire de cinq mois, réalisé durant les mois chauds (avril à septembre), a permis d'abaisser l'hygrométrie moyenne des merrains de 2%. Toutefois, le comportement des bois n'a pas différé lors de la chauffe: les valeurs moyennes de chaleur accumulée (°C*min) étaient similaires pour les fûts construits avec des merrains séchés durant 23 et 28 mois (tabl. 3). Ces résultats tendent à démontrer que, pour le site de séchage de Küssnacht/Rigi, une durée

Tableau 3. Chaleur accumulée (°C*min) au cours de la chauffe pour des fûts construits avec des merrains séchés durant 23 et 28 mois.

	23 mois	28 mois
Nbre de fûts mesurés	30	25
Chaleur moyenne accumulée (°C*min)	4764	4887
Ecart-type (°C*min)	1538	1391

de séchage de 23 mois est suffisante pour déshydrater des merrains de 4 cm d'épaisseur jusqu'à une humidité relative de 14 à 19% (Chatonnet *et al.*, 1994a; Lasnier, 2005) et qu'une prolongation du séchage de cinq mois ne change pas le comportement des bois à la chauffe.

Durée de séchage et teneur en xylovolatils des vins

La prolongation de la période de séchage peut par contre permettre de poursuivre l'affinage du bois jusqu'à maturation. Certains processus d'affinage (fig.1B) sont des réactions chimiques et biochimiques, qui dépendent non seulement de la durée, mais également de la température. Une prolongation du séchage durant les mois froids (novembre à avril) n'aura ainsi que peu d'impact sur ces processus. Un séchage prolongé pendant des mois chauds (mai à octobre) permettra au contraire un affinage plus poussé des merrains, surtout s'il y a peu de jours de gel, comme dans le cas de l'essai 1 avec le millésime 2002 (fig. 2 et tabl. 2).

Les analyses complexes de polyphénols et de xylovolatils sur les merrains en cours de séchage ont paru inutiles dans le cadre de cet essai, pour deux raisons: les études réalisées sur ce sujet, déjà nombreuses, s'accordent pour donner une image cohérente des modifications qualitatives et quantitatives associées au séchage des merrains (Chatonnet *et al.*, 1994a et b; Chatonnet, 1995; Vivas *et al.*, 1997; Cadahia *et al.*, 2001a et b). Ensuite, le façonnage des douelles pratiqué par notre partenaire tonnelier implique entre autres un dégauchissage et rabotage de 0,5 cm sur les deux faces principales du merrain épais de 4 cm. Les nouvelles surfaces ainsi exposées n'auront donc jamais été en contact *direct* avec les rayons ultraviolets, les pluies ou les moisissures, contrairement au merrain

séché. Or, comme les analyses sont réalisées avec du matériel récolté sur les 4-5 premiers millimètres de chaque face du merrain (Chatonnet *et al.*, 1994a et b; Cadahia *et al.*, 2001a et b), elles ne peuvent représenter la composition des surfaces fraîchement mises à nu lors du façonnage des douelles. Aussi notre discussion se base-t-elle sur les valeurs analytiques mesurées dans le vin, et plus particulièrement le vin rouge (Pinot noir). Contrairement aux cépages blancs, les rouges sont logés sous bois après fermentation alcoolique et soutirage des grosses lies. Les paramètres œnologiques pouvant avoir une incidence sur les phénomènes d'extraction et d'adsorption des composés boisés (activité fermentaire, remontage des lies, etc.) sont ainsi minimisés. Nous n'avons retenu que les molécules odorantes liées au bois naturel (xylovolatils endogènes) et non celles pouvant être générées par la chauffe (xylovolatils empyreumatiques). Il s'agit surtout des isomères *cis*- et *trans*- de la β -méthyl- γ -octalactone, ci-après c-MOL et t-MOL (notes de noix de coco, resp. boisée) et, dans une moindre mesure, de l'eugénol (notes épicées et de girofle), de l'iso-eugénol (épicé) et de la vanilline (vanille). Les expérimentations du millésime 2002 indiquent un plus grand enrichissement en xylovolatils endogènes des vins élevés en fûts construits avec des merrains séchés durant 28 mois (fig. 3). A l'inverse, pour les millésimes 2003 et 2004, la teneur en xylovolatils endogènes des vins est plus faible après 28 mois de séchage (fig. 4). Les variantes 23 mois sont plus riches en t-MOL, c-MOL et vanilline (fig. 4). Parmi les cinq xylovolatils retenus ici, les marqueurs vanilline et t-MOL semblent intéressants, reflétant fidèlement les tendances du millésime (fig. 5A et B). Ces différences ne sont probablement pas dues uniquement à l'incidence des conditions climatiques, légèrement plus fraîches et plus humides lors de l'expérimentation 2002 (tabl. 4). Si la durée de séchage peut influencer les teneurs en xylovolatils des vins élevés en fût de chêne, le poids des autres facteurs na-

Tableau 4. Moyenne des valeurs journalières de température (°C) et d'humidité de l'air (% Hr) durant le séchage des merrains.

Expérimentation	Température de l'air (°C)	Humidité de l'air (% Hr)
2002	10,5	77,3
2003	10,7	76,4
2004	11,1	76,2

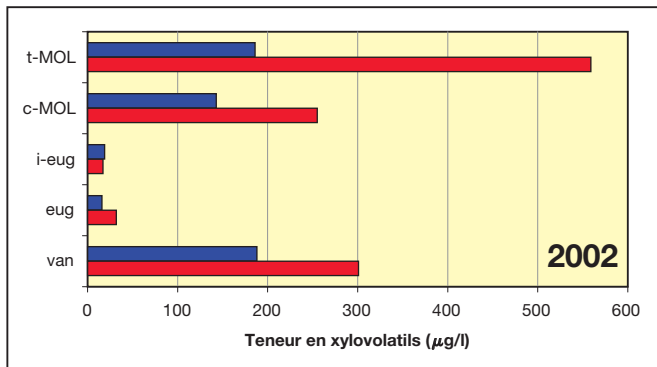


Fig. 3. Teneurs en xylovolatils endogènes après mise sous verre d'un vin de Pinot noir de Genève, millésime 2002, élevé en fûts construits avec des merrains séchés durant 23 mois (■) ou 28 mois (■).

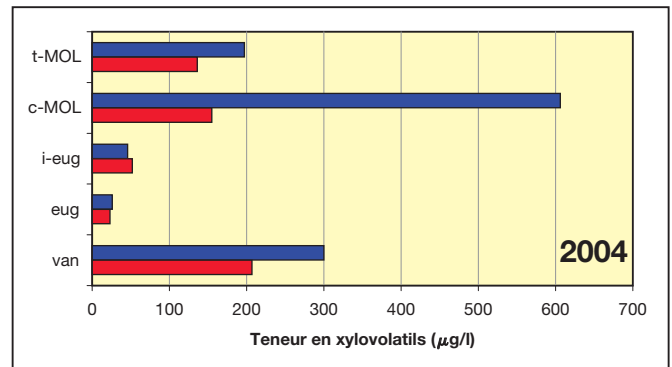


Fig. 4. Teneurs en xylovolatils endogènes après mise sous verre d'un vin de Pinot noir de Genève, millésime 2004, élevé en fûts construits avec des merrains séchés durant 23 mois (■) ou 28 mois (■).

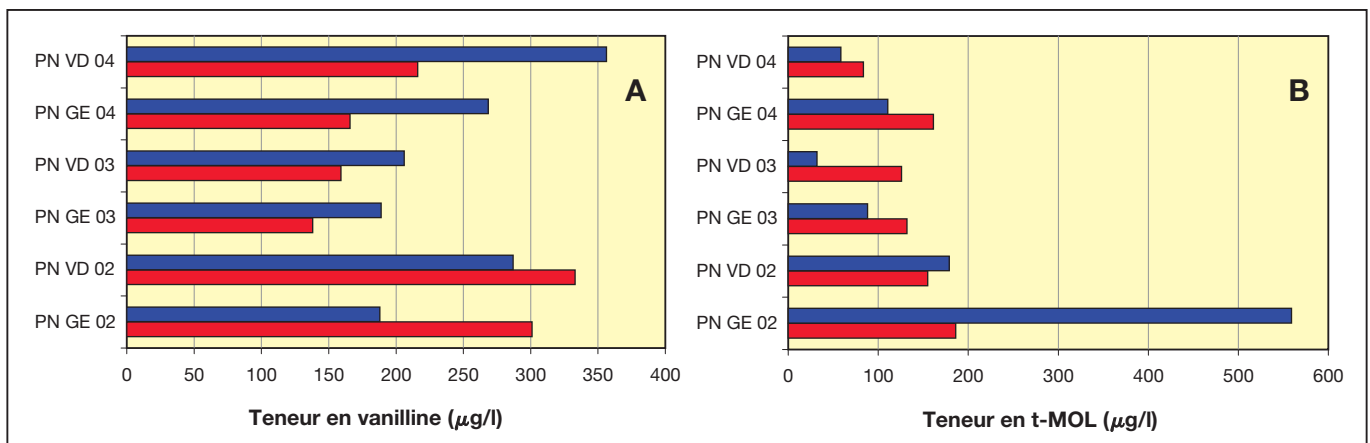


Fig. 5. Teneurs en vanilline (A) et en t-MOL (B) de vins de Pinot noir (PN) de Genève (GE) et Vaud (VD) des millésimes 2002, 2003 et 2004, élevés en fûts construits avec des merrains séchés durant 23 mois (■) ou 28 mois (■).

turels (fig.1) est trop grand pour qu'il soit possible de préciser l'impact spécifique du séchage sur ces teneurs.

Durée de séchage et propriétés sensorielles des vins

L'analyse sensorielle des vins après mise sous verre n'indique pas de différence statistiquement significative entre les vins élevés en fûts des deux variantes de séchage. Cela est vrai aussi bien pour les tests triangulaires, les épreuves descriptives et le classement des vins par rang. Toutefois, certaines tendances peuvent être relevées. Des six descripteurs retenus pour la perception des xylovolatils endogènes du bois, trois sont positifs (vanille, clou de girofle-épice, noix de coco) et trois sont négatifs (bois frais, bois vert et planche). L'analyse sensorielle après mise sous verre du Pinot noir de Genève 2002 indique des notes d'œillet, de bois vert et de planche plus intenses pour la variante 28 mois (fig. 6). Ce résultat laisse supposer qu'une présence plus marquée de lactones, et plus particulièrement de l'isomère *trans* responsable des notes bois vert et bois frais,

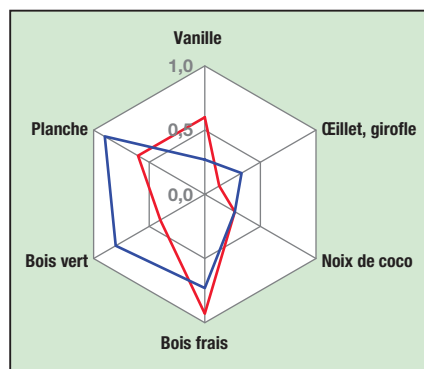


Fig. 6. Profils sensoriels après mise sous verre d'un vin de Pinot noir 2002 de Genève élevé en fûts construits avec des merrains séchés durant 23 mois (—) ou 28 mois (—).

porte préjudice à la qualité des vins. La corrélation entre l'analyse chimique (fig. 4) et sensorielle (fig. 6) est particulièrement bonne. En 2003 et 2004, les notes de vanille, de bois vert (fig.7A) et de bois frais (fig.7B) sont particulièrement bien perçues dans les vins des variantes 23 mois. La plus forte présence de vanilline dans les vins (fig. 5A) et de t-MOL (fig. 5B) est apparemment perçue par le dégustateur. Ici, à nouveau, les résultats analytiques et sensoriels sont bien corrélés.

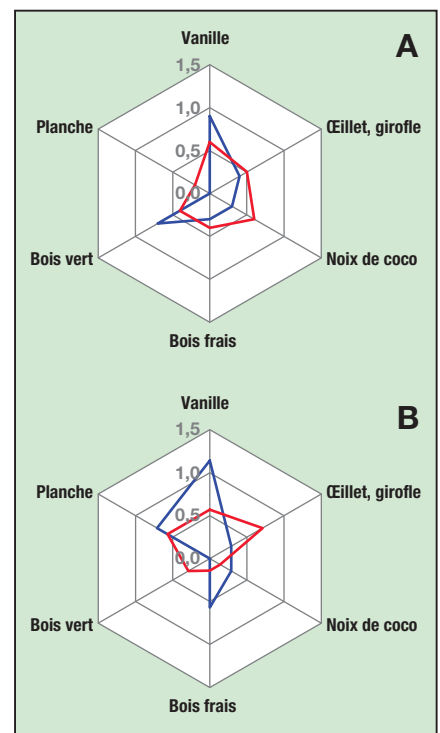


Fig. 7. Profils sensoriels après mise sous verre d'un vin de Pinot noir 2003 (A) et 2004 (B) de Genève élevé en fûts construits avec des merrains séchés durant 23 mois (—) ou 28 mois (—).

A ce stade d'expérimentation, les cinq mois supplémentaires de séchage des merrains – même en période chaude – ne semblent pas modifier sensiblement le profil sensoriel du vin obtenu après 23 mois de séchage de ces bois. Pour le site de séchage de Küssnacht/Rigi, une durée de 23 mois est donc suffisante pour affiner des merrains d'une épaisseur de 40 mm.

Conclusions

- L'étude de l'influence des durées de séchage des merrains sur la qualité des vins est particulièrement délicate. En effet, le séchage des merrains représente une phase centrale dans la construction des fûts de chêne, mais difficilement cernable. Pour l'approcher, l'influence des étapes de transformation des bois en merrains, de fabrication des fûts et de vinification a été minimisée.
- Dans les conditions du site de séchage de Küssnacht/Rigi, en Suisse centrale, une durée de séchage de 23 mois est suffisante pour obtenir des merrains avec une hygrométrie relative de 14 à 19%.
- L'essai montre que la durée de séchage, associée aux conditions climatiques du site, pourrait influencer les teneurs en xylovolatils et les qualités organoleptiques des vins élevés en fûts de chêne. Pour le millésime 2002, un séchage supplémentaire des fûts de cinq mois a permis d'enrichir le vin en xylovolatils endogènes alors qu'en 2003 et 2004, ce complément de séchage a eu l'effet contraire.

Remerciements

Les auteurs remercient tous les partenaires ayant apporté leur soutien à ce projet: Commission Technologie et In-

novation (CTI), Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO), Fondation de l'École d'ingénieurs de Changins (EIC), Fondation Audemars-Piguet (VD), Service des forêts, faune et nature (VD), tonnellerie Suppiger (SZ), Chatenay SA (NE), Domaine Hutin (GE) Ils remercient également M. Jean-Philippe Mayor, ancien directeur de l'École d'ingénieurs de Changins, pour son soutien et ses encouragements.

Bibliographie

- Auer J., Rawlyer A. & Horisberger D., 2004. La traçabilité de la filière suisse de bois de chêne de tonnellerie: une démarche unique et fortement innovatrice. *Bulletin O.I.V.* **77** (885-886), 845-856.
- Auer J., Rawlyer A. & Dumont-Béboux N., 2006. Elevage des vins du terroir en fûts de chêne du terroir. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (6), 379-387.
- Auer J., Rawlyer A., Dumont-Béboux N. & Horisberger D., 2007. Schweizer Barriques mit Ursprungsgarantie «Terroir Chêne». *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* **3**, 6-9.
- Cadahia E., Munoz L., Fernandez de Simon B. & Garcia-Vallejo M. C., 2001a. Changes in low molecular weight phenolic compounds in Spanish, French, and American oak woods during natural seasoning and toasting. *J. Agric. Food Chem.* **49**, 1790-1798.
- Cadahia E., Varea S., Munoz L., de Simon B.F. & Garcia-Vallejo M.C., 2001b. Evolution of ellagitannins in Spanish, French, and American oak woods during natural seasoning and toasting. *J. Agric. Food Chem.* **49**, 3677-3684.
- Chatonnet P., 1991. Incidences du bois de chêne sur la composition chimique et la qualité des vins. Applications technologiques. Thèse D.E.R., Université de Bordeaux II, N° 2, 224 p.
- Chatonnet P., Boidron J.-N., Dubourdiou D. & Pons M., 1994a. Evolution des composés polyphénoliques du bois de chêne au cours de son séchage. Premiers résultats. *J. int. Sci. Vigne Vin* **28** (4), 337-357.
- Chatonnet P., Boidron J.-N., Dubourdiou D. & Pons M., 1994b. Evolution de certains composés volatils du bois de chêne au cours de son séchage. Premiers résultats. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **28** (4), 359-380.
- Chatonnet P., 1995. Le séchage et la maturation des bois en tonnellerie. *Rev. fr. Oenol.* **35** (151), 33-38.
- Feuillat F., Huber F. & Keller R., 1993. La porosité du bois de chêne (*Quercus robur* L., *Quercus petraea* Liebl.) utilisé en tonnellerie. Relation avec la variabilité de quelques caractéristiques physiques et anatomiques du bois. *Revue fr. Oenol., Cahier scientifique* **142**, 5-19.
- Horisberger D., 2006. Les «Terroirs Chênes» suisses. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (4), 227-231.
- Hueso J. A., 2002. Manuel de la Barrique. Tonelería Victoria SA, Haro, Espagne [www.toneleriaivictoria.com].
- Lasnier L., 2005. Le matériau bois. [http://passion.bois.free.fr/le%20matériau%20bois/index_materiau_bois.html].
- Rawlyer A., Auer J. & Dumont-Béboux N., 2006. Maîtrise de la chauffe artisanale des fûts de chêne en tonnellerie. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (3), 151-158.
- Vivas N., Bourgeois G., Saint-Cricq de Gaulejac N. & Glories Y., 1997. Arômes et précurseurs d'arômes du bois de chêne. *Analisis Magazine* **25** (6), 19-23.
- Vivas N., Saint-Cricq de Gaulejac N. & Absalon C., 2000. Les méthodes de séchage du bois. II. Affinage et maturation du bois: pratiques et intérêts respectifs. In: Actes 5^e Colloque des sciences et techniques de la tonnellerie. Editeur: Vigne et Vin (Bordeaux, France), 21-25.

Summary

Impact of oak staves seasoning time on barrels and wines quality

Seasoning of cooperage oak wood is mainly aimed at decreasing relative humidity of fresh wood between 14 and 18%, in order to optimize the mechanical, oenological and organoleptic properties of staves. When staves are seasoned in open air, they may require up to 2-3 years to reach such humidity levels and to modify their initial chemical composition, depending on stave thickness and on climatic conditions (temperature, air humidity, rain, wind, etc.). A too short seasoning period usually degrades the aromatic properties of wood and thus of wine. Immature staves contain aromatic and polyphenolic compounds, some of which being responsible for bitter and drying tastes of casked wines. In order to optimize barrel construction and toasting, the influence of seasoning time on wine quality was examined in a cooperage of central Switzerland.

Key words: climatic conditions, oak staves, seasoning time, wine quality.

Riassunto

Incidenza della durata di essiccamento delle doghe sulla qualità delle botti e dei vini

L'essiccamento a per scopo principale di abbassare l'igrometria delle doghe fino a 14-18% di umidità relativa, valori che assicurano buone proprietà dei legni durante la costruzione delle botti. Questo può durare diversi anni secondo lo spessore delle doghe e le condizioni climatiche del sito di essiccamento (temperatura e igrometria dell'aria, pluviometria). Una durata di essiccamento insufficiente può portare pregiudizio alle qualità aromatiche del legno e quindi del vino. In questo caso, le doghe sono meno ricche in composti aromatici e, a volte, contengono ancora dei polifenoli responsabili di caratteri amari e disseccanti dei vini. Allo scopo di ottimizzare tutti i parametri di costruzione delle botti, l'incidenza delle durate di essiccamento sulla qualità dei vini è stata esaminata per un sito di Svizzera centrale.

Zusammenfassung

Rolle der Trocknung des Holzes auf die Qualität der Holzfässer und der Weine

Das Eichenholz, das für die Konstruktion von Weinfässern gebraucht wird, muss zuerst in der freien Luft getrocknet werden, damit die Holzfeuchtigkeit zwischen 14 und 18% liegt. Der Trocknungsprozess kann mehrere Jahre dauern, je nach Dicke der Dauben und klimatischen Verhältnissen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Niederschläge). Eine ungenügende Trocknungsdauer kann den aromatischen Qualitäten des Holzes und des Weines schaden. Die Dauben sind dann ärmer an Aromastoffen und können auch noch Gerbstoffe enthalten, die Bitterkeit und Trockenheit im Wein verursachen. Um die gesamten Parametern der Fasskonstruktion zu optimieren, wurde es versucht, für einen bestimmten Ort der Zentralschweiz, die Wirkung der Trocknungsdauer auf die Weinqualität zu erfassen.

L'École spécialisée (ESp) de Changins à l'enquête

Avant d'affronter d'importantes mutations entraînées par l'entrée en vigueur des nouvelles Loi et Ordonnance fédérales sur la formation professionnelle, la direction de l'EIC a souhaité établir un bilan de l'ESp. Ce travail a été confié à Agridea, qui a réalisé une enquête auprès des diplômés des dix dernières volées, ainsi qu'auprès des employeurs.

Enquête chez les diplômés

Objectifs et déroulement

- Quelles sont les motivations qui ont conduit au choix de l'ESp pour la formation?
- Quelle est l'appréciation du système modulaire (depuis 2003)?
- Quels sont les points forts et les points faibles de la formation?

Un questionnaire écrit, validé par l'EIC, a été adressé à près de 248 diplômés des dix dernières volées. Une relance téléphonique a permis de totaliser 100 questionnaires rendus (40%).

Enquête chez les employeurs

Objectifs et déroulement

- Quelle est l'appréciation du système modulaire (depuis 2003)?
- Quelles sont les motivations qui ont conduit au recrutement d'un diplômé ESp?

- Quels sont les points forts et les points faibles de la formation?
- Quels sont les compétences attendues d'un(e) titulaire de CFC, d'un diplômé ESp, d'un diplômé HES?

Un questionnaire, validé par l'EIC, a été administré par téléphone auprès de trente employeurs.

Résultats et conclusions

Les résultats complets sont disponibles sur le site de l'EIC: www.eichangins.ch, rubrique Ecole spécialisée.

L'École spécialisée de Changins est un acteur reconnu et très apprécié dans le paysage viti-vinicole helvétique. Les formations proposées correspondent bien aux attentes du monde professionnel. Les compétences attendues doivent montrer un très fort ancrage dans la pratique. Les réponses des diplômés comme des employeurs montrent clairement que les efforts consentis par l'ESp pour améliorer les compétences opérationnelles des diplômés ne doivent pas être relâchés. Les résultats du questionnaire indiquent également que la formation en comptabilité et gestion financière, de même qu'en marketing, mériterait d'être renforcée.

Le système d'enseignement modulaire introduit en 2003 suscite des avis contrastés. Il est en général mieux perçu par les diplômés que par leurs employeurs.

Enfin, les employeurs expriment des attentes très précises quant aux différents niveaux de formation proposés (CFC, brevet fédéral, diplôme ESp, HES) et confirment la pertinence de cette segmentation.

Ph. Dupraz, doyen ESp

Réception et traitement de la vendange

- Pesage
- Egrappoir, fouloir
- Tuyauteries, pompes

NOUVEAU!

Pressoir à membrane centrale

- Action en douceur
- Grande efficacité
- Simplicité

Nombreuses références

Pompes à vins

Filtres

Cuves tous types

- Rectangulaires, rondes, tronconiques
- A chapeau flottant

Cuves avec pigeage des rouges

- Pigeage facilité
- Meilleure extraction
- Equilibrage des températures

Autoclaves à mousseux

Robinetterie, accessoires, appareils de contrôle et de mesure

Joints pour cuves toutes marques

Contrôle et adéquation des températures

Macération à chaud/froid, FA, FML, STAB, tartrique

Groupes refroidisseur/réchauffeur à eau glycolée

Echangeurs, drapeaux, accessoires

Installation complète

Conditionnement de locaux

Circuits de véhiculage, de saisie et de commande



Innovation. Performance. Proximité. Créons ensemble un avenir plus fort.

BBB COMMUNICATION - 7321

Delta
Réception de vendange



Bucher
Pressurage



Flavy
Filtration tangentielle



Nos concessionnaires agréés :

Avidor Valais

3960 Sierre
Tél. 027/456 33 05

Gigandet SA

1853 Yvorne
Tél. 024/466 13 83

J. Jacques Hauswirth

1183 Bursins
Tél. 021/824 11 29

BUCHER
vaslin

Bucher Vaslin - Philippe Besse

CH-1787 Mur/Vully - Tél. 026/673 90 90 - Fax 026/673 90 99
philippe.besse@buchervaslin.com

www.buchervaslin.com
Votre réussite est notre priorité



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

Economique, pratique, écologique BAC À VENDANGES

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

Vos avantages:

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

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



www.serex-plastic.ch



Multi-usages résistant, compact BAC MÉLANGEUR

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

Vos avantages:

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

Matière: Polyéthylène blanc
+ 4 roulettes pp

Volume: 500 litres
Fabrication suisse
1 an de garantie



Appelez-nous!
021 946 33 34

1070 PUIDOUX • Fax 021 946 33 86

CIPEL I F

...pour que vive
l'eau du Léman

Le Guide du jardin naturel

A l'heure où le respect de l'environnement devient un souci important pour les citoyens, la CIPEL vient d'éditer un guide-dépliant-poster pour favoriser le jardinage dans le respect de l'environnement. *Le guide du jardin naturel* est disponible gratuitement sur demande et téléchargeable sur www.cipel.org



Le danger des pesticides

Par la diffusion de ce guide, la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman (CIPEL) tente de sensibiliser le jardinier amateur à l'importance de diminuer les quantités de produits chimiques déversés dans les jardins privés. Les herbicides, fongicides et autres pesticides de synthèse peuvent finir leur course dans les nappes phréatiques, mais aussi dans les cours d'eau, dans le lac Léman, et peuvent encore se retrouver sur les fruits et légumes que nous consommons... Ainsi, la réduction de notre impact sur l'environnement, la prévention en matière de santé humaine, le principe de précaution en l'état actuel des connaissances, tout milite en faveur d'un jardin naturel!

Un seul gramme de pesticide rend impropre à la consommation l'équivalent de quatre piscines olympiques (10 000 m³ d'eau), soit la consommation de cinquante foyers de quatre personnes pendant un an. Les produits phytosanitaires doivent donc être utilisés avec précaution et parcimonie. Leurs restes ne doivent jamais être déversés dans l'évier, les toilettes, et encore moins dans les grilles d'égout.

Les secrets d'un jardin naturel

Le guide dévoile plusieurs secrets d'un jardin naturel et donne des pistes pour privilégier les plantes indigènes, ménager des îlots de vie sauvage, retrouver les vertus du paillage, qui se décompose en un humus offrant au sol un engrais naturel, favoriser un environnement accueillant pour les oiseaux, hérissons, batraciens, mais aussi pour les insectes, prédateurs naturels des ravageurs.

Le jardin naturel peut être téléchargé sur www.cipel.org ou obtenu gratuitement en version papier à l'adresse ci-dessous.

Renseignements et commandes gratuites:

CIPEL
ACW Changins, Bâtiment DC, rte de Duillier,
CP 1080, 1260 Nyon 1
Tél. +41 (0)22 363 46 69
Fax +41 (0)22 363 46 70
E-mail: cipel@cipel.org
www.cipel.org

Öga, foire de la branche verte, du 25 au 27 juin 2008 à Oeschberg

La foire öga, rendez-vous incontournable des professionnels de l'horticulture, de l'arboriculture et des cultures maraîchères, se tiendra à Oeschberg du 25 au 27 juin.



Die Fachmesse der Grünen Branche
La foire spéciale de la branche verte

Organisée tous les deux ans depuis 1961, la foire öga fêtera sa 25^e édition du 25 au 27 juin 2008. La surface d'exposition s'étendra sur 120 000 m² et accueillera quelque 470 exposants. Les nombreux visiteurs attendus (ils étaient 25 000 en 2006) auront le loisir de découvrir une large gamme de machines et d'appareils professionnels, ainsi que des semences, jeunes plants et plantes finies, etc. A noter que les exposants présentent toujours davantage de machines et d'appareils plus souples à l'emploi grâce aux systèmes combis ou multifonctions. L'optimisation de la consommation d'énergie et l'automatisation plus fine sont également des tendances marquées dans ce secteur.

Le programme 2008

Six présentations spéciales attendent les visiteurs.

Les plantes en offside

Les plantes ornementales qui ne sont guère maîtrisables par des clôtures de jardin provoquent des problèmes massifs en raison de leur propagation. De quelles espèces s'agit-il? Que faut-il faire?

Intermezzo fleur-machine

47 ans d'öga – 47 ans de machines pour l'horticulture. Dans le cadre d'une présentation spéciale, les machines seront exposées par les apprentis de l'atelier de floristique de l'Ecole d'horticulture Oeschberg dans un environnement fleuri.

Plate-forme de formation, professions liées à la nature

Qui veut progresser doit se former. L'offre actuelle de cours de perfectionnement de la branche verte sera présentée, avec un service-conseil compétent proposé par les associations professionnelles et par les organisateurs de cours.

Légumes et petits fruits – solutions pour le pro

Des produits de choix seront présentés, relatifs à des thèmes comme rationalisation, efficacité énergétique, qualité, technique d'irrigation à froid des récoltes, etc. Le show des variétés «légumes-fruits & petits fruits» montrera de nouvelles sélections et des emballages de produits intelligents.

Championnat suisse des jardiniers-paysagistes

Eliminatoires pour la participation au championnat du monde professionnel au Canada en 2009.

Vitrine «Nouvelles Plantes»

La présentation montre un éventail de l'assortiment le plus récent de plantes ornementales et utiles.

En outre, différentes manifestations seront à nouveau organisées, comme la remise des prix «Nouveauté öga», la remise des prix Championnat suisse et la démo de machines pour l'entretien des gazons.

Renseignements:

Secrétariat öga, CP 164, 3425 Koppigen
Tél. +41 (0)34 413 80 30 – E-mail: info@szg.ch
www.oega.ch

Nouveau master en agronomie et foresterie appliquées

Un master en agronomie et foresterie appliquées sera proposé dès septembre 2008 par la Haute école suisse d'agronomie de Zollikofen. Orientée vers la recherche et le management, cette filière fait partie intégrante du nouveau master en sciences de la vie, développé en coordination avec trois autres hautes écoles spécialisées suisses.

La Confédération ayant approuvé ce projet au début de mars 2008, la HESA compte démarrer sa première volée master en septembre prochain. Tous les titulaires d'un bachelor en agronomie ou foresterie sont en principe admis aux études master; toutefois, selon le classement atteint dans la volée, les candidats pourraient encore devoir se soumettre à un test d'aptitude. Les étudiants d'autres branches spécifiques seront admis selon une procédure individuelle; ils devront, selon leur niveau de formation et d'expérience, acquérir des bases spécialisées dans ces domaines avant d'entamer les études. En effet, le master s'adresse aux meilleurs des jeunes talents, également à l'aise dans la pratique. Les diplômés master devraient profiter d'excellentes perspectives professionnelles, que ce soit dans la recherche ou à des postes de direction aux hautes exigences scientifiques.

Trois spécialisations

Les études master, qui font suite aux études bachelor (la première étape de la formation universitaire), visent à élargir et approfondir les connaissances et le savoir-faire dans un domaine spécifique. Par la suite, le choix d'une des trois approches distinctes – économique, technico-écologique et sociopolitique – détermine la spécialisation recherchée. La HESA propose trois spécialisations, appelées aussi *majors*:

- *Management of Value Chains in Agriculture and Forestry* (gestion des filières économiques agricoles et forestières);
- *Sustainable Agricultural and Forestry Production Systems* (systèmes de production agricole et forestière durables);
- *Agriculture and Forestry in Transition* (agriculture et foresterie en transition).

Le travail de master est l'élément central de ces études. Il s'agit d'un travail de recherche approfondi et axé sur la pratique, qui peut être réalisé en Suisse ou à l'étranger. A côté de cela, le choix et la combinaison des matières optionnelles s'orientent en grande partie sur les thèmes de recherche fixés, ce qui garantit aux diplômés des qualifications de haut niveau. Les thèmes centraux de recherche à la HESA sont très variés, allant de la production végétale à la production animale en passant par l'écologie de la forêt et l'économie du bois, mais aussi par des questions globales (approche holistique) concernant le développement rural, l'utilisation du sol et des eaux ou l'évaluation de la durabilité. Les étudiants du master bénéficient des larges compétences et du réseau relationnel mondial de la HESA. La formation master dure au minimum trois semestres à plein temps. La part importante des travaux personnels qui caractérisent ces études offre aussi la possibilité d'accomplir le master en cours d'emploi.

Master en sciences de la vie

La filière master en agronomie et foresterie appliquées fait partie intégrante du master en sciences de la vie (*Life Sciences*), fruit d'une coordination suisse et développé par les quatre hautes écoles spécialisées impliquées: la Haute école spécialisée bernoise HESB (à laquelle est rattachée la HESA Zollikofen), Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW Wädenswil), Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW (Hochschule für Life Sciences Muttenz) et la Haute école spécialisée de Suisse occidentale HES-SO (sites Fribourg, Lullier, Changins, Sion).

La HESA est l'institution de référence dans les domaines agricole, forestier et alimentaire. Elle regroupe trois filières bachelor uniques en leur genre en Suisse: Agronomie, Foresterie et *Food Science & Management* (technologie alimentaire). En plus de son mandat de formation, la HESA exerce également des activités de recherche appliquée et propose des prestations de services – en Suisse et dans le monde entier. Sa force est d'allier un solide savoir scientifique à des connaissances pratiques et d'exploiter les synergies entre formation et recherche. La HESA se distingue par son ancrage national, s'appuyant sur un concordat auquel participent tous les cantons suisses et le Liechtenstein.

Renseignements:

Dr Dominique Guenet,
chef du projet de filière master HESA,
tél. +41 (0)31 910 21 11
E-mail: office@shl.bfh.ch
www.shl.bfh.ch



ALCOA **Vino-Lok**

Le nouveau bouchon en verre
alliant élégance et sécurité!

Baldinger
dep.1951 www.baldinger.biz



Jean Angelrath
Emballages en gros
Matériel de cave

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

Tél 032 751 32 95
Fax 032 751 31 44
info@angelrath.ch

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



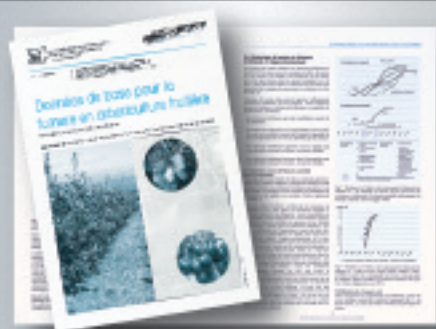
Grandes cultures et herbages

CHF 15.-

Directives de fumure

COMMANDE: Agroscope ACW Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1, tél. ++41 (22) 363 41 51, fax ++41 (22) 363 41 55. E-mail: cathy.platiau@acw.admin.ch

Auch auf deutsch!



Arboriculture

CHF 7.-

Directives de fumure

COMMANDE: Agroscope ACW Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1, tél. ++41 (22) 363 41 51, fax ++41 (22) 363 41 55. E-mail: cathy.platiau@acw.admin.ch

Auch auf deutsch!



Adesso in italiano!

CHF 7.-

Viticulture

Directives de fumure

COMMANDE: Agroscope ACW Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1, tél. ++41 (22) 363 41 51, fax ++41 (22) 363 41 55. E-mail: cathy.platiau@acw.admin.ch

Auch auf deutsch!



Légumes, fleurs et fraises sur substrat

CHF 4.-

Directives de fumure

COMMANDE: Agroscope ACW Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1, tél. ++41 (22) 363 41 51, fax ++41 (22) 363 41 55. E-mail: cathy.platiau@acw.admin.ch

Auch auf deutsch!



Plantes aromatiques et médicinales

CHF 4.-

Directives de fumure

COMMANDE: Agroscope ACW Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1, tél. ++41 (22) 363 41 51, fax ++41 (22) 363 41 55. E-mail: cathy.platiau@acw.admin.ch



Nos collections
Principaux Cépages
cultivés en Suisse

CHF 22.-

COMMANDE: Agroscope ACW Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1,
tél. ++41 (22) 363 41 51, fax ++41 (22) 363 41 55.
E-mail: cathy.platiau@acw.admin.ch



Auch
auf deutsch!

Nos collections
Maladies et ravageurs
des **VIGNOBLES**

CHF 22.-

COMMANDE: Agroscope ACW Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1,
tél. ++41 (22) 363 41 51, fax ++41 (22) 363 41 55.
E-mail: cathy.platiau@acw.admin.ch



Auch
auf deutsch!

Nos collections
Maladies et ravageurs
des **VERGERS**

CHF 40.-

COMMANDE: Agroscope ACW Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1,
tél. ++41 (22) 363 41 51, fax ++41 (22) 363 41 55.
E-mail: cathy.platiau@acw.admin.ch



Nos collections
Systèmes de Verger

CHF 20.-

COMMANDE: Agroscope ACW Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1,
tél. ++41 (22) 363 41 51, fax ++41 (22) 363 41 55.
E-mail: cathy.platiau@acw.admin.ch



Nos collections
Plantes potagères
du Château de Prangins

CHF 22.-

COMMANDE: Agroscope ACW Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1,
tél. ++41 (22) 363 41 51, fax ++41 (22) 363 41 55.
E-mail: cathy.platiau@acw.admin.ch



La culture du cassis



La culture du cassis

A. ANÇAY, R. CARRON, V. MICHEL et C. BAROFFIO Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche Conthey, 1964 Conthey

@ E-mail: andre.ancay@acw.admin.ch
Tél. (+41) 27 34 53 550.

Introduction

Le cassisier, aussi appelé «groseillier noir» (*Ribes nigrum*), est un arbuste buissonnant de la famille des Saxifragacées. Son fruit, connu depuis le XVIII^e siècle sous le nom d'«élixir de vie», regorge de qualités nutritionnelles: son exceptionnelle richesse en vitamine C, ses fibres et ses polyphénols (oxo flavonoïdes et anthocyanes en particulier) lui confèrent de nombreuses propriétés et vertus.

Le cassisier est originaire de l'hémisphère Nord: Himalaya, Sibérie et Europe. Les principales zones de production se situent sur le continent européen, en Russie et en Pologne principalement. Dans ces régions, la production est principalement destinée aux marchés de transformation.

En Suisse, le cassis est cultivé sur une dizaine d'hectares. Pour répondre à la demande du marché en produits frais, les surfaces pourraient être légèrement augmentées.

Choix des variétés

Lors du choix d'une variété, les principaux critères de sélection à prendre en compte sont:

- la qualité gustative des baies;
- la capacité de mise à fruits;
- la grandeur des grappes et des baies;
- la vigueur des arbustes;
- la tolérance à l'oïdium.

La mise à fruits, la longueur et le nombre de baies par grappe jouent un rôle prépondérant dans la vitesse de récolte.

Les résultats présentés dans les tableaux suivants et les recommandations données sont basés sur des essais variétaux effectués sur les domaines de Bruson et des Fougères d'Agroscope Changins-Wädenswil ACW.

Il est important d'avoir des buissons vigoureux pour assurer un renouvellement régulier des jeunes pousses et des ramilles fruitières, ce qui influence directement le rendement des plantes et la durée de vie de celles-ci (tabl.1).

La longueur du pédoncule est un facteur important pour la cueillette (fig.1). Un long pédoncule facilite la récolte. La

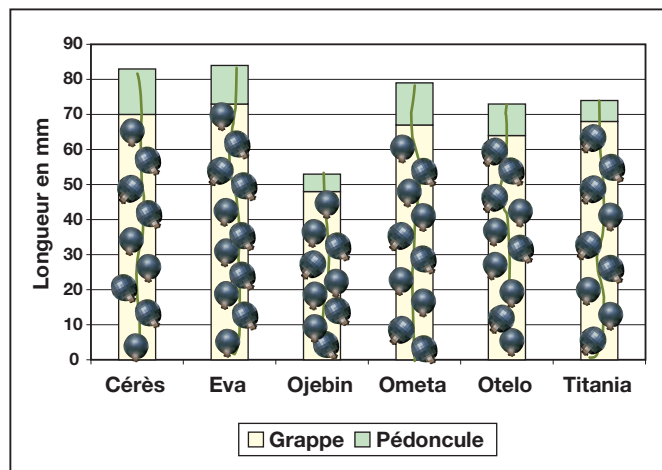


Fig. 1. Comparaison de la longueur des grappes et du pédoncule pour les différentes variétés.



△ Fig. 2. Fruits de la variété Ometa.



▷ Fig. 3. Fruits de la variété Titania.

grandeur des grappes et le calibre des fruits sont également des facteurs importants pour la vitesse de cueillette (tabl. 2). L'assortiment variétal proposé ici permet d'étaler la récolte de la fin de juin au début d'août (tabl. 3). La mesure du rendement et l'évaluation qualitative des fruits sont basées sur les données moyennes obtenues à Bruson et aux Fougères. La sensibilité des arbustes à l'oïdium et aux ériophyides est un critère déterminant dans le choix des variétés (tabl. 4). Les variétés Ometa et Titania (fig. 2 et 3) sont les plus intéressantes. Elles sont très productives (tabl. 3) et leurs fruits sont de bonne qualité gustative. Leurs grappes sont longues et leur vigueur assez forte, ce qui permet un bon renouvellement des branches fructifères. Le port érigé de la plante est adapté aux formes palissées; avec le buisson, il facilite grandement la récolte et protège les grappes des souillures du sol dues aux intempéries. Les baies salies de terre ou pourries se retrouvent principalement sur les variétés étalées, en particulier Cérès et Ojebin. La variété Eva a les mêmes qualités qu'Ometa et Titania, malheureusement elle est très sensible à l'oïdium.

Tableau 1. Caractéristiques végétales des arbustes.

Variétés	Vigueur de la plante	Port du buisson	Facilité de récolte
Eva	assez forte	érigé	facile
Ojebin	faible	étalé	difficile
Otelo	assez forte	érigé	moyenne
Ometa	assez forte	érigé	moyenne
Titania	forte	érigé	moyenne
Cérès	faible	étalé	moyenne

Tableau 2. Caractéristiques des grappes du cassisier.

Variétés	Caractéristiques des grappes		Baies
	Longueur (cm)	Nombre de baies	Diamètre (mm)
Eva	7,8	10	13
Ojebin	5,6	8	12,5
Otelo	7,4	9	13,2
Ometa	8,1	10	12,3
Titania	7,1	8	12,9
Cérès	8,0	8	12,7

Tableau 3. Qualité, rendement et précocité des différentes variétés.

Variétés	Qualité	Rendement (kg/plante)	Précocité
	° Brix	Ø de 8 ans de récolte	
Eva	12,4	3,6	mi-précoce
Ojebin	13,7	2,2	mi-précoce
Otelo	12,8	2,9	précoce
Ometa	14,5	3,9	mi-tardive
Titania	15,1	4,5	mi-précoce
Cérès	13,3	3,6	mi-précoce

Tableau 4. Sensibilité des différentes variétés aux principaux ravageurs et maladies du cassisier.

Variétés	Sensibilité	
	Oïdium	Eriophyides
Eva	très sensible	peu sensible
Ojebin	résistante	peu sensible
Otelo	sensible	peu sensible
Ometa	moyennement sensible	résistante
Titania	résistante	sensible
Cérès	peu sensible	résistante

Récolte et conservation des fruits

La période de récolte varie en fonction de 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). Avant ce stade, les teneurs en sucre sont nettement plus basses et les teneurs en acidité trop élevées. Il faut également éviter de cueillir des fruits surmaturés.

Conservation de la qualité

Les cassis évoluent rapidement à température ambiante. Il faut donc refroidir rapidement les fruits après la récolte pour prolonger leur conservation. Différentes possibilités de stockage existent en fonction de la durée de conservation désirée. Elles sont décrites dans le tableau 5. Le stockage est principalement adapté pour les variétés tardives.

Si la période de conservation est trop longue, les fruits perdent en jutosité, en texture, et gagnent en acidité; de plus, les grappes deviennent brunes.

Après stockage à basse température, réchauffer la marchandise par paliers de 5 à 7 °C, jusqu'à une température de 10 à 14 °C pour le transport et jusqu'à la température ambiante pour la commercialisation afin d'éviter la formation de condensation.

Tableau 5. Possibilités d'entreposage pour le cassis.

Variétés d'entreposage	T (°C)	HR (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	Durée maximale
Chambre frigorifique	10	90	–	–	3 jours
Stockage sous une housse PE	0	90-95	–	–	14 jours
Injection de CO ₂	0	90-95	20-25	–	35 jours
Réduction de l'O ₂ et injection de CO ₂	0	90-95	20-25	2	70 jours

Modes de conduite

La forme buisson (fig. 4) est la forme naturelle de développement du cassissier et la plus adaptée pour cette espèce. De nouvelles techniques de taille visant à améliorer la vitesse de cueillette et la qualité des fruits sont en développement, comme le palissage en haie verticale (fig. 5) ou le «système V» (fig. 6). Avec ces modes de conduite, les tiges sont palissées et maintenues droites par des ligatures, ce qui favorise la production de grandes grappes, réparties régulièrement sur les tiges et les ramilles, et de maturité homogène. Ces modes de conduite permettent également une meilleure aération des plantes, réduisant ainsi les risques de maladies. Par contre, ils nécessitent un investissement plus important en armatures et une plantation plus dense.

Un essai conduit à Brusson, où les trois systèmes de conduite ont été comparés, a montré que la cueillette est facilitée dans les systèmes palissés car les fruits sont plus visibles. Par contre, le rendement ne change pas d'un procédé à l'autre. Les distances de plantation et les armatures adaptées aux différents modes de conduite sont présentées dans le tableau 6.



Fig. 5. Cassissier conduit en haie verticale.



Fig. 4. Cassissier conduit en buisson.



Fig. 6. Système de palissage en V.

Tableau 6. Distance de plantation et types de palissage adapté aux différents modes de conduite.

	Buisson	Palmette	«Système V»
Interligne	3,0-3,5 m	2,5 m	3,0-3,5 m
Distance sur le rang	1,30-1,50 m	0,80-1,20 m	0,60-1,00 m
Armature et palissage		2 rangées de fil de fer à 0,60 et 1,20 cm du sol	1 ^{re} traverse de 40 cm à 0,80 m du sol. 2 ^e traverse de 80 cm à 1,20 m de haut
			2 rangées de fil de fer à 0,80 et 1,20 cm du sol

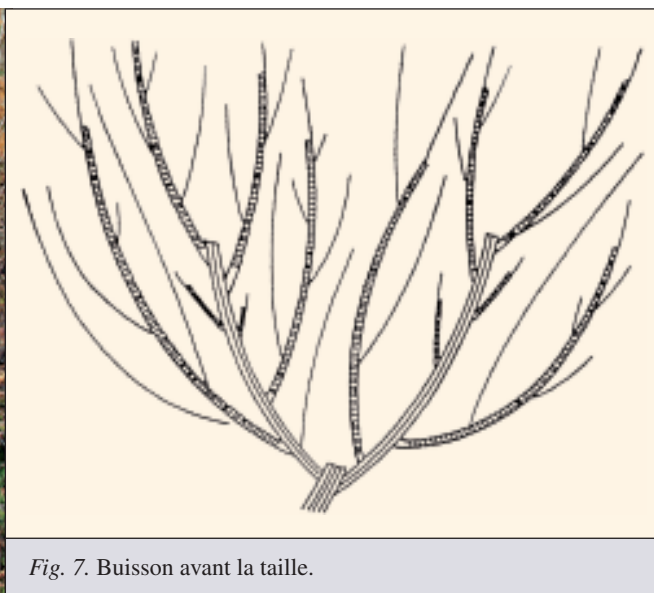


Fig. 7. Buisson avant la taille.

Taille

Taille de formation pour le buisson

En fin de première année, un rabattage à deux yeux permet de renforcer les souches et favorise le départ de nouvelles pousses. Dès la deuxième année de végétation, sélectionner cinq à six pousses annuelles parmi les plus vigoureuses qui formeront les axes principaux du buisson. Les tailler aux deux tiers de leur longueur pour favoriser l'émission de nouvelles tiges.

Taille d'entretien pour le buisson

La production se trouvant essentiellement sur le bois de un et deux ans, la taille consiste à supprimer le vieux bois (trois ans et plus) directement sur la souche. Le renouvellement des charpentières de plus de trois ans se fait en sélectionnant de nouvelles tiges issues de la souche, taillées aux deux tiers de leur longueur. Garder huit à dix charpentières avec chacune deux à trois pousses annuelles.

Les figures 7 à 9 présentent les différentes étapes de la taille d'un buisson.

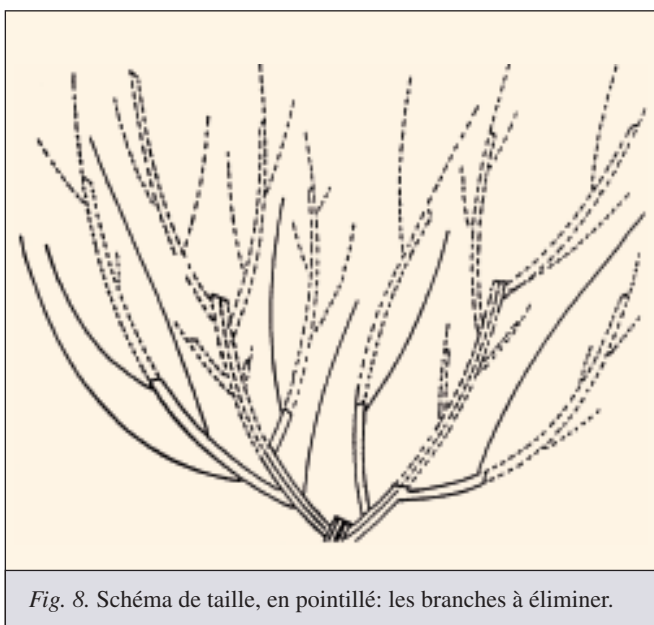


Fig. 8. Schéma de taille, en pointillé: les branches à éliminer.

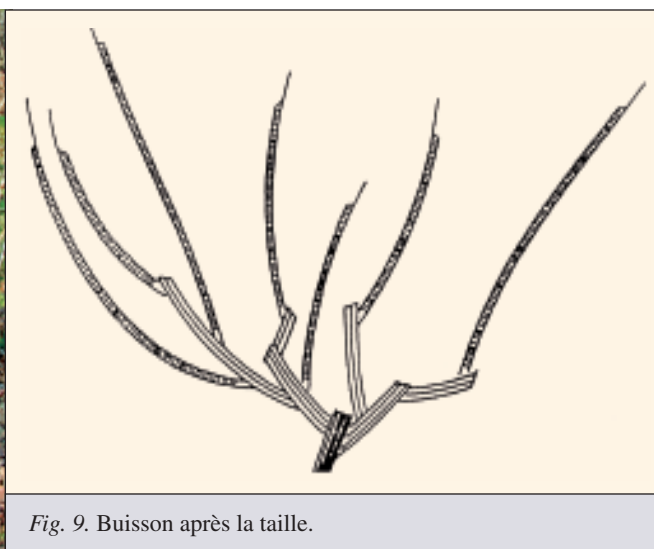


Fig. 9. Buisson après la taille.

Taille de formation pour la haie verticale et le système V

● 1^{re} année de végétation

En été, lorsque les nouvelles pousses atteignent 50 cm, sélectionner les trois plus vigoureuses.

● 2^e année de végétation

Au printemps, les trois tiges poursuivent leur croissance à partir de l'œil terminal et produisent des ramilles sur les yeux latéraux.

En été, lorsque les nouvelles pousses issues de la base ont atteint 50 cm, en sélectionner trois, parmi les plus vigoureuses.

En automne, chaque plante comporte trois tiges d'une année et trois tiges de deux ans.

● 3^e année de végétation

Au printemps, il y a une mise à fruits importante sur les tiges de trois ans ainsi que sur leurs ramilles.

En été, lorsque les nouvelles pousses issues de la base ont atteint 50 cm, sélectionner à nouveau les trois plus vigoureuses.

En automne, supprimer les tiges de trois ans qui ont produit. Après la taille, le buisson comptera trois tiges de deux ans et trois tiges de l'année. Le cycle de rotation des nouvelles pousses et des tiges en production est assuré annuellement.

Taille d'entretien

Pour les deux systèmes de palissage, un rajeunissement des pousses fruitières doit impérativement être réalisé sur un rythme de trois ans.

Le maintien d'une sortie de ramilles fruitières vigoureuses est étroitement lié à un renouvellement régulier des charpentières. En effet, les tiges vieilles, attaquées par les insectes ou diverses maladies fongiques, dépérissent et ne produisent plus que de rares et chétives ramilles fruitières.

Fumure

Une fertilisation raisonnée améliore de façon sensible la végétation et les rendements, sans pour autant pénaliser la qualité du fruit. La norme de fumure est indiquée en fonction du rendement estimé et elle est basée sur les résultats d'analyse de sol (tabl. 7).

Le cassis 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. Lorsque le pH du sol est supérieur à 7,5, il est conseillé d'effectuer des fumures foliaires pour les oligo-éléments problématiques, tels que le fer et le manganèse.

Tableau 7. Exigences nutritives des cultures de cassis.

Rendement (kg/m ²)	Norme de fumure			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
1,5	50	30	85	15
2,0	70	40	120	15
2,5	90	50	155	20

Protection phytosanitaire

Les cassissiers sont des arbustes rustiques ne nécessitant pas une protection phytosanitaire intensive. Seuls les principaux ravageurs et maladies qui s'attaquent à cette espèce sont décrits dans ce chapitre. Le nom des produits phytosanitaires n'est pas mentionné dans ce document. Ils peuvent être consultés sur le site Internet d'Agroscope Changins-Wädenswil.

Ravageurs

Eriophyides (*Cecidophyopsis ribis*)

Ce minuscule acarien vermiforme et blanc (0,2 mm) qui attaque les bourgeons est également appelé phytopte.

■ **Symptômes:** au début du printemps, la présence de l'acarien se traduit par l'apparition de bourgeons hypertrophiés qui prennent la forme de petits choux (fig.10). Ces bourgeons infectés sont deux à trois fois plus gros qu'un bourgeon sain. Ils contiennent des milliers d'acariens qui se nourrissent des tissus intérieurs et détruisent ainsi les boutons floraux.

■ **Mesures préventives:** éliminer les rameaux atteints et les sortir de la plantation. Utiliser des variétés moins sensibles.

■ **Mesures curatives:** limiter la progression du ravageur en protégeant les jeunes bourgeons en formation.



Fig. 10. Bourgeons hypertrophiés caractéristiques des attaques d'ériophyides.



Fig. 11. Boucliers protégeant les cochenilles.

Cochenilles (diverses espèces)

Au début, la présence des cochenilles peut passer inaperçue. De taille minuscule (1 à 2 mm), elles vivent souvent immobiles, cachées sous une carapace cireuse ou enfouies dans leurs sécrétions (fig.11). Elles s'accrochent à l'écorce et pompent la sève pour se nourrir.

■ **Symptômes:** le parasite attaque principalement les rameaux, à l'intersection des tiges, sur lesquelles il provoque un encroûtement brun. La croissance des pousses annuelles est fortement entravée. Dépérissement des branches fortement infestées, puis toute la plante dépérit graduellement.

■ **Mesures préventives:** par une taille sévère, éliminer au maximum le vieux bois.

■ **Mesures curatives:** interventions autorisées au stade de repos ou lors du débourrement. Il faut une pulvérisation à haut volume (500 à 600 l/ha) pour garantir une bonne efficacité du traitement.

Pucerons

Deux espèces, *Cryptomyzus ribis* et *Aphis schneideri*, se trouvent principalement sur le cassis.

■ **Symptômes:** ils sont variables selon les espèces en présence. *Cryptomyzus ribis* provoque des boursoufflures rouges sur la face supérieure des feuilles. *Aphis schneideri* est le plus nuisible, il provoque un raccourcissement des entrenœuds et bloque la croissance.

Les deux espèces produisent du miellat et provoquent une diminution de la croissance des pousses et de la qualité des fruits.

■ **Seuils de tolérance:** exprimés en % des pousses infestées:

- avant fleur 10%;
- après récolte 30%.

■ **Mesures préventives:** favoriser la faune auxiliaire prédatrice des pucerons (syrphides, coccinelles, chrysopes).

■ **Mesures curatives:** insecticides autorisés. Éviter les produits phytosanitaires qui perturbent trop la faune auxiliaire.

Acarien jaune (*Tetranychus urticae*)

Les acariens adultes ont une longueur de 0,3 à 0,6 mm et sont reconnaissables à la loupe de poche grâce aux deux points noirs de chaque côté du corps.

■ **Symptômes:** la face supérieure du feuillage se décolore et prend un aspect vert pâle à jaune plombé. Puis les feuilles se dessèchent.

■ **Seuils de tolérance:** prélever, à différentes hauteurs, une feuille par plant tous les 10 m sur une dizaine de lignes répartie sur la parcelle. Seuils exprimés en % des feuilles occupées:

- avant fleur 10%;
- après récolte 40%;
- à partir de la fin d'août 10%.

■ **Mesures préventives:** favoriser les acariens prédateurs indigènes et éviter les insecticides et acaricides toxiques pour ces derniers.

■ **Mesures curatives:** acaricides autorisés. Le lâcher d'acariens prédateurs (*Phytoseiulus persimilis*) est encore à l'étude et semble offrir de bonnes perspectives.

Sésie (*Synanthedon tipuliformis*)

La chenille blanchâtre de ce lépidoptère vit à l'intérieur des branches où elle se nourrit de la moelle. L'adulte ressemble beaucoup à une guêpe.

■ **Symptômes:** présence de chenilles dans les galeries à l'intérieur des tiges (fig.12). Les rameaux infestés par les chenilles de ce lépidoptère se dessèchent. A la fin de son développement, la chenille perce un trou à travers le bois pour permettre au papillon de sortir.

■ **Seuils de tolérance:** surveillance des dégâts sur les branches dépérissant. Des pièges à phéromones ou à jus (composition: 90% jus de pomme, 5% vinaigre, 5% jus de cassis) permettent de surveiller le vol du lépidoptère.

■ **Mesures préventives:** enlever et brûler les branches attaquées lors de la taille afin de réduire les populations.

■ **Mesures curatives:** confusion sexuelle.



Fig. 12. Galerie creusée par la larve de la sésie.

Maladies

L'oïdium et dans une moindre mesure l'antracnose sont les principaux pathogènes qui s'attaquent aux cassissiers.

Oïdium brun du groseillier (*Podosphaera mora-uvae*)

La maladie, également appelée oïdium américain, touche les extrémités des rameaux (fig.13), les jeunes feuilles et les fruits.

■ **Symptômes sur les feuilles:** les feuilles se recroquevillent, se décolorent et se couvrent d'un duvet farineux blanc grisâtre. En cas de forte infection, les jeunes pousses meurent et la plante est affaiblie.

■ **Sur les fruits:** les fruits atteints sont recouverts d'une croûte irrégulière blanchâtre puis rousse.

■ **Mesures préventives:**

- lors de la taille, dégager le centre de l'arbuste pour que l'humidité ne persiste pas longtemps;
- éliminer aussi les pousses terminales contaminées;
- utiliser des variétés tolérantes à cette maladie.

■ **Lutte:** sur des variétés sensibles, les symptômes peuvent déjà apparaître dès fin avril/début mai. Dans les régions à risques, un traitement est recommandé dès le début de végétation. Puis des traitements consécutifs tous les dix à quinze jours sont à prévoir. La pression de cette maladie est surtout élevée avec des conditions météorologiques humides et chaudes.



Fig. 13. Rameau atteint d'oïdium.

Antracnose (*Drepanopeziza ribis*)

La maladie provoque des taches grises sur les feuilles, en cas de forte attaque, elle peut entraîner une défoliation précoce.

■ **Symptômes:** les taches de couleur gris-brun (fig.14) apparaissent dès que les premières feuilles sont étalées. Elles sont anguleuses avec un léger halo jaune.

■ **Mesures préventives:**

- établir la culture de façon à favoriser une bonne circulation de l'air autour et à l'intérieur des arbustes;
- éviter les zones ombragées;
- éliminer les feuilles du sol qui représentent la source d'infections primaires.

■ **Lutte:** dans les situations à risques, il est recommandé de traiter avec des fongicides avant la floraison et après la récolte.



Fig. 14. Taches sur feuilles causées par l'antracnose.