

Revue suisse de Novembre-Décembre 2006 - Vol. 38 - N° 6
viticulture arboriculture
horticulture

Prix: 12.-

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



Guide VITI
2007-2008

+

Index phyto
VITICOLE
2007

+

Index phyto
ARBORICOLE
2007

PARUTION: fin février 2007

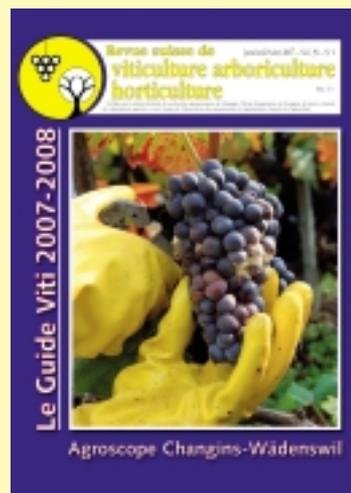
ULTIME DÉLAI
POUR LES COMMANDES
22 janvier 2007

À NOS ANNONCEURS

La *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture* éditera, dans son premier numéro de février 2007, les trois documents mentionnés ci-contre.

Le NOUVEAU «Guide VITI» sera valable durant deux années (2007-2008). Ce guide, très connu en Suisse et à l'étranger (France), reste l'outil de référence pour les viticulteurs, les enseignants, les vulgarisateurs, le commerce, les firmes de produits phytosanitaires et les étudiants.

➔ **Afin de faire connaître vos produits, nous vous suggérons de placer une ou plusieurs annonces dans ce numéro (VITI 1/07).**



Veillez d'ores et déjà réserver vos emplacements auprès de notre régie de publicité:

PRAGMATIC SA

MM. Boujon et Magnin

Av. de Saint-Paul 9 – 1223 COLOGNY

Tél. 022 736 68 06 – Fax 022 786 04 23

E-mail: magninpaul@bluewin.ch

Conférence Agroscope

ProfiCrops au coeur de l'Europe

Connecting people

Lundi 12 mars 2007

Lieu

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

Thème

- ProfiCrops au coeur de l'Europe - Conférences et discussion sur l'avenir et les perspectives de la production végétale en Suisse

Public cible

- Milieux intéressés par la production végétale incluant les domaines situés en amont et en aval: production, recherche, vulgarisation, commerce, industrie, administration, organisations professionnelles, formation, consommateurs et média.

Contact

- André Maillard, tél. 022 363 41 53,
andre.maillard@acw.admin.ch



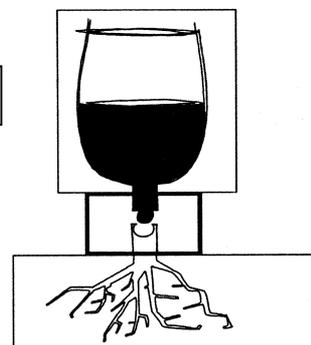
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de
l'économie DFE
Station de recherche
Agroscope Changins-Wädenswil ACW

www.acw.admin.ch

Pépinières

viticoles



Plantation à la machine

Pierre Richard

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

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

Analysez vous-
mêmes vos vins!

Pour déterminer simplement et rapidement:

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

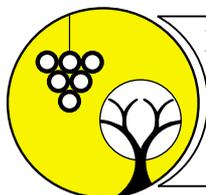
Hügli-Labortec AG

Hauptstr. 2, 9030 Abtwil

Tél. 071 311 27 41 – Fax 071 311 41 13

info@hugli-labortec.ch, www.hugli-labortec.ch

HÜGLI
LABORTEC



Sommaire



Photo de couverture:

Le lamier pourpre (*Lamium purpureum*) figure dans les inventaires botaniques qui ont été réalisés ces dernières années dans les vignobles romands. Globalement, la flore spontanée des vignes est encore assez peu connue et décrite. La nécessité d'optimiser l'utilisation des herbicides de même que la prise en compte grandissante de la biodiversité dans les vignobles plaident aujourd'hui pour une meilleure connaissance de ces espèces (voir à ce sujet l'article de Clavier et Delabays en p. 335).

(Photo Agroscope Changins-Wädenswil ACW)

Editorial

Mieux gérer la flore spontanée des cultures pérennes 333

N. DELABAYS

Agroscope Changins-Wädenswil (ACW)

Inventaire floristique des vignes de Suisse romande: connaître la flore pour mieux la gérer 335

Y. CLAVIEN et N. DELABAYS

Essai d'enherbement de la vigne avec des espèces peu concurrentielles: aspects botaniques et malherbologiques 343

N. DELABAYS, J.-L. SPRING et G. MERMILLOD

Essai d'enherbement de la vigne avec des espèces peu concurrentielles: aspects agronomiques 355

J.-L. SPRING et N. DELABAYS

Quel enherbement pour les cultures de framboisiers? 363

A. ANÇAY et N. DELABAYS

Efficacité et rémanence de différents insecticides sur les chenilles de capua (*Adoxophyes orana*) 371

P.-J. CHARMILLOT et D. PASQUIER

En collaboration avec Agridea

Données de base pour la fumure des plantes aromatiques et médicinales
Ch. CARLEN, C.-A. CARRON et P. AMSLER (au centre)

Ecole d'ingénieurs de Changins

Projet «Fûts de chêne» de l'Ecole d'ingénieurs de Changins: 379

Elevage des vins du terroir en fûts de chêne du terroir

Judith AUER, A. RAWYLER et Nicole DUMONT-BEBOUX

Nouveautés de l'Ecole d'ingénieurs de Changins

Etat des vignes l'année suivant une très forte grêle.
Observations à Lavaux après la chute du 18 juillet 2005 377

Table des matières 2006 388

Infos agricoles

Agenda + memento agricole 2007 391

Eternit présent à Swissbau 2007 avec un stand spectaculaire 391

Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture et/ou Revue suisse d'Agriculture

ÉDITEUR: AMTRA (Association pour la mise en valeur des travaux de la recherche agronomique).
CP 1006, 1260 Nyon 1 (Suisse) - www.amtra.ch

RÉDACTION: André Maillard (directeur et rédacteur 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. Brigueat (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 (2007)

	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-100 951.0 ou chèque



OldSTONES®
PANEL SYSTEM

Extrêmement fins, ...



**Des vrais murs
en fausses pierres**

flexibles, ...



résistants au feu, ...



isolants, ...



Des murs en parfaite harmonie avec leur entourage.

légers, ...



Des solutions pratiques pour créer de nouveaux espaces.
Des combinaisons avec tous types de styles et de matériaux.

imperméables, ...



indéformables, ...



facile à poser, ...



**Votre fournisseur
monteur...**



1070 Puidoux

Tél. 021 946 33 34 - Fax 021 946 33 86

www.serex-plastic.ch



**C'est le bon moment
pour votre choix!**

Variétés, clones, porte-greffes (34, 42, 50 cm)
Raisins de table
Service de plantation à la machine



Martin Auer Rebschulen • Pépinières Viticoles
Lisiloostrasse, 8215 Hallau / SH
E-mail: auer@rebschulen.ch
Tél. 052 681 26 27 Fax 052 681 45 63

LIXION

LE SÉCATEUR ÉLECTRONIQUE PELLENC NOUVELLE GÉNÉRATION
LA HAUTE TECHNOLOGIE AU SERVICE DE LA TAILLE

- AUTONOMIE JUSQU'À 3 JOURS SANS RECHARGE
- PUISSANCE, CAPACITÉ DE COUPE ET PROGRESSIVITÉ ACCRUES
- POIDS RÉDUIT
- MODÈLE POUR GAUCHER
- PRIX CHF 2100.— TVA INCL.



DISTRIBUTION - VENTE - SERVICE



1906 CHARRAT
Tél. 027 746 13 33
Fax 027 746 33 69

E-mail: etchapsa@omedia.ch

www.chappotmachines.com

Mieux gérer la flore spontanée des cultures pérennes

*La gestion de la flore spontanée des cultures spéciales pérennes (vignes, vergers, cultures de baies,...) va devoir évoluer ces prochaines années. En effet, l'usage généralisé d'herbicides pour leur entretien a généré des impasses: eaux souterraines et de surface contaminées, biotypes de mauvaises herbes résistants aux herbicides, banalisation de la flore, etc. Actuellement, les possibilités de désherbage chimique se réduisent comme peau de chagrin: retraits de molécules dans le processus de ré-homologation en cours au niveau européen, restrictions nationales pour certains herbicides particulièrement polluants ou contraintes édictées par les associations professionnelles, notamment pour l'attribution de labels. Parallèlement, la mise au point de nouveaux herbicides s'est notablement ralentie depuis plusieurs années, ce que traduit la baisse régulière du nombre de brevets déposés dans le secteur des pesticides. Concrètement, le désherbage repose donc aujourd'hui sur toujours moins de matières actives. Cette évolution n'a fait souvent que déplacer les problèmes environnementaux et constitue une situation très fragile sur le plan agronomique. D'abord, c'est un contexte idéal pour le développement et la dissémination d'adventices résistantes. Ainsi par exemple, au niveau mondial, les résistances au glyphosate, présentes aujourd'hui sur tous les continents, sont souvent apparues dans des vignes et des vergers. Ensuite, cette situation peut aussi conduire à des déséquilibres de la flore adventice, à l'image des infestations de morelles noires (*Solanum nigrum*) souvent observées à la suite de l'utilisation trop fréquente de flazasulfuron dans les vignes.*

Deux voies méritent aujourd'hui d'être explorées pour améliorer la gestion de la flore spontanée des cultures pérennes: mieux cibler le désherbage chimique et améliorer les méthodes alternatives. La première implique d'évaluer d'abord la nuisibilité réelle des plantes spontanées présentes dans les parcelles cultivées. Pour beaucoup d'espèces, cette nuisibilité demeure mal connue; or, elle peut être très variable d'une espèce à l'autre. A titre d'exemple, considérons deux espèces figurant dans l'inventaire de la flore des vignes de Suisse romande (voir l'article de Clavien et Delabays en p. 335): d'un côté la modeste luzerne

*(*Medicago minima*), peu vigoureuse, souvent annuelle et capable, comme toutes les légumineuses, de fixer l'azote atmosphérique; de l'autre le liseron des champs (*Convolvulus arvensis*), une plante pérenne au système racinaire profond et proliférant, et de surcroît hôte de la maladie du bois noir et de son vecteur! Mieux cibler le désherbage signifie aussi tenir compte de la sensibilité, souvent très variable, des différentes espèces aux herbicides qui leur sont appliqués.*

Comme alternative au désherbage, un enherbement total ou partiel peut être pratiqué sur la parcelle cultivée. Les avantages de l'enherbement ces dernières années est réjouissant. Son défaut majeur reste la compétition qu'il exerce vis-à-vis de la culture, qui peut présenter un risque pour la productivité et la qualité des récoltes. L'utilisation d'espèces peu concurrentielles pourrait limiter ce risque. Un programme de sélection de telles espèces a démarré il y a quelques années et les premiers résultats au champ sont aujourd'hui présentés pour la vigne (Spring et al., p. 343; Delabays et Spring, p. 355) et en culture de framboisiers (Ançay et Delabays, p. 363).

L'entretien du sol et la gestion de la flore spontanée des cultures spéciales pérennes constituent un problème complexe, tributaire des conditions de milieu, de la topographie, de la variété cultivée, du mode de conduite, etc. Cette complexité risque de s'accroître encore avec la nécessité de mieux considérer la biodiversité des parcelles cultivées. Pour l'appréhender, une meilleure connaissance de la flore de ces parcelles s'impose. L'inventaire réalisé en 2005 dans un réseau de parcelles des vignobles de Romandie (Clavien et Delabays, p. 335) contribue à remplir cet objectif. La reconnaissance des plantes devrait en outre favoriser les échanges d'expériences entre les praticiens, ce qui constitue sans doute la ressource la plus précieuse pour maîtriser cette complexité.

Nicolas Delabays

 E-mail: nicolas.delabays@acw.admin.ch



GIGANDET SA 1853 YVORNE

Atelier mécanique

Tél. 024 466 13 83

Machines viticoles, vinicoles et agricoles

Fax 024 466 43 41

Votre spécialiste VASLIN-BUCHER depuis plus de 30 ans

**VENTE
SERVICE**

**RÉPARATION
RÉVISION**

**NOUVEAU
PRESOIR
PNEUMATIQUE
5 hl
X Pro 5**



**Pressoirs
Pompes**

VASLIN  BUCHER

**Egrappoirs
Fouloirs**

Réception pour vendange

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



Tracteur Viti-plus équipé d'une prétailleuse Binger ou Ero

LOEFFEL

- Tracteurs à roues et à chenilles hydrostatiques, adaptables à la largeur de vos vignes, pentes jusqu'à 70%
- Construction et recherche mécanique viticole

Les Conrardes 13 - 2017 Boudry

Tél. 032 842 12 78 - Fax 032 842 55 07

Découvrez notre large assortiment sous www.loeffel-fils.com



Inventaire floristique des vignes de Suisse romande: connaître la flore pour mieux la gérer

Y. CLAVIEN, Université de Neuchâtel, Laboratoire Sol & Végétation, rue Emile-Argand 11, 2009 Neuchâtel

N. DELABAYS, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1

E-mail: nicolas.delabays@acw.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 423.



Résumé

Actuellement, la gestion des sols viticoles dépend beaucoup de l'utilisation des herbicides. Ces derniers, très efficaces, génèrent cependant des problèmes toujours plus aigus: pollution des eaux, développement de résistances, banalisation de la flore, etc. Aussi, une meilleure gestion de la flore des vignes se justifie pour garantir la qualité agronomique et écologique des cultures. La végétation spontanée des vignes est encore relativement méconnue en Suisse romande. Cet article fait la synthèse d'un inventaire floristique réalisé en 2004 dans le but de combler le manque de données disponibles pour le vignoble romand. 211 espèces ont été recensées, la plupart n'étant que sporadiquement observées. A l'inverse, peu d'espèces se sont montrées très fréquentes: seules 25 espèces étaient présentes dans plus de la moitié des parcelles étudiées. L'inventaire a également distingué différents types d'entretiens du sol: enherbement, travail mécanique et désherbage chimique. Les surfaces enherbées sont les plus riches en espèces. Cette richesse spécifique tend à diminuer avec l'intensification des pratiques d'entretien du sol, même si, dans cet inventaire, cette évolution n'a pu être soulignée statistiquement. Certaines caractéristiques expliquant le succès des espèces les plus fréquentes sont également discutées dans cet article. Selon les informations recueillies au cours de ce travail, une gestion plus ciblée de l'entretien du sol paraît réalisable.

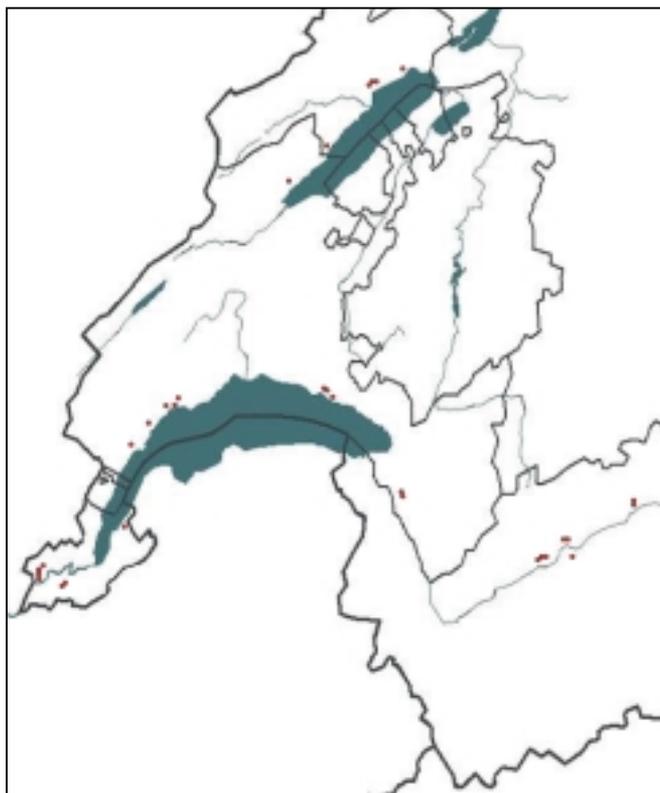


Fig. 1. Carte de répartition des relevés.

Introduction

En viticulture, l'entretien des sols vise principalement à gérer la végétation herbacée spontanée (Huglin et Schneider, 1998). Ces dernières décennies, cet objectif a été essentiellement assuré par l'application généralisée d'herbicides. Or, le désherbage chimique, certes efficace et relativement économique, gé-

nère des problèmes toujours plus aigus. En premier lieu, on retrouve encore trop souvent des résidus d'herbicides – notamment ceux utilisés en viticulture – dans les eaux souterraines (OFEFP/OFEG, 2004) et superficielles (Bernard, 2001) de notre pays. Ensuite, le développement de biotypes de mauvaises herbes résistants aux herbicides (Delabays *et al.*, 2004) menace la durabilité

des stratégies appliquées. Ce risque est d'ailleurs accentué par la réduction régulière de la palette des matières actives autorisées ou recommandées en viticulture (Delabays et Bohren, 2007). Enfin, le désherbage chimique a clairement appauvri et banalisé la flore spontanée des vignes. Or, la biodiversité du vignoble, comme celle des autres milieux cultivés, suscite un intérêt grandissant,

au point que sa promotion est aujourd'hui un objectif clairement affiché (Agridea, 2006). Il est donc temps de poser un regard différent sur la flore des vignes et sa gestion.

Cette flore des vignes est encore peu connue, notamment en Suisse romande. Un inventaire préliminaire de la végétation des vignobles romands avait été effectué en 2001. Il avait permis de recenser 109 espèces végétales, dont une vingtaine présente dans la majorité des parcelles (Delabays *et al.*, 2005). En vue de compléter ces premières données, un inventaire plus approfondi a été effectué en 2004 dans une série de vignes des différentes régions viticoles de Suisse romande. Les différents types de techniques d'entretien des sols ont également été considérés et distingués: désherbage chimique, travail du sol et enherbement.

Ce travail avait pour but de donner un aperçu plus détaillé de la diversité végétale rencontrée dans les parcelles viticoles et également de documenter les possibilités d'une meilleure gestion de cette végétation.

Matériel et méthodes

Les relevés floristiques ont été effectués du 20 juillet au 14 septembre 2004, période durant laquelle l'ensemble des espèces estivales sont représentées, ainsi qu'une majorité d'espèces printanières. Les relevés ont porté sur 31 parcelles réparties dans 24 communes de Suisse romande (fig.1). Ils ont consisté à identifier les espèces présentes dans chaque parcelle et à évaluer leur contribution au recouvrement total de la végétation (selon le code d'abondance-dominance de Braun-Blanquet).

Pour les relevés, les parcelles ont été divisées selon le type d'entretien du sol: traitement à l'herbicide à action résiduaire et éventuellement à l'herbicide à action foliaire (HR), traitement à l'herbicide à action foliaire uniquement (HF), travail du sol (TS) et enherbement permanent (EP).

Chaque variante distinguée initialement par parcelle n'a pas forcément été retenue. Par exemple, les rangs désherbés chimiquement n'ont pas systématiquement été relevés. Par ailleurs, les bordures de vignes, sous influence directe des milieux adjacents, n'ont pas été relevées, afin de ne représenter que les éléments floristiques présents au sein des cultures. Les données ont été prises sur une aire de 500 m², une surface optimale déterminée dans le cadre d'essais préliminaires (Clavien, 2005).

Au total, l'échantillon obtenu comptabilise 46 relevés floristiques jugés homogènes, certains étant donc situés sur la même parcelle.

Résultats et discussion

Diversité floristique

Sur les 46 surfaces retenues, de 500 m² chacune, 211 espèces ont pu être distinguées. La moyenne par relevé est de 35 espèces, avec un minimum de 10 et un maximum de 74. La moyenne par parcelle étudiée est de 43 espèces, avec un minimum de 13 et un maximum de 74.

Les relevés des variantes «enherbement permanent» (n = 22) comptabilisent 183 espèces, tandis que les relevés représentant les autres types d'entretien du sol (n = 24) n'en comptent que 150. Cette différence se retrouve dans la comparaison des moyennes: les surfaces enherbées contiennent en moyenne 42 espèces et les surfaces non enherbées, 27 (fig. 2). Une distinction plus détaillée

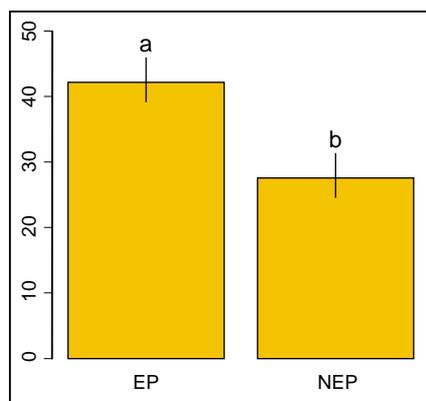


Fig. 2. Richesse spécifique. Moyennes et écarts standards selon les types d'entretiens du sol, distingués en «enherbement permanent» (EP) et «surfaces désherbées» (NEP). Les lettres différentes au-dessus des barres indiquent des différences significatives selon le test de Student (p-value < 0,05).

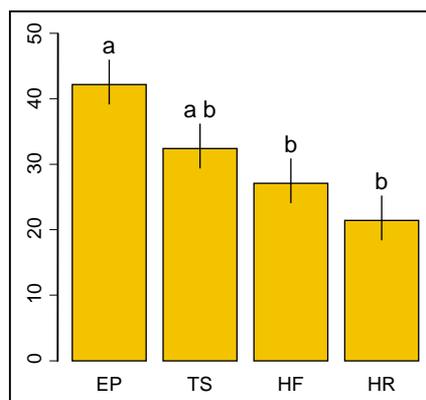


Fig. 3. Richesse spécifique. Moyennes et écarts standards selon les types d'entretiens du sol distingués en «enherbement permanent» (EP), «travail du sol» (TS), «herbicide foliaire» (HF) et «herbicide résiduaire» (HR). Les lettres différentes au-dessus des barres indiquent des différences significatives selon le test de rang non apparié de Wilcoxon (p-value < 0,05).

des variantes non enherbées donne les moyennes suivantes: 32 espèces répertoriées pour le «travail du sol» (n = 7), 27 pour l'«herbicide foliaire» (n = 9) et 21 pour l'«herbicide résiduaire» (n = 8; fig. 3). Ces valeurs ne sont cependant pas statistiquement différentes, peut-être à cause du nombre restreint de relevés pour les variantes désherbées, et également en raison de la large dispersion des valeurs obtenues pour certaines catégories d'entretien du sol. Les variantes «travail du sol», en particulier, affichent une large amplitude, avec des valeurs s'étalant entre 17 et 52 espèces répertoriées. Cette variation peut également résulter du fait que la végétation se développe distinctement selon les conditions pédo-climatiques et qu'elle dépend aussi de l'intervalle entre la période de traitement et la prise de données.

Quant aux variantes «herbicide foliaire» et «herbicide résiduaire», elles se distinguent significativement de la variante «enherbement permanent».

L'échantillon obtenu dans le cadre de cet inventaire montre donc que la richesse spécifique de la variante «enherbement permanent» se distingue bien des autres types d'entretien du sol. Sans grande surprise, la pratique de l'enherbement permanent semble favoriser une certaine diversité végétale dans les vignes. Bien que cette diversité semble diminuer avec l'intensification des pratiques d'entretien du sol, le nombre restreint de relevés par variante désherbée ne permet pas de confirmer statistiquement des différences. Davantage de relevés par variante permettraient peut-être de le faire. La valeur maximale de richesse spécifique atteinte pour les variantes «travail du sol» (52 espèces) suggère que ce type d'entretien du sol reste temporairement intéressant.

Les mêmes analyses effectuées à partir des indices de diversité de Shannon, qui permettent de représenter la dominance (contribution des espèces au recouvrement total) ainsi que l'abondance (nombre d'espèces), mènent à des conclusions identiques. De même, la pondération de la présence des espèces par un indice traduisant leur fréquence à l'échelle nationale ne montre que peu de variations par rapport au simple calcul du nombre d'espèces.

Finalement, on notera que les cinq relevés les plus riches en espèces proviennent tous des surfaces enherbées: deux sont en culture biologique (bien que ce type de culture soit sous-représenté dans notre échantillon) et trois en production intégrée, dont deux avec pratique du fauchage alterné et un figurant comme enherbement de longue date.

Du point de vue de la diversité végétale, les efforts consentis par les viticulteurs pour améliorer la qualité écologique des vignes semblent donc porter leurs fruits.

Composantes de la flore des vignes

Le nombre élevé d'espèces recensées (211) pourrait laisser penser qu'une gestion mieux ciblée de l'entretien des sols sera compliquée. Toutefois, comme le montre l'histogramme de fréquence des espèces (fig. 4), tel n'est heureusement pas le cas: peu d'espèces sont très fréquentes et, à l'inverse, beaucoup d'espèces sont peu fréquentes. Cette distribution s'explique principalement par des conditions défavorables au développement des plantes dues aux nombreuses perturbations humaines, que ce soit sur les surfaces enherbées (fauchage, pression mécanique, etc.) ou désherbées (sarclages, traitements chimiques, etc.). Ainsi, seules des espèces bien adaptées aux conditions culturales de la vigne se rencontrent abondamment sur l'ensemble des relevés. D'autre part, l'échantillon obtenu recense beaucoup d'espèces qualifiées d'accidentelles, dont la présence dans les vignes résulte d'une dispersion très aléatoire depuis les milieux environnants. Il s'ensuit que seules 25% des espèces répertoriées sont présentes dans plus de dix relevés et que 52 espèces (24,6%) n'apparaissent qu'une seule fois sur l'ensemble des relevés. Dès lors, seules quelques espèces apparaissent comme déterminantes pour la gestion de l'entretien des sols. Ce nombre se réduit d'autant plus si l'on considère les régions viticoles séparément et que l'on distingue l'enherbement permanent des autres

Tableau 1. Les dix espèces les plus fréquemment relevées avec les différents types d'entretien du sol. Entre parenthèses figure le nombre d'occurrences.

Tous les types (n = 46)	Enherbement permanent (n = 22)	Autres types d'entretiens du sol (n = 24)
Liseron des champs (45)	Liseron des champs (22)	Liseron des champs (23)
Pissenlit officinal (43)	Pissenlit officinal (22)	Amarante réfléchie (22)
Amarante réfléchie (39)	Trèfle rampant (21)	Pissenlit officinal (21)
Trèfle rampant (37)	Ivraie vivace (20)	Digitaire sanguine (19)
Digitaire sanguine (35)	Renouée des oiseaux (19)	Morelle noire (17)
Renouée des oiseaux (35)	Amarante réfléchie (17)	Séneçon vulgaire (17)
Ivraie vivace (29)	Luzerne lupuline (17)	Renouée des oiseaux (16)
Mauve négligée (29)	Mauve négligée (17)	Trèfle rampant (16)
Laiteron rude (28)	Digitaire sanguine (16)	Laiteron rude (16)
Séneçon vulgaire (28)	Grand plantain (16)	Chénopode blanc (14)

types d'entretien du sol. Le tableau 1 rapporte les espèces les plus communes dans l'ensemble des relevés. Il distingue également les espèces particulièrement fréquentes dans les surfaces enherbées et celles plutôt caractéristiques des sols régulièrement désherbés.

Description des espèces les plus fréquentes

Le **liseron des champs** (*Convolvulus arvensis*; fig. 5) est sans conteste l'espèce la plus fréquente dans les vignes de Suisse romande, puisqu'il n'est absent que d'un seul relevé. Son succès

peut s'expliquer de plusieurs façons: le désherbage chimique printanier en plein paraît particulièrement favoriser cette espèce vivace; de par la profondeur de son enracinement, jusqu'à 2 m, il n'est pas (ou très peu) affecté par les herbicides à action racinaire, qui agissent habituellement à la surface ou dans les couches superficielles du sol. En outre, l'adjonction d'herbicides à action foliaire diminue la concurrence qui aurait pu être induite par d'autres espèces. Par conséquent, lors de sa levée, qui intervient à peu près en même temps que le débourrement de la vigne, le liseron des champs se trouve dans des conditions extrêmement favorables, profitant

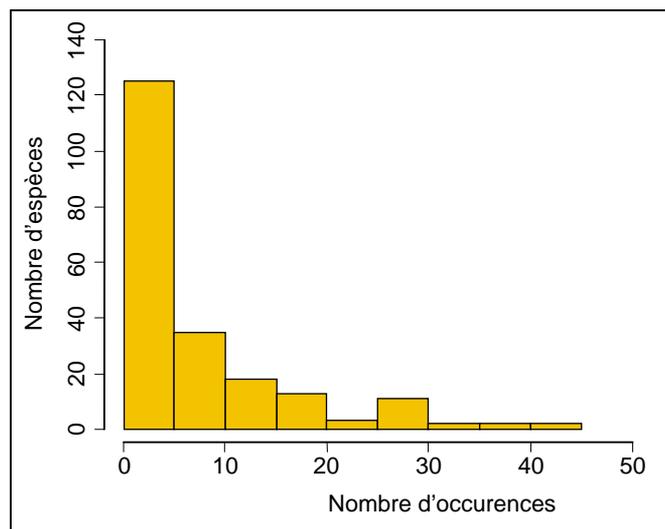


Fig. 4. Histogramme de fréquence des espèces.



Fig. 5. Le liseron des champs (*Convolvulus arvensis*), l'espèce la plus fréquente de l'inventaire, répertoriée dans la quasi-totalité des relevés.



Fig. 6. L'amarante réfléchie (*Amaranthus retroflexus*), une mauvaise herbe également très fréquente dans les vignobles, notamment ceux au sol travaillé ou désherbé chimiquement.

pleinement du soleil et souvent également des nutriments mis à disposition par l'épandage d'engrais. Les réserves accumulées ensuite par la plante se rajoutent à celles stockées dans les racines l'année précédente et lui permettent en général de faire face aux traitements estivaux à base d'herbicides à action foliaire, en particulier lorsque ceux-ci interviennent trop tôt dans la saison. Du fait de la friabilité de son système racinaire, le désherbage manuel n'a souvent pour effet que de retarder légèrement son cycle et ne suffit pas à l'éliminer. Cette friabilité semble également favoriser le liseron dans les situations de travail du sol: les machines lui offrent une opportunité de dispersion qui lui permet de se développer plus loin et de se multiplier. Même dans les conditions d'enherbement permanent, le liseron des champs a souvent l'avantage d'être présent avant le développement du tapis végétal, et peut s'imposer rapidement. De même, ses caractéristiques volubiles (au même titre que la vigne!) lui permettent de résister longtemps à la concurrence, en s'élevant sans cesse au-dessus de ses rivaux pour profiter au mieux du soleil. Pas étonnant donc de retrouver le liseron des champs dans quasi tous les relevés de cet inventaire, de même que dans l'esprit de la majorité des vigneronns lorsqu'ils parlent de «mauvaises herbes».

Les autres espèces les plus fréquentes adoptent différentes stratégies. Certaines pionnières telles que le **chéno-**

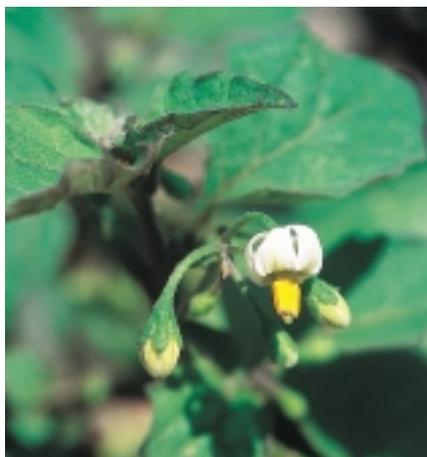


Fig. 7. La morelle noire (*Solanum nigrum*), une espèce qui peut bénéficier d'une utilisation régulière du flazasulfuron, un herbicide des vignes peu efficace contre cette adventice.

pode blanc (*Chenopodium album*) ou l'**amarante réfléchie** (*Amaranthus retroflexus*; fig. 6) bénéficient d'un potentiel de dormance des graines de longue durée, de plus leurs graines sont produites en grande quantité. La **morelle noire** (*Solanum nigrum*; fig. 7) a l'avantage de ne pas être touchée par certains herbicides (flazasulfuron). Sa fréquence rappelle l'importance d'une utilisation alternée des différents principes actifs telle que préconisée dans les stratégies de désherbage chimique. Le développement des espèces pionnières citées ci-dessus diminue cependant avec l'apparition d'espèces plus compétitives. Le **pissenlit officinal** (*Taraxacum officinale*), présent presque aussi fréquemment dans les zones enherbées que désherbées, en fait assurément partie. Son succès peut s'expliquer par une combinaison de différentes caractéristiques: plante vivace à réseau racinaire profond (jusqu'à 2 m), potentiel de dispersion à grande distance (au moyen de soies plumeuses), fructification précoce précédant en général les désherbages chimiques et mécaniques printaniers, présence étendue dans quasi tous les milieux bordant les vignes, développement végétatif en rosette lui permettant d'éviter les méfaits du fauchage... Parmi les espèces qui bénéficient également d'un potentiel de dispersion à grande distance, on retrouve d'autres Astéracées, telles que le **laiteron rude** (*Sonchus asper*) et le **séneçon vulgaire** (*Senecio vulgaris*). Parmi les espèces favorisées par le fauchage, le **grand plantain** (*Plantago major*) se développe également en rosette. D'autres espèces comme la **renouée des oiseaux** (*Polygonum aviculare*), le **trèfle rampant** (*Trifolium repens*), la **luzerne lupuline** (*Medicago lupulina*) ou la **mauve né-**

gligée (*Malva neglecta*) échappent à la fauche grâce à leur appareil végétatif généralement étalé horizontalement. Les graminées comme l'**ivraie vivace**, ou ray-grass anglais (*Lolium perenne*), et la **digitaire sanguine** (*Digitaria sanguinalis*) sont aussi favorisées par ce type de pratique. De plus, l'ivraie vivace a l'avantage de se retrouver dans de nombreux mélanges de semences utilisés pour l'engazonnement des interlignes de vignes. La digitaire sanguine semble échapper à l'efficacité de certains herbicides (flazasulfuron), et profite également d'un potentiel de dormance des graines de longue durée.

Ces éléments ne sauraient expliquer à eux seuls le succès de ces espèces dans les vignes. Ils donnent néanmoins une idée des caractéristiques favorisant le développement abondant de ces plantes dans un milieu qui *a priori* leur est hostile.

Les espèces plus rares, à protéger ou indésirables

Selon la *Liste rouge des fougères et des plantes à fleurs menacées de Suisse* (Moser *et al.*, 2002), quatorze espèces, soit près de 7% des plantes recensées au cours de cette étude, sont menacées d'extinction en Suisse à des degrés divers: cinq espèces sont potentiellement menacées (*Anagalis foemina*, *Scorzonera laciniata*, *Stachys sylvatica*, *Eleocharis austriaca* et *Avena fatua*), six encourent un risque élevé d'extinction (*Heliotropium europeum*, *Kickxia spuria*, *Lolium rigidum*, *Torilis arvensis*, *Tragus racemosus* et *Lathyrus tuberosus*) et trois espèces un risque très élevé d'extinction (*Asperula arvensis*, *Chenopodium vulvaria* et *Chenopodium album ssp. striatum*) (fig. 8 à 11). La présence de ces espèces menacées devrait encourager une viticulture plus extensive.

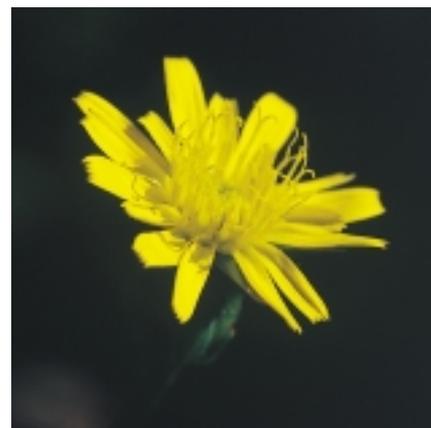


Fig. 8. La scorzonère en lanières (*Scorzonera laciniata*) une espèce rare présente dans les vignes en Valais.

A l'inverse, la liste d'espèces établie dans cet inventaire fait apparaître 12 néophytes, c'est-à-dire des espèces introduites par l'homme après l'an 1500, dont huit non européennes et, surtout, une à potentiel invasif: le solidage du Canada (*Solidago canadensis*). Ce néophyte devrait donc impérativement être surveillé par les vignerons pour éviter qu'il n'envahisse les vignes.

Discussion générale et perspectives

Plus précis que l'inventaire préliminaire de 2001 (Delabays *et al.*, 2005) et effectué à des périodes légèrement différentes, l'inventaire de 2004 révèle un

quasi-doublement de l'effectif (211 espèces contre 109 en 2001). Par ailleurs, certaines espèces recensées au cours du premier inventaire n'ont pas été retrouvées. Cette observation montre que l'échantillon obtenu dans le cadre de ce travail ne saurait être exhaustif, considérant particulièrement la surface totale recouverte par les vignes de Suisse romande (11 279 ha).

Cependant, dans les deux inventaires, on retrouve quasiment les mêmes espèces parmi les plus fréquentes. La végétation des vignes romandes semble donc composée d'un ensemble relativement restreint d'espèces communes, qu'on retrouve indépendamment des régions viticoles prospectées et des types d'entretiens du sol effectués. Le tableau 2 répertorie les espèces de l'in-

ventaire 2004 présentes dans plus de la moitié des parcelles étudiées, tous types d'entretiens du sol confondus: il ne contient «que» 25 espèces.

Autour de ce noyau commun gravitent énormément d'espèces peu fréquentes, essentiellement dispersées depuis les milieux environnants et dont la présence est ainsi très aléatoire. Seules quelques espèces se retrouvent uniquement dans une région donnée ou s'y développent de manière plus abondante, à l'instar de *Scorzonera laciniata* et de *Tragus racemosus* en Valais, ou de *Crepis setosa* sur La Côte (VD). D'autres espèces paraissent se développer de préférence en fonction du type d'entretien du sol. Reste que, globalement, en reconnaissant un nombre relativement restreint d'espèces (tabl. 2), le vign-



Fig. 9, 10 et 11. L'héliotrope d'Europe (*Heliotropium europaeum*), le torilis des champs (*Torilis arvensis*) et la gesse tubéreuse (*Lathyrus tuberosus*), trois espèces menacées en Suisse et que l'on peut trouver dans les vignobles.

Tableau 2. Liste des espèces retrouvées dans plus de la moitié des 31 parcelles étudiées dans le cadre de l'inventaire 2004.

Espèce	Nom latin	Nombre d'occurrences (sur 31 parcelles étudiées)
Liseron des champs	<i>Convolvulus arvensis</i>	30
Pissenlit	<i>Taraxacum officinale</i>	29
Amarante réfléchie	<i>Amaranthus retroflexus</i>	28
Digitaire sanguine	<i>Digitaria sanguinalis</i>	27
Trèfle rampant	<i>Trifolium repens</i>	25
Renouée des oiseaux	<i>Polygonum aviculare</i>	25
Vergerette du Canada	<i>Coryza canadensis</i>	24
Ray-grass anglais	<i>Lolium perenne</i>	23
Séneçon vulgaire	<i>Senecio vulgaris</i>	22
Laiteron rude	<i>Sonchus asper</i>	22
Luzerne lupuline	<i>Medicago lupulina</i>	21
Mauve négligée	<i>Malva neglecta</i>	21
Morelle noire	<i>Solanum nigrum</i>	21
Sétaire verte	<i>Setaria viridis</i>	20
Chénopode blanc	<i>Chenopodium album</i>	20
Pâturin annuel	<i>Poa annua</i>	19
Géranium des Pyrénées	<i>Geranium pyrenaicum</i>	19
Véronique de Perse	<i>Veronica persica</i>	19
Grand plantain	<i>Plantago major</i>	19
Plantain lancéolé	<i>Plantago lanceolata</i>	17
Laiteron maraîcher	<i>Sonchus oleraceus</i>	17
Echinochloa pied-de-coq	<i>Echinochloa crus-galli</i>	16
Pâturin des prés	<i>Poa pratensis</i>	16
Erodium bec-de-cigogne	<i>Erodium cicutarium</i>	16
Euphorbe réveille-matin	<i>Euphorbia helioscopia</i>	16

ron disposerait d'une base solide pour appréhender la gestion de la flore qui peuple ses vignes.

L'analyse des indices de diversité a permis de mettre en évidence et d'estimer les différences entre surfaces enherbées et désherbées. Davantage d'observations permettrait certainement de dégager des variations également entre les différentes techniques de désherbage. Ces résultats permettent aussi de mieux appréhender la notion de diversité végétale dans les vignes de Suisse romande. Les caractéristiques des surfaces les plus diversifiées montrent que cette richesse résulte d'efforts consentis par le viticulteur pour améliorer la qualité écologique de sa culture. La rétribution des vigneronns pour une gestion de l'entretien du sol favorable à l'accroissement de la biodiversité dans les vignes paraît donc justifiable.

Selon les résultats et les réflexions qui découlent de cette étude, la culture de la vigne – souvent décriée du fait de son implantation en lieu et place de milieux naturels très diversifiés – pourrait figurer parmi les types de cultures les plus favorables à la diversité végétale. Une extensification et une diversification à plus large échelle des pratiques d'entretien du sol restent toutefois nécessaires pour que les vignes puissent jouer ce rôle. Du point de vue agronomique et économique, cette extensification nécessiterait une optimisation des pratiques d'entretien, en particulier dans les contextes les plus séchards. L'étude plus approfondie des mécanismes impliqués dans l'installation et l'évolution des couvertures végétales pourrait contribuer à intégrer harmonieusement les vignes dans leur environnement naturel. La description des quelques caractéristiques pouvant expliquer le succès des espèces les plus fréquentes montre qu'une gestion plus ciblée de la flore reste possible, moyennant l'acquisition de certaines connaissances de base.

Conclusions

- ❑ Avec plus de 200 espèces répertoriées dans les inventaires réalisés à ce jour, la flore des vignobles romands apparaît comme très diversifiée.
- ❑ Les pratiques d'entretien du sol ont par ailleurs une influence déterminante sur cette diversité.
- ❑ Néanmoins, le nombre d'espèces fréquentes reste relativement réduit. Ainsi, la reconnaissance d'une trentaine d'espèces devrait permettre aux vigneronns d'appréhender la grande majorité de la flore présente dans leurs parcelles.
- ❑ Une telle reconnaissance contribuerait à mieux gérer la flore spontanée des vignes, en particulier en optimisant l'utilisation des herbicides et en promouvant une biodiversité intéressante.
- ❑ A cette fin, la rédaction de fiches de reconnaissance est en cours, comportant la description des espèces, l'analyse de leurs impacts agronomiques et de leur intérêt écologique, ainsi que la présentation des pratiques assurant leur maîtrise.

La réalisation de fiches floristiques – actuellement en cours –, destinées à guider le viticulteur dans sa gestion de l'entretien des sols, s'inscrit dans la continuité de ce travail.

Remerciements

Nos sincères remerciements s'adressent aux viticulteurs, qui ont spontanément accepté de collaborer à cette étude en partageant leurs expériences, leurs connaissances, leurs échecs et leurs succès. Merci également à M. Stéphane Emery pour sa relecture attentive du manuscrit.

Bibliographie

- Bernard M., 2001. Produits phytosanitaires dans les eaux de surface: campagne 2000 et 2001, canal de Fully et Morge (VS). *Bull. Murithienne* **119**, 21-29.
- Clavien Y., 2005. La végétation des vignes en Suisse romande. Rapport de stage, Agroscope Changins-Wädenswil, 14 p.

Delabays N. & Bohren Ch., 2007. Le glyphosate: une analyse critique de la situation helvétique. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **39** (à paraître).

Delabays N., Clavien Y., Mermillod G. & Emery S., 2005. La flore des vignes: entre richesse botanique et mauvaises herbes. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **37** (1), 49-51.

Delabays N., Mermillod G. & Bohren C., 2004. Mauvaises herbes résistantes aux herbicides en Suisse: passé, présent... futur? *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **36** (4), 149-154.

Huglin P. & Schneider C., 1998. *Biologie et Ecologie de la Vigne*. Lavoisier, Paris, 370 p.

Moser D., Gyax A., Bäumler B., Wyler N. & Palese R., 2002. Liste rouge des Fougères et Plantes à Fleurs menacées de Suisse. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne; Centre du réseau suisse de floristique, Chambésy; Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Berne, 118 p.

OFEFP/OFEG, 2004. NAQUA – Qualité des eaux souterraines en Suisse 2002/2003. Résumé étendu. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage/Office fédéral des eaux et de la géologie, Berne, 8 p.

Agridea, 2005. Viticulture, fiches techniques. Mise à jour 2006, Lausanne, ch. 9.

Riassunto

Inventario floristico dei vigneti della Svizzera romanda: conoscere la flora per meglio gestirla

Attualmente, la gestione dei suoli viticoli è molto dipendente dall'utilizzazione degli erbicidi, i quali, pur essendo molto efficaci, generano tuttavia problemi la cui intensità è in aumento: inquinamento delle acque, sviluppo di resistenze, banalizzazione della flora, ecc. Quindi, una migliore gestione della flora dei vigneti si giustifica, per garantire la qualità agronomica ed ecologica delle colture. Ciononostante, la vegetazione spontanea delle vignes è ancora relativamente poco studiata in Svizzera romanda e rimane misconosciuta. Questo articolo fa la sintesi di un inventario floristico realizzato allo scopo di colmare un po' la mancanza di dati disponibili sul vigneto romando. Globalmente,

questo inventario ha permesso di recensire 211 specie, molte delle quali sono risultate poco frequenti. Al contrario, relativamente poche specie si sono mostrate molto frequenti. Così, solo 25 specie sono presenti in più della metà delle parcelle studiate. L'inventario ha ugualmente distinto differenti tipi di gestione del suolo: inerbito, con lavoro meccanico e con diserbo chimico. Dal punto di vista della ricchezza specifica, le superfici inerbite presentano valori più elevati che le superfici diserbate ed è percettibile una tendenza alla diminuzione di questi valori in relazione all'intensificazione delle pratiche di gestione del suolo, anche se, nell'ambito di questo inventario, questa tendenza non ha potuto essere sottolineata statisticamente. Sono ugualmente discusse alcune caratteristiche che potrebbero spiegare il successo delle specie più frequenti. Sulla base delle informazioni raccolte nel corso di questo lavoro, una gestione più specifica della manutenzione del suolo sembrerebbe realizzabile.

Zusammenfassung

Botanisches Inventar der Westschweizer Rebgebiete: die Pflanzenarten kennen um die Bestandslenkung zu optimieren.

Heutzutage wird die lebende Bodenbedeckung in Rebbergen hauptsächlich mit Herbiziden behandelt. Diese hochwirksamen Stoffe verursachen zunehmend Probleme wie Verunreinigung von Wasser, Förderung der Resistenzbildung und Verarmung der Arten. Deshalb drängt sich eine zielgerichtete Bestandeslenkung auf, welche die Qualität des Weins garantiert und den ökologischen Anforderungen genügt. Die Flora in Westschweizer Rebgebieten wurde bisher wenig untersucht und ist deshalb schlecht bekannt. Dieser Artikel präsentiert ein botanisches Inventar, welches mit dem Ziel erstellt wurde, die in Westschweizer Rebbergen vorkommenden Pflanzenarten zu erfassen. Es enthält gegenwärtig 211 Arten. Viele dieser Arten sind selten zu finden, währenddem einige wenige Arten sehr häufig vorkommen. Nur 25 Arten kommen auf der Hälfte der untersuchten Flächen vor. Das Inventar unterscheidet auch zwischen unterschiedlichen Typen der Pflege des Zwischenreihenbereiches: Begrünung, Bodenbearbeitung und chemische Unkrautkontrolle. Auf begrüneten Flächen wurde eine reichere Artenvielfalt festgestellt als auf Flächen, wo die Begrünung mit Herbiziden kontrolliert wurde. Eine Tendenz zur Artenreduktion bei steigender Intensivierung des Herbizideinsatzes ist beobachtbar, wurde aber im Rahmen dieser Studie nicht statistisch belegt. Charaktereigenschaften, welche den Erfolg einiger Arten begründen könnten, wurden beschrieben. Mit den hier vorliegenden Informationen sollte eine zielgerichtete Bestandeslenkung in Rebbergen möglich sein.

Summary

Botanical inventory in vineyards from the French-speaking part of Switzerland: knowing the vegetation to improve its management

Presently, ground management in vineyards relies mainly on the use of herbicides. These are very efficient but they raise growing concerns about problems such as water contamination, development of herbicide resistant biotypes and reduction of biodiversity in cultivated fields. Obviously, a better management of the spontaneous vegetation in vineyard is now needed. Yet, the flora of Swiss vineyards is still not well known, as it has not been widely studied. This paper presents a synthesis of a botanical inventory carried out in the different vineyard areas of the French-speaking part of Switzerland. Globally, 211 species have been observed but the majority of them are not very frequent. On the contrary relatively few species are really frequent: only 25 species have been found in more than half of the fields studied. The inventory also distinguished between different soil managements: cover cropping, mechanical management, herbicide applications. Species richness is higher in field with ground cover than in weeded plots and it tends to decrease with intensification.

Key words: spontaneous flora, vineyards, weed management.

Pépinières viticoles



Héli Dutruy

Ch. du Lac 2
1297 Founex

Tél. 022 776 16 39
Fax 022 776 64 24

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

la production de plants de
vignes de haute qualité

la sélection des meilleurs
clones et souches de cépages nobles

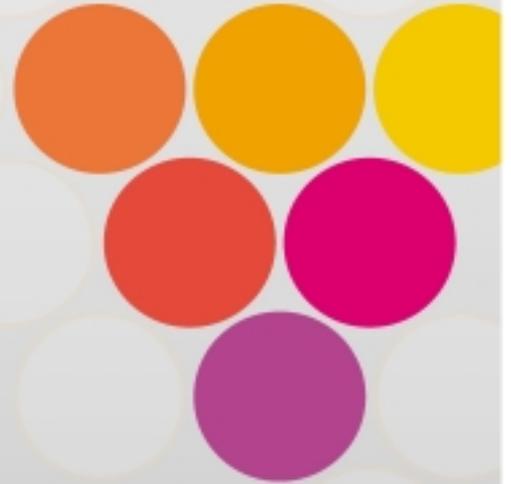
la production de nos
propres porte-greffes

un service digne
de ce nom.

Messe Stuttgart
Au centre du marché



Qui souhaite investir doit s'informer ici



Si vous souhaitez vous faire une idée globale de toutes les facettes de la production moderne du vin et du vin mousseux, l'INTERVITIS INTERFRUCTA vous propose une véritable mine d'or.

L'INTERVITIS INTERFRUCTA est le salon leader des technologies du vin, des fruits et des jus de fruits et un point de rencontre international pour l'économie et les sciences. Quelque 600 exposants venus du monde entier présentent ici leurs innovations issues des domaines

- Techniques de viticulture et de culture fruitière
- Récolte, traitement et transformation des fruits
- Exploitation et traitement en cave
- Remplir, fermer, emballer
- Distribution et organisation

A bientôt à Stuttgart !



INTERVITIS INTERFRUCTA

Salon International des technologies du vin, des fruits et des jus de fruits
22.-26.04.2007 Messe Stuttgart

Chambre de Commerce Allemagne-Suisse

M. Peter Burger

Tél.: +41-1-283 6175

peter.burger@handelskammer-d-ch.ch

www.intervitis-interfructa.de

Depuis 20 ans, DUPENLOUP SA ne cesse d'améliorer ses produits et ses services

LES POMPES SMILINOX



LA FLOTTATION



GESTION DE TEMPÉRATURE



LES POMPES SCHNEIDER



9, CHEMIN DES CARIÈRES
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

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

LA PUISSANCE MAÎTRISÉE
Asservi ou impulsif

Hyper puissant
Léger (860 gr.)
Autonomie + de 8h
Fiabilité et service apprécié
GARANTIE 3 SAISONS !
(avec programme de révision)

20 ans de collaboration avec
CERCLE DES AGRICULTEURS
Rue des Sablières, 15 - Cp 15 - 1242 Satigny / GE
Tél. : 022 306 10 10 - Fax : 022 306 10 11



Essai d'enherbement de la vigne avec des espèces peu concurrentielles: aspects botaniques et malherbologiques

N. DELABAYS, J.-L. SPRING et G. MERMILLOD, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1

@ E-mail: nicolas.delabays@acw.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 444.

Résumé

L'enherbement de l'interligne des vignes apporte de nombreux avantages aujourd'hui bien connus et décrits, notamment pour la protection du sol et la gestion de la flore indésirable. Cependant, un tel enherbement induit une compétition pour l'eau et l'azote qui peut, dans certains cas, générer des conséquences néfastes sur la qualité de la vendange et du vin qui en est issu. Pour conserver les avantages de l'enherbement tout en limitant ses effets négatifs potentiels, il est proposé d'utiliser des plantes peu concurrentielles, par exemple des espèces annuelles d'hiver ou des pérennes peu vigoureuses en été. Cet article présente les observations rassemblées dans le cadre d'un essai réalisé en vigne entre 2000 et 2005. Il synthétise l'évolution de la végétation observée avec huit types d'enherbement: deux procédés témoins (enherbement spontané et semis d'un mélange de graminées pérennes) et six procédés utilisant des espèces potentiellement peu compétitives (agrostide, trèfle rampant, trèfle souterrain, brome des toits, orge des rats, mélange géranium/pimprenelle). Dans le cadre de cet essai, la flore spontanée a mis plusieurs mois avant de s'installer complètement et d'offrir une couverture du sol optimale. Elle est par ailleurs composée d'espèces vigoureuses potentiellement très concurrentielles pour la culture. Le mélange de graminées pérennes a offert une excellente couverture du sol sur l'ensemble de la durée de l'essai, mais le développement et la vigueur de ces espèces suggèrent qu'elles sont également très compétitives pour la vigne. Les résultats obtenus avec les espèces peu concurrentielles, pérennes ou annuelles, soulignent la difficulté d'assurer une bonne installation de la couverture végétale et de la maintenir à long terme. Dans le cadre de cet essai, seule l'orge des rats a garanti une couverture satisfaisante durant l'ensemble de l'expérimentation et, dans une moindre mesure, le trèfle souterrain et le trèfle rampant. L'installation et la gestion d'un enherbement peu compétitif sont des opérations délicates qui nécessitent encore une mise au point importante, pouvant s'exercer sur trois niveaux: meilleure adéquation entre l'espèce utilisée et les conditions pédo-climatiques, sélection des écotypes les mieux adaptés, optimisation des techniques de gestion.

Introduction

Depuis de nombreuses années, l'enherbement de l'interligne des cultures spéciales, et en particulier des vignes, est encouragé dans notre pays. La couverture du sol ainsi assurée apporte de nombreux avantages, aujourd'hui bien connus: limitation des phénomènes d'érosion, maintien de la structure du sol et amélioration de sa portance, réduction du lessivage des substances nutritives et des produits de traitements appliqués sur la parcelle, limitation du développement de la flore spontanée indésirable, utilisation réduite d'herbicides, etc. L'enherbement n'est cependant pas exempt de défauts, plus ou moins importants selon les conditions pédo-climatiques, le mode de conduite, ou encore les cépages. Outre les risques de gel accrus, les désavantages résident surtout dans la compétition vis-à-vis de



Fig. 1. Essai de différents types d'enherbement avec des espèces peu concurrentielles (Changins, 2001-2005).

la culture, notamment pour l'eau et l'azote, avec des conséquences potentiellement négatives sur la qualité de la vendange, du moût et du vin (Maigre *et al.*, 1995; Maigre et Murisier, 2000; Spring, 2001 et 2002). L'enherbement peut ainsi générer des effets multiples et contradictoires et on comprend dès lors la diversité des pratiques mises en œuvre par les viticulteurs pour l'installer et le gérer: semis d'espèces déterminées ou gestion de la flore spontanée, enherbement permanent ou temporaire, enherbement sur toute la surface ou uniquement une ligne sur deux, applications localisées de la fumure... autant de méthodes utilisables seules ou en combinaison, voire en alternance. Parmi les solutions d'optimisation de l'enherbement, il en est une qui a donné des résultats prometteurs: il s'agit du choix des espèces utilisées (Spring, 2001 et 2002). En fonction de leur développement et de leur cycle biologique, certaines plantes pourraient en effet permettre de profiter au maximum des avantages de l'enherbement tout en limitant ses effets négatifs, comme par exemple des espèces annuelles d'hiver, ou des pérennes dont le développement reste limité en été. Un travail de sélection de telles espèces a débuté en 1997, avec l'étude du comportement au champ d'une cinquantaine de plantes potentiellement aptes à constituer un enherbement optimal pour les cultures spéciales (Delabays *et al.*, 2000). Sur la base de ces différents essais, plusieurs espèces particulièrement prometteuses avaient été sélectionnées pour être testées dans différentes cultures, notamment de fraisières, de framboisiers et dans les vignes. Cet article présente les observations rassemblées dans le cadre d'un essai réalisé dans la vigne entre 2000 et 2005 (fig. 1). Il synthétise l'évolution de la végétation observée avec les différentes espèces retenues. Il se concentre sur les aspects botaniques, les aspects agronomiques et œnologiques étant développés dans un autre article (Spring et Delabays, 2006).

Matériel et méthodes

Description des espèces testées

Critères de sélection

Pour ce premier essai en conditions de culture, les espèces ont été retenues sur la base de différents critères. Le premier d'entre eux était évidemment leur comportement au champ, tel qu'il a été observé dans le cadre des essais préliminaires (*screenings*) effectués entre 1997 et 2000 (Delabays *et al.*,

2000), soit la rapidité de germination, la couverture du sol, la limitation du développement de plantes spontanées indésirables, un cycle de développement complémentaire à celui de la vigne (par exemple une espèce annuelle hivernale) ou une faible vigueur, la résistance au gel, la pérennité, etc. Par ailleurs, seules les plantes dont une production de semences à grande échelle était économiquement envisageable ont été retenues. Enfin, les propriétés phytotoxiques et allélopathiques mises en évidence chez certaines espèces (Delabays *et al.*, 1998) ont constitué un critère complémentaire de choix, ces propriétés étant susceptibles, théoriquement, de contribuer à un enherbement optimal (Delabays, 2002).

■ L'agrostide stolonifère (*Agrostis stolonifera*)

Les agrostides (*Agrostis tenuis* et *A. stolonifera*) avaient montré un comportement prometteur lors de nos essais préliminaires (Delabays *et al.*, 2000): bien que s'installant lentement en première année, elles avaient offert après deux ans un taux de recouvrement intéressant pouvant atteindre 70%. Espèces pérennes, leur développement était demeuré raisonnable, ce qui avait permis de présager une compétition limitée vis-à-vis de la culture. Notons que l'espèce *Agrostis tenuis* s'est spontanément installée dans certaines parcelles viticoles, à l'entière satisfaction des viticulteurs (Barras, comm. pers.). Un autre avantage des agrostides est que des graines sont commercialisées en différentes variétés, telle la variété «Bueno» (*A. stolonifera*) retenue dans notre essai en vigne.

■ Le trèfle rampant (*Trifolium repens*)

Le trèfle rampant a été intégré dans notre essai pour représenter le groupe des légumineuses pérennes. Un des intérêts de cette famille réside dans sa capacité à fixer l'azote atmosphérique. Dans le cadre de l'essai préliminaire, la variété «Huia» retenue s'était distinguée par une bonne germination et un bon recouvrement dès la première année, ainsi qu'une vigueur relativement modeste (Delabays *et al.*, 2000).

■ Le trèfle souterrain (*Trifolium subterraneum*)

Cette espèce, une légumineuse annuelle d'hiver, a été testée depuis de nombreuses années dans différents vignobles de Suisse (Spring, 2001 et 2002; Delabays et Spring, 2002). Bien que les résultats obtenus soient variables, ce trèfle constitue en quelque sorte une référence en matière d'enherbement et, à ce titre, méritait de figurer dans cet essai. De plus, dans les essais préliminaires, son comportement avait été prometteur malgré sa vigueur, sa maturation un peu tardive et son ressemis parfois un peu aléatoire. Parmi les cinq cultivars testés, la variété «Larissa» a présenté les meilleures caractéristiques et a donc été retenue pour cet essai en conditions de culture.

■ Le brome des toits (*Bromus tectorum*)

Le brome des toits est une graminée annuelle indigène, une rudérale que l'on trouve dans les décombres et sur le bord des chemins. Cette espèce se rencontre également spontanément dans les vignes. C'est d'ailleurs sur la base de témoignages de vigneron valaisans, qui l'avaient observée dans leurs parcelles sans relever d'inconvénients particuliers (Spring, comm. pers.), qu'elle avait été retenue pour l'essai préliminaire. Dans ce cadre, le brome des toits s'est révélé très prometteur, avec le comportement idéal d'une annuelle d'hiver qui germe rapidement en automne, couvre bien le sol en hiver et finit son cycle au printemps. Le seul bémol était le ressemis spontané parfois insuffisant à l'automne suivant pour assurer la pérennité de l'enherbement (Delabays *et al.*, 2000). Parallèlement, le brome des toits est une des espèces dont les propriétés phytotoxiques et allélopathiques se sont révélées les plus prononcées, aussi bien en laboratoire et en serre (Delabays *et al.*, 1998) qu'au champ (Delabays et Mermillod, 2002). Enfin, bien qu'elle ne soit pas véritablement rare, il convient de noter qu'elle figurait dans l'édition en cours (1997) de la liste rouge des espèces menacées, avec l'indication qu'il convenait d'«augmenter ses chances de survie» (p. 73). Le matériel testé est un écotype récolté en Valais central.

■ L'orge des rats (*Hordeum murinum*) (fig. 2)

L'orge des rats est également une graminée indigène, avec un profil comparable à celui du brome des toits: présence spontanée dans les vignobles, annuelle d'hiver, fortes propriétés phytotoxiques. Plus fréquente que le brome des toits, elle a eu l'avantage dans nos essais préliminaires de se ressemer parfaitement et donc d'assurer une pérennité intéressante de l'enherbement (Delabays *et al.*, 2000). Son défaut est sa maturation



Fig. 2. L'orge des rats (*Hordeum murinum*), une graminée annuelle hivernale qui s'installe spontanément dans de nombreuses vignes.

Tableau 1. Interventions culturales appliquées dans les différents procédés au cours de l'expérimentation.

Procédés	3.9.01	3.7.02	30.7.02	26.5.03	7.7.03	10.7.03	13.8.03	25.5.04	15.6.04	8.7.04
Enherbement spontané				Broyage		Fauche				Fauche
Lento	Semis	Fauche		Broyage		Fauche		Fauche	Fauche	Fauche
Brome des toits	Semis		Fauche	Broyage	Glyphosate	Fauche	Ressemis		Fauche	Fauche
Orge des rats	Semis	Fauche			Glyphosate	Fauche				Fauche
Trèfle rampant	Semis	Fauche		Broyage		Fauche		Fauche	Fauche	Fauche
Trèfle souterrain	Semis	Fauche			Glyphosate	Fauche	Ressemis		Fauche	Fauche
Agrostide	Semis	Fauche		Broyage		Fauche		Fauche	Fauche	Fauche
Géranium + pimprenelle	Semis	Fauche		Broyage		Fauche		Fauche	Fauche	Fauche

plus tardive au printemps, qui offre une synchronisation moins optimale avec le développement de la vigne.

■ Le géranium fluet (*Geranium pusillum*) et la petite pimprenelle (*Sanguisorba minor*)

A cette étape de développement, nos travaux sur l'enherbement des cultures spéciales se concentrent sur des semis monospécifiques, plus simples à maîtriser et dont les résultats sont plus aisément extrapolables, même si à terme il est possible, voire souhaitable, que ce soit l'installation de mélanges qui soit préconisée. Dans le cadre de cet essai, nous avons néanmoins inclus un procédé avec deux espèces dont le comportement s'était révélé très complémentaire dans notre premier «screening» (Delabays *et al.*, 2000). La première espèce est le géranium fluet, une petite annuelle hivernale qui a présenté un comportement optimal en première année, en germant très rapidement et en offrant une excellente couverture hivernale, très régulière et de faible vigueur. Malheureusement, elle s'est très mal ressemée par la suite. Nous lui avons associé la petite pimprenelle, une plante pérenne qui s'est installée très lentement, mais qui, dès la seconde année, a formé une couverture intéressante.

■ Mélange «Lenta»

Ce mélange à base de graminées, fétuques et pâturins principalement, figurait comme un témoin représentatif de l'enherbement classique, dominé par les graminées pérennes, tel qu'on le rencontre dans la majorité des surfaces enherbées actuellement en place.

■ Enherbement spontané

L'essai incluait des parcelles élémentaires dans lesquelles la végétation spontanée a pu se développer librement après le travail du sol qui a précédé les semis. Ces parcelles témoins nous ont permis de vérifier la pression de la flore spontanée et, par comparaison, la maîtrise de cette dernière qu'ont assurée les différents semis.

Protocole et observations

La parcelle expérimentale est située sur le domaine de la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW à Nyon. La moyenne des températures durant la période de végétation (15 avril au 15 octobre) s'élève pour ce site à 14,9 °C et les précipitations annuelles sont de 1009 mm. Le sol (0-20 cm)

est moyen, peu calcaire (4% de CaCO₃) et contient un taux de matière organique satisfaisant. L'analyse chimique montre que ce sol est riche en phosphore et en potassium et qu'il est normalement pourvu en magnésium.

La parcelle a été plantée en 1999 avec du Chasselas greffé sur 3309C et conduite en Guyot mi-haute (200 × 85 cm). Les variantes d'enherbement ont été pratiquées dans tous les interlignes sur deux tiers de la surface totale. Le sol sous les ceps (un tiers de la surface) a été maintenu libre de végétation par l'application d'herbicides. Les enherbements ont été semés le 3 septembre 2001, après un travail du sol, selon les huit procédés en comparaison décrits précédemment. Le dispositif expérimental est un bloc randomisé avec quatre répétitions (deux répétitions pour le procédé-témoin «flore spontanée»). Chaque parcelle élémentaire comporte deux tronçons d'interlignes de 8,5 m sur 1,3 m de large, soit une surface d'observation de la flore de 22 m².

L'ensemble des interventions culturales relatives au désherbage et à l'entretien des enherbements dans les interlignes est répertorié dans le tableau 1.

Un relevé botanique, avec un inventaire des espèces présentes, de leur stade et de leur taille et une estimation visuelle de la couverture du sol qu'elles assurent, a été effectué régulièrement (toutes les quatre à huit

semaines selon l'évolution de la végétation) entre septembre 2001 et mai 2005, sur l'ensemble des parcelles élémentaires.

Résultats et discussion

Les graphiques illustrent l'évolution de la flore et de la couverture du sol relevées avec les différents procédés au cours de l'essai. On y voit le taux de couverture (%) assuré par la ou les espèces semées, par la flore spontanée, le mulch ou les résidus végétaux, enfin par le sol nu. Dans le compte-rendu de nos observations ne sont mentionnées que les espèces principales, soit celles qui ont occupé au moins quelques % de la couverture au cours de l'essai.

Enherbement spontané

(fig. 3)

Observations

Au cours du premier automne, la végétation, composée principalement de mouron des oiseaux (*Stellaria media*), de véronique (*Veronica persica*), de pâ-

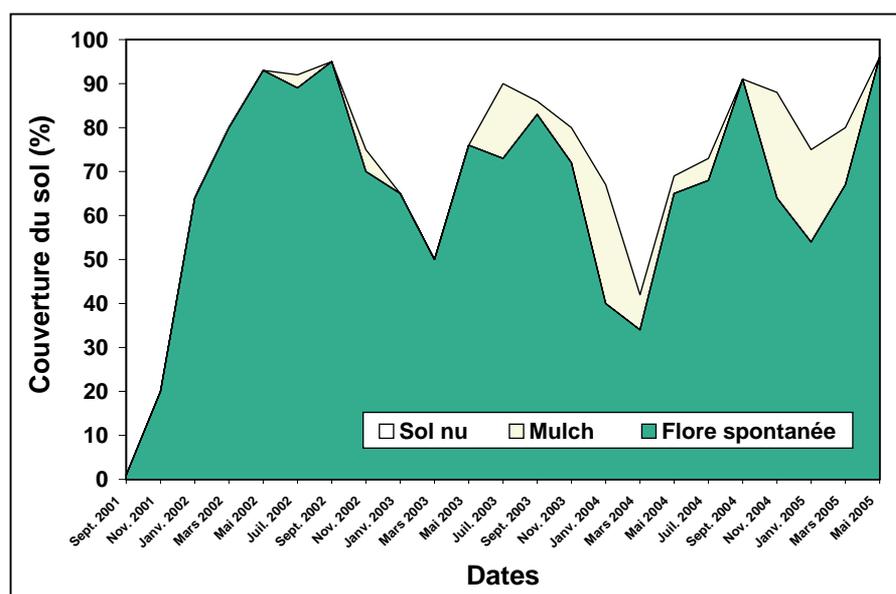


Fig. 3. Evolution de la végétation spontanée dans l'interligne de vigne. Taux de couverture assuré au cours du temps par la flore spontanée, le mulch et les résidus végétaux, et proportion de sol nu.

turins (*Poa sp*) et de fumeterre (*Fumaria officinalis*), se développe très progressivement. Ce n'est qu'à la sortie de l'hiver, en mars 2002, que l'ensemble de la couverture végétale dépasse 90%; à cette date, le mouron des oiseaux et le pâturin dominant nettement, mais on observe également, outre la véronique et le fumeterre déjà mentionnés, du laiteron (*Sonchus asper*), du séneçon (*Senecio vulgaris*) et de la capselle (*Capsella bursa-pastoris*). Au cours du printemps, le pissenlit (*Taraxacum officinalis*) et le trèfle (*Trifolium repens*) font leur apparition, suivis du grand plantain (*Plantago major*). Le pissenlit devient progressivement une des espèces dominantes; avec le pâturin, elle assure la majorité du recouvrement au cours du 2^e hiver. Au printemps 2003, les espèces dominantes sont le pâturin, le pissenlit et le trèfle, avec présence de pâquerette (*Bellis perennis*), de géraniums (*Geranium dissectum* et *Geranium pusillum*) et de ray-grass (*Lolium perenne*); mais la végétation n'assure plus que 50% de la couverture totale. Pissenlit et trèfles confirment ensuite leur dominance et assurent ensemble un recouvrement de 80% en automne. Au cours de l'année 2004, la végétation suit une évolution comparable, avec, outre le pissenlit, le trèfle, le pâturin, le ray-grass et le plantain, la présence de véroniques jusqu'en mai. En 2005, le couvert végétal se densifie, la prairie s'installe.

Discussion

Le procédé «enherbement spontané permanent» suit une évolution très classique: développement d'annuelles après

le travail du sol, progressivement remplacées par des pérennes de type prairial qui finissent par s'imposer. Globalement, ce procédé n'a finalement offert qu'une couverture végétale insuffisante (fig. 3), notamment durant les périodes sensibles de fin d'hiver, sauf le premier hiver, grâce au bon développement des annuelles hivernales après la mise en place de l'essai. En mars 2003 et 2004, le recouvrement n'est que de 50% environ et il ne dépasse les 70% en janvier 2005 que grâce à la présence d'un mulch relativement important. Au cours des printemps, au moment du démarrage de la vigne, on observe le développement d'une végétation assez vigoureuse (ray-grass, pissenlit, trèfle, plantain, etc.), mais cette flore ne s'installe vraiment complètement qu'en mai 2005, lors du dernier relevé botanique. Le bilan que l'on peut tirer de ce procédé est donc assez mitigé: la couverture reste modeste durant des périodes critiques pour la protection du sol, mais montre un développement potentiellement compétitif durant la période de végétation de la culture. A plus long terme, il est probable que la couverture hivernale finira par être correctement assurée par la flore spontanée, mais son pouvoir de compétition subsistera, voire sera encore renforcé.

Mélange «Lenta» (fig. 4)

Observations

Durant le premier automne, les graminées du mélange se sont progressivement installées, en parallèle avec une flore spontanée composée, notamment,

de véronique, de mouron des oiseaux, de géraniums et de fumeterre. Il convient de noter également la présence de la cardamine hirsute (*Cardamina hirsuta*), du séneçon, de la capselle et du laiteron. Cette végétation a assuré jusqu'à 80% de couverture durant l'hiver, puis les espèces semées ont connu une perte de vigueur sensible au début de 2002, suivie d'une reprise soutenue au printemps. En été 2002, la flore hivernale spontanée avait presque totalement disparu et les graminées du mélange assuraient à elles seules plus de 90% de couverture du sol. Cette couverture par les graminées n'est pratiquement plus descendue au-dessous de 80% tout au long de l'essai, à l'exception de l'automne 2003, au cours duquel le pissenlit et le plantain ont temporairement pris un peu d'importance. En fin d'essai, le couvert de graminées s'affaiblit un peu, avec le développement de légumineuses (*Trifolium repens*, *Medicago lupulina*).

Discussion

Globalement, l'évolution observée avec ce procédé est conforme aux attentes. Un tel semis garantit certes une bonne couverture du sol tout au long de l'année, hivers compris; mais la végétation exprime un fort développement au printemps, en même temps que celui de la vigne et reste par ailleurs actif durant l'été (fig. 5). Cela lui confère un potentiel de compétition important vis-à-vis de la culture, confirmé par les mesures agronomiques et œnologiques effectuées avec ce procédé (Spring et Delabays, 2006). Relevons encore sa bonne résistance à la sévère sécheresse de l'été 2003.

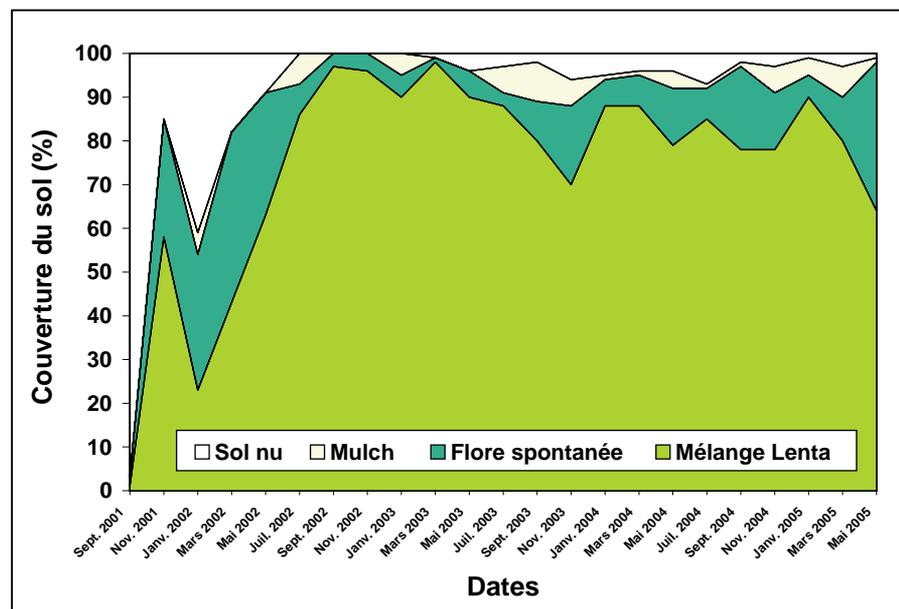


Fig. 4. Evolution de la végétation dans l'interligne de vigne après le semis d'un **mélange de graminées pérenne** (Lenta). Taux de couverture assuré au cours du temps par les espèces du mélange, la flore spontanée, le mulch et les résidus végétaux, et proportion de sol nu.



Fig. 5. Les graminées du mélange «Lenta» ont une importante vigueur, potentiellement compétitive vis-à-vis de la vigne.

Agrostide stolonifère (fig. 6)

Observations

L'agrostide ne s'est installée que très lentement au cours du premier hiver. Au printemps 2002, elle ne recouvre même pas 10% de la surface, la végétation étant totalement dominée par la flore hivernale spontanée déjà mentionnée: mouron des oiseaux, véronique, géraniums et pâturin. L'espèce s'installe cependant au cours de la 2^e année, limitant efficacement l'installation des espèces prairiales observées avec le procédé «flore spontanée» (pissenlit, trèfle, plantain). Au cours du 2^e hiver, l'agrostide assure entre 70 et 80% de la couverture végétale (fig. 7). Malheureusement, l'espèce ne supporte pas l'été caniculaire de 2003 et disparaît pratiquement totalement avant la fin de l'année. Sa présence reste par la suite sporadique et ne dépassera plus 20% jusqu'à la fin de l'essai. La majeure partie de la couverture est alors assurée par la flore spontanée dominante de la parcelle: pissenlit, trèfle, pâturin, plantain; avec présence de géraniums et, sporadiquement, de luzerne (*Medicago lupulina*).

Discussion

Globalement, l'agrostide a, au début de l'essai, eu un développement conforme à celui des essais préliminaires: une installation lente et progressive, mais permettant une bonne maîtrise de la flore spontanée pérenne et une bonne couverture dès la 2^e année. Parallèlement, sa taille est restée modeste: rarement supérieure à 20 cm, elle n'a en tous les cas jamais dépassé plus de 30 cm. Sa disparition au cours de l'été 2003 révèle cependant une des limites de cette espèce, dont la pérennité a pourtant été bonne dans le cadre de nos essais préliminaires (Delabays *et al.*, 2000), ainsi que dans d'autres expérimentations (Ançay et Delabays, 2006).

Trèfle rampant (fig. 8)

Observations

Légumineuse pérenne, le trèfle rampant s'est installé assez rapidement après le semis, assurant plus de 60% de recouvrement à l'entrée de l'hiver, le reste étant occupé par les spontanées hivernales de la parcelle, principalement le mouron des oiseaux, la véronique de Perse et le fumeterre. Après une nette dépression au cours de l'hiver (< 40% de recouvrement en janvier), l'espèce

Fig. 8. Evolution de la végétation dans l'interligne de vigne après un semis de **trèfle rampant** (*Trifolium repens*). Taux de couverture assuré au cours du temps par le trèfle rampant, la flore spontanée, le mulch et les résidus végétaux, et proportion de sol nu. ▷

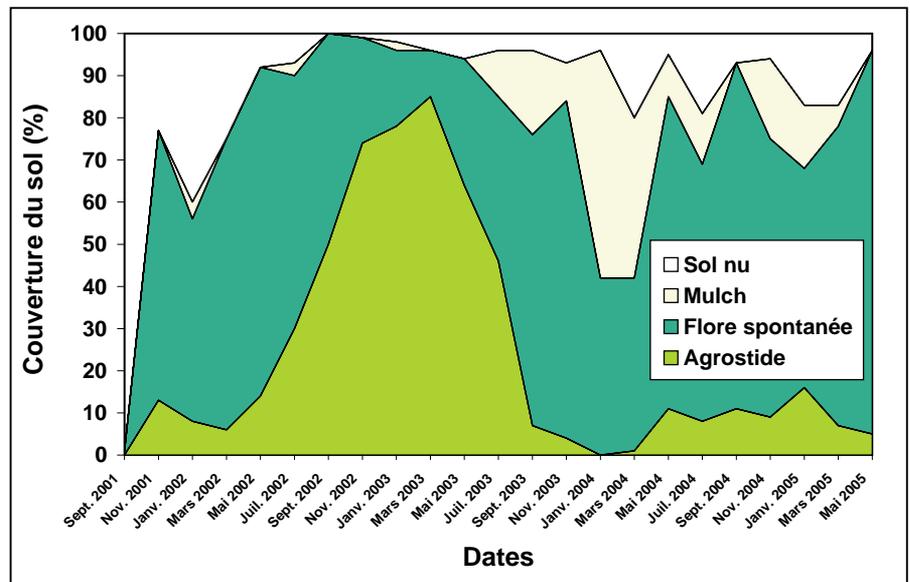
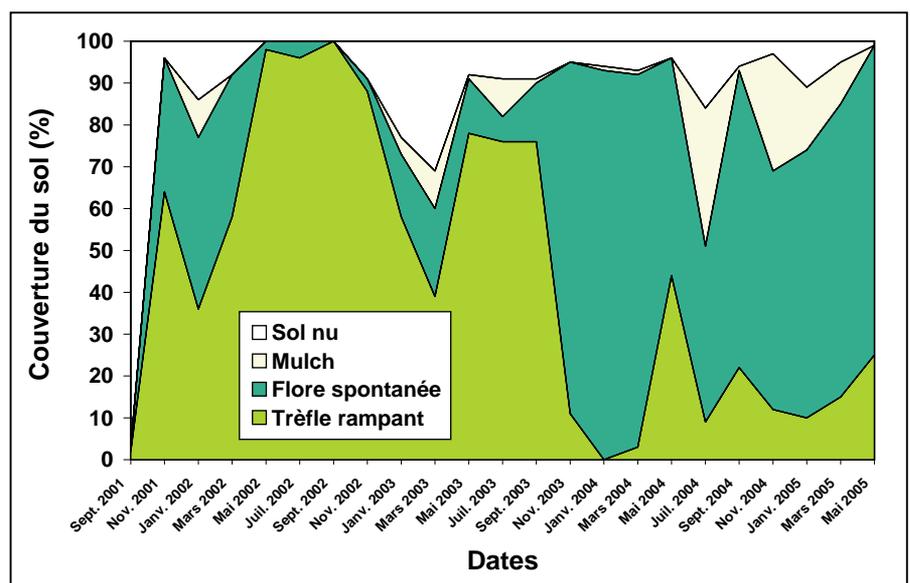


Fig. 6. Evolution de la végétation dans l'interligne de vigne après un semis d'agrostide (*Agrostide stolonifera*). Taux de couverture assuré au cours du temps par l'agrostide, la flore spontanée, le mulch et les résidus végétaux, et proportion de sol nu.



Fig. 7. Au cours de l'hiver 2002-2003, l'agrostide (*Agrostis stolonifera*) a offert une excellente couverture du sol. Cette espèce n'a malheureusement pas supporté l'été caniculaire de 2003.



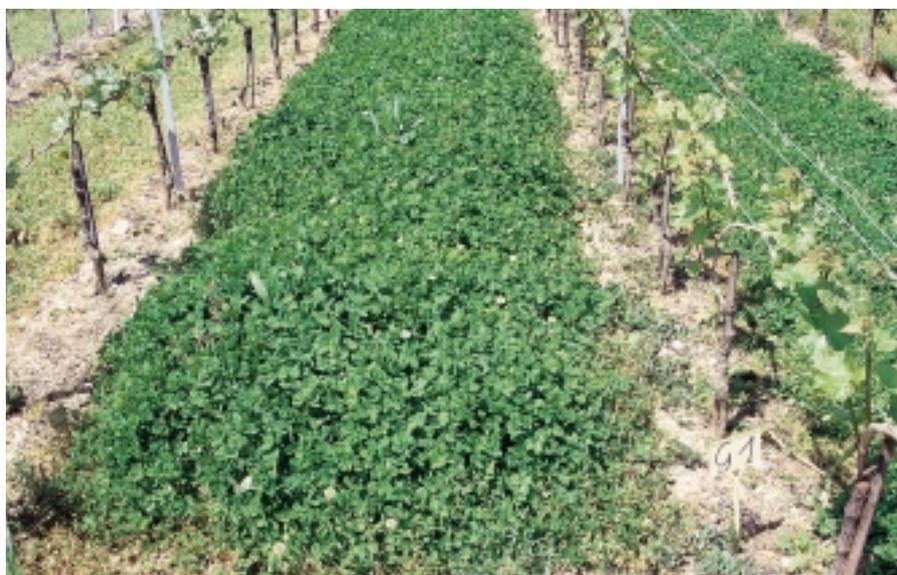


Fig. 11. Le trèfle souterrain, une annuelle hivernale, est testé depuis plusieurs années en Suisse pour l'enherbement des cultures spéciales. Il offre souvent une bonne couverture hivernale, mais les conditions de sa pérennité (ressemis spontané à l'automne) doivent être encore mieux définies.

Fig. 9. Le trèfle rampant a assuré une bonne couverture du sol jusqu'au début de l'hiver 2003. Les campagnols ont ensuite contribué à son déclin.

reprend fortement le dessus et assure une couverture du sol proche de 100% entre mai et septembre 2002 (fig. 9). L'hiver suivant limite à nouveau la plante, qui se reprend au printemps 2003, de manière moins nette cependant que l'année précédente: le recouvrement assuré par le trèfle reste inférieur à 80% tout au long de la saison. Durant l'été, le reste de la végétation est constitué de pissenlit, de renouée (*Polygonum aviculare*), de plantain, de laiteron et de capselle. Fortement attaquée par les campagnols, la couverture de trèfle disparaît pratiquement totalement au cours de l'hiver 2003-2004, pour être largement remplacée par une importante levée de mouron des oiseaux et de véronique de Perse. Un léger sursaut de l'espèce au printemps 2004 (40% en mai) ne durera pas; la plante stagnera ensuite aux alentours de 20% de couverture. En fin d'essai, la végétation est composée de pissenlit, de mouron des oiseaux, de renouée et de raygrass, ainsi que d'orge des rats dispersée à partir des parcelles élémentaires adjacentes abritant ce procédé.

Discussion

Globalement, bien que souffrant clairement au cours des hivers, l'espèce a correctement joué son rôle de couverture durant les 2 premières années. Durant l'été, sa taille reste raisonnable, même si elle a atteint à l'occasion 30 à 35 cm dans certaines parcelles élémentaires. Cependant, affaiblie par l'été 2003 et les campagnols, elle n'a pas supporté les rigueurs de l'hiver 2004 et ne s'en est pas remise. Dans le cadre de cet essai, sa pérennité est donc nettement insuffisante.

Trèfle souterrain (fig.10)

Observations

Cette légumineuse (fig.11) au cycle d'annuelle hivernale ne s'est que moyennement installée au cours de l'automne qui a suivi le semis: en novembre 2001, elle ne recouvre que 50% de la surface du sol, le reste de la végétation étant composé principalement de mouron des oiseaux, de véronique et de fumeterre. Durant l'hiver, la sensibilité au froid du trèfle souterrain, bien connue chez cette espèce d'origine méditerranéenne, s'est clairement révélée: en mars 2002, son taux de couverture n'est plus que de

20%. Par la suite, la flore spontanée hivernale s'est réduite et le trèfle souterrain a montré un développement important au cours du printemps (60% en mai) jusqu'en juin. Conformément à son cycle, il a disparu pendant l'été, puis s'est spontanément réinstallé en septembre, couvrant entre 50 et 60% du sol jusqu'à la fin du printemps suivant. Au cours de ce 2^e hiver, la végétation spontanée qui s'exprime se compose principalement de pissenlit et de plantain, avec également de la laitue (*Lactuca serriola*), du mouron des oiseaux, du géranium et des pâquerettes. Le développement de pissenlits dans ce procédé durant le mois de juin 2003 impose un traitement au glyphosate (l'installation d'une flore pérenne aurait

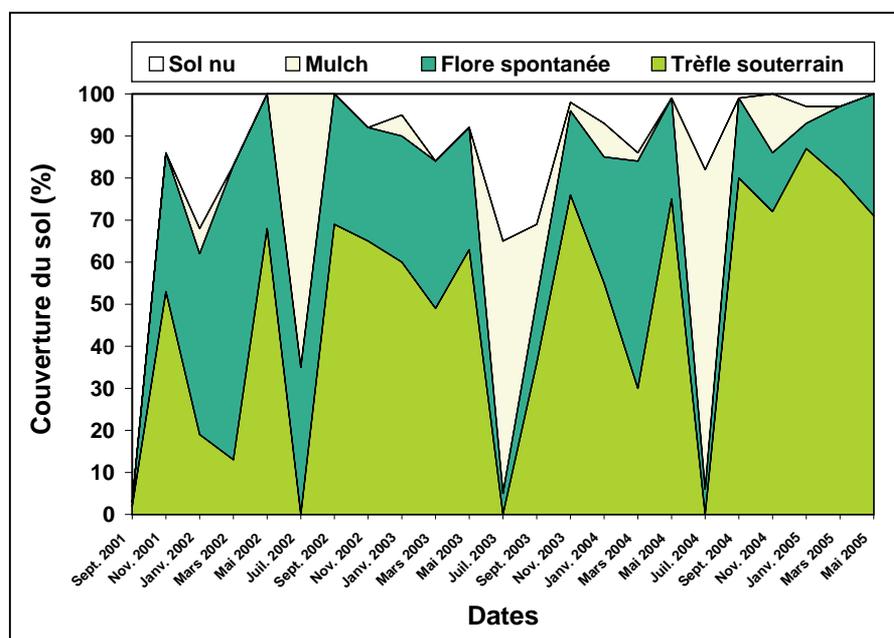


Fig. 10. Evolution de la végétation dans l'interligne de vigne après un semis de trèfle souterrain (*Trifolium subterraneum*). Taux de couverture assuré au cours du temps par le trèfle souterrain, la flore spontanée, le mulch et les résidus végétaux, et proportion de sol nu.

brisé le cycle annuel du trèfle souterrain). Un nouveau semis a été effectué en août, permettant une réinstallation correcte de l'espèce au cours de l'automne (70% de couverture en novembre 2003). L'effet des froids hivernaux s'est de nouveau clairement exprimé avec une chute du taux de couverture au-dessous de 30% à la sortie de l'hiver, la flore spontanée étant à ce moment composée de mouron des oiseaux, de véronique, de géraniums et de trèfle rampant. Une bonne reprise printanière a cependant permis la production d'un mulch dense qui a cette fois parfaitement limité le développement estival de la végétation spontanée. Le trèfle a ensuite parfaitement regermé, assurant même plus de 80% de couverture au cœur du dernier hiver. Concernant la taille de la plante, celle-ci reste relativement modeste en automne et durant l'hiver, ne dépassant souvent pas 10-15 cm. Au printemps cependant, notamment juste avant la floraison (mai-juin), la plante montre une certaine vigueur, pouvant atteindre jusqu'à 40 cm de hauteur.

Discussion

Globalement, avec son cycle décalé par rapport à celui de la vigne, le trèfle souterrain confirme dans cet essai sa valeur potentielle pour un enherbement optimal de cette culture. Même si l'espèce n'a assuré elle-même qu'une couverture partielle (sauf durant le dernier hiver), la flore spontanée qui l'accompagne, composée principalement d'annuelles d'hiver, a permis une bonne protection du sol. L'installation des pérennes reste limitée, mais elle a quand même justifié un traitement herbicide durant l'été 2003. Le principal défaut du trèfle souterrain réside dans sa sensibilité au froid, clairement exprimée dans cet essai par les dépressions observées au cours des hivers (fig.10). Conséquence probable de cette sensibilité, sa pérennité reste un peu aléatoire. Une autre limite de cette espèce est sa forte vigueur printanière, associée à une floraison un peu tardive par rapport au cycle de la vigne.

Brome des toits (fig.12)

Observations

Le brome s'est rapidement installé après le semis, mais son taux de recouvrement n'a guère dépassé 60% au cours du premier hiver et sa taille est restée inférieure à 15 cm (fig.13). La flore spontanée qui l'accompagne est composée de véronique de Perse, de mouron des oiseaux, de géraniums et

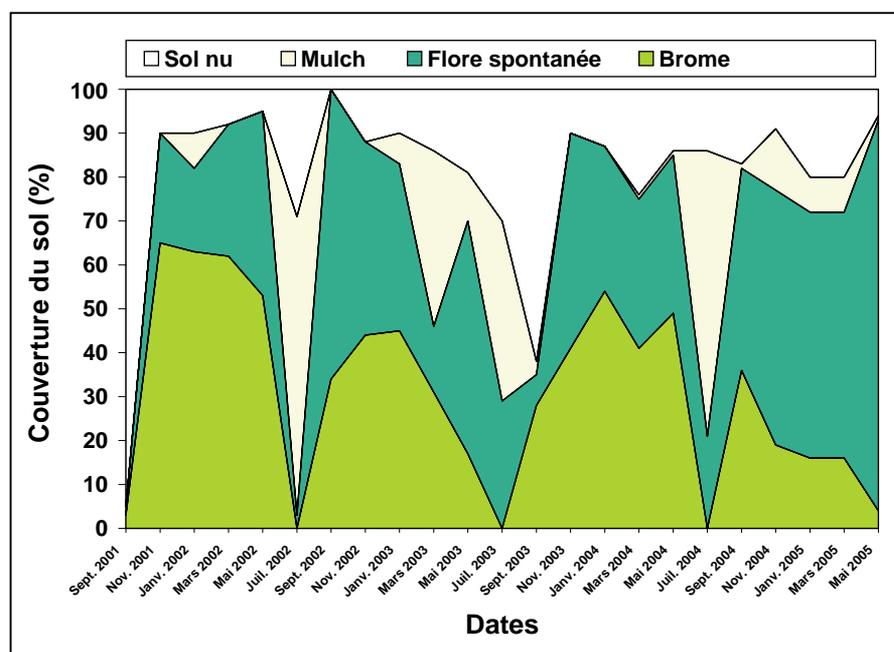


Fig. 12. Evolution de la végétation dans l'interligne de vigne après un semis de **brome des toits** (*Bromus tectorum*). Taux de couverture assuré au cours du temps par le brome, la flore spontanée, le mulch et les résidus végétaux, et proportion de sol nu.



Fig. 13. A la sortie du premier hiver, le brome des toits (*Bromus tectorum*) offre une couverture correcte et présente une vigueur raisonnable.

de séneçon vulgaire (*Senecio vulgaris*). Conformément à sa biologie, l'espèce a bouclé son cycle au printemps suivant: les plantes de brome ont fleuri en mai, alors qu'elles atteignaient près de 60 cm, puis elles ont séché et formé un mulch qui a contribué à recouvrir le sol pendant l'été. La reprise à l'automne 2002 a été assez médiocre et décevante, et le brome n'est pas parvenu à atteindre 50% de recouvrement durant ce second hiver, avec une taille de 10-15 cm. La flore est alors dominée par les pissenlits, les plantains, les laitrons et les pâturins; domination qui s'accroît encore

avec l'arrivée du printemps et justifie un traitement herbicide en juillet. Malgré un nouveau semis de brome en août 2003, la reprise de cette espèce reste assez faible (fig.14), son taux de couverture atteignant au mieux 50% au cours de ce troisième hiver. La flore spontanée qui l'accompagne est composée de pissenlits et de quelques plantains, mais également d'une nouvelle sortie des annuelles hivernales comme la véronique de Perse et le mouron des oiseaux. Cette végétation a permis la formation d'un mulch assez dense durant l'été 2004, les quelques plantes



Fig. 14. En automne, le ressemis spontané du brome des toits, souvent insuffisant, constitue le principal point faible de cette espèce, dont le cycle et le comportement sont par ailleurs intéressants et prometteurs.

présentes (10 à 20% de la surface au cours de l'été) étant le pissenlit, le trèfle rampant et le plantain. Le développement du brome est encore réduit au cours du dernier hiver, assurant au mieux et très sporadiquement 30% de couverture. Au cours de la dernière saison s'impose une végétation de type prairial: pissenlit, plantains, trèfle, sanguisorbe, luzerne, etc. Notons que la taille des bromes observée au premier printemps (60 cm) s'est considérablement réduite au cours de l'essai, les plantes ne dépassant guère une trentaine de centimètres les deux dernières années.

Discussion

Le cycle général du brome des toits correspond bien à celui qui est recherché, soit un développement bien décalé par rapport à celui de la vigne, même s'il reste un peu tardif au printemps. Malheureusement, dans le cadre de cet essai, le brome des toits ne s'est jamais vraiment bien installé, en dépit d'un traitement herbicide (foliaire) et d'un nouveau semis durant l'été 2003. Ce constat, en contradiction avec les résultats encourageants obtenus dans le cadre d'autres essais (Delabays *et al.*, 2007), démontre que les conditions pédo-climatiques et techniques nécessaires à la bonne installation et à la pérennité du brome des toits devront encore être maîtrisées avant de pouvoir envisager de recommander son utilisation.

Orge des rats (fig.15)

Observations

L'orge des rats est une des espèces qui se sont installées le plus rapidement dans le cadre de cet essai: en novembre 2001, elle occupe déjà 80% de la surface du sol, contre à peine 10% pour l'ensemble de la flore spontanée hivernale de la parcelle (mouron des oiseaux, géraniums, véronique de Perse, fume-terre). Après une légère dépression durant l'hiver, elle recouvre encore plus de 60% de la surface au printemps 2002 (fig.16). Au cours de ce premier printemps, les plantes d'orge atteignent ai-

sément 60 cm de hauteur. L'espèce boucle ensuite son cycle, mais ne se dessèche qu'assez tardivement: ce n'est qu'en juillet qu'un mulch sec domine la couverture du sol (fig.17). Ce mulch très dense ne laisse que peu de place à la végétation spontanée, constituée, outre les espèces déjà mentionnées, de pissenlit, de pâturin (*Poa annua*) et de laitillons (*Sonchus sp.*). Conformément aux observations des essais préliminaires, l'orge des rats fournit un excellent ressemis la saison suivante, et cela dès le mois d'août, menant à un recouvrement du sol de 95% au mois de septembre. La couverture ainsi formée se

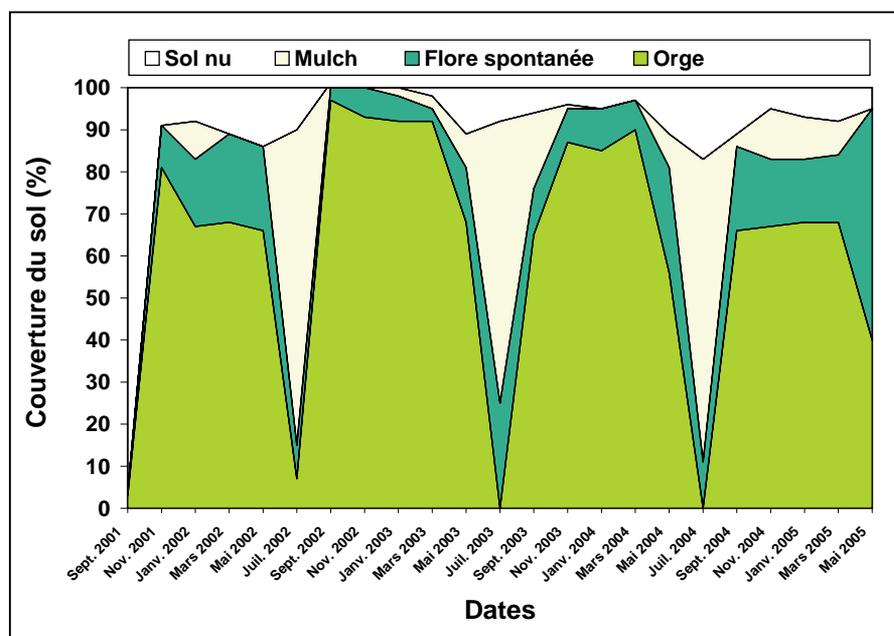


Fig. 15. Evolution de la végétation dans l'interligne de vigne après un semis d'orge des rats (*Hordeum murinum*). Taux de couverture assuré au cours du temps par l'orge, la flore spontanée, le mulch et les résidus végétaux, et proportion de sol nu.



Fig. 16. L'orge des rats est l'une des espèces qui s'est le mieux installée dans l'essai, fournissant une bonne couverture pour le sol au cours des hivers.



Fig. 17. Durant l'été, le mulch formé par l'orge des rats assure une bonne couverture du sol et empêche le développement d'une flore spontanée indésirable. Des tests effectués en laboratoire ont montré que ce mulch possède de puissantes propriétés phytotoxiques.

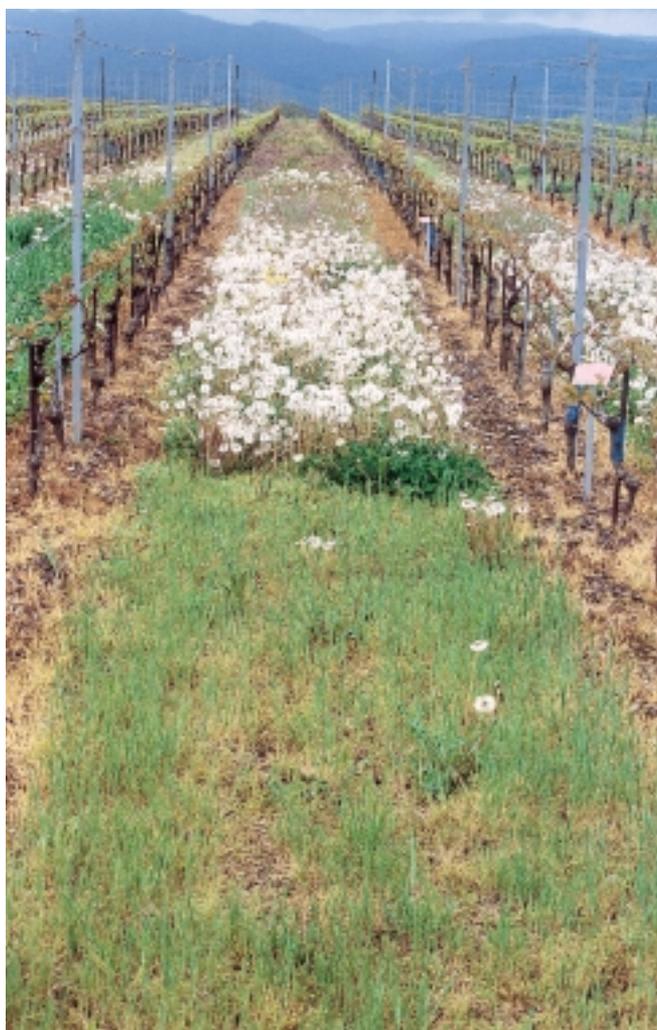


Fig. 18. La vigueur de l'orge des rats s'est réduite au cours des années, mais sa faculté à limiter le développement de la flore spontanée s'est maintenue. A l'arrière-plan de la photo, on peut observer, par comparaison, le développement des pissenlits dans le procédé témoin «flore spontanée».

maintient parfaitement au cours de l'hiver, puis suit l'évolution déjà observée. A la floraison, les plantes sont cette fois nettement moins grandes, de l'ordre de 40 cm de hauteur, mais forment néanmoins un mulch assez dense au cours de l'été. Une flore spontanée, principalement des pissenlits, arrive cependant à se développer, occupant entre 20 et 30% de la surface en juillet, ce qui justifie un traitement herbicide foliaire (tabl.1). A partir d'août, une évolution similaire à celle de l'année précédente se répète avec un très bon ressemis spontané de l'orge qui offre à nouveau une excellente couverture hivernale. Au printemps 2004, les plantes d'orge sont encore plus petites, de l'ordre de 30 cm, mais assurent encore 60% de couverture (fig.18). Surtout, le mulch qu'elles forment au cours de l'été limite cette fois parfaitement le développement de la végétation spontanée, dont le recouvrement reste inférieur à 10% au cœur de l'été. Au cours de la dernière

saison, le ressemis de l'orge est moindre et sa densité diminue. La couverture hivernale stagne entre 60 et 70% et une végétation de type prairial prend progressivement le dessus, notamment, à partir du printemps 2005, le pissenlit, le trèfle, le plantain et la luzerne.

Discussion

L'orge des rats est certainement l'espèce qui, sur l'ensemble de la durée de l'essai, a le mieux correspondu aux attentes. Elle s'est installée rapidement et vigoureusement, a confirmé son cycle décalé par rapport à celui de la vigne et, sans nouveau semis, a montré une persistance réjouissante. Ce procédé a permis une couverture permanente du sol tout au long de l'essai, couverture constituée principalement de mulch sec au cœur de l'été (fig.17). Son défaut tient à sa floraison un peu tardive, soit bien après le départ en végétation de la vigne, ce qui peut constituer une compétition vis-à-vis de la culture, d'ail-

leurs confirmée par les observations agronomiques effectuées dans le cadre de cet essai (Spring et Delabays, 2006).

Géranium fluet et petite pimprenelle (fig. 19)

Observations

Dans les semaines qui suivent le semis, le géranium montre un développement fulgurant: en novembre, il assure plus de 90% de la couverture du sol, formant un tapis végétal dense et de faible hauteur (5-10 cm). Ce recouvrement se maintient globalement au cours de l'hiver (fig. 20), accompagné d'une flore spontanée très limitée (fumeterre, mouron des oiseaux, véronique de Perse, séneçon). Parallèlement, il faut attendre le printemps suivant pour que les premières plantes de pimprenelle soient répertoriées. Au cours de la première année, le géranium subit une dépression régulière et importante, compensée par

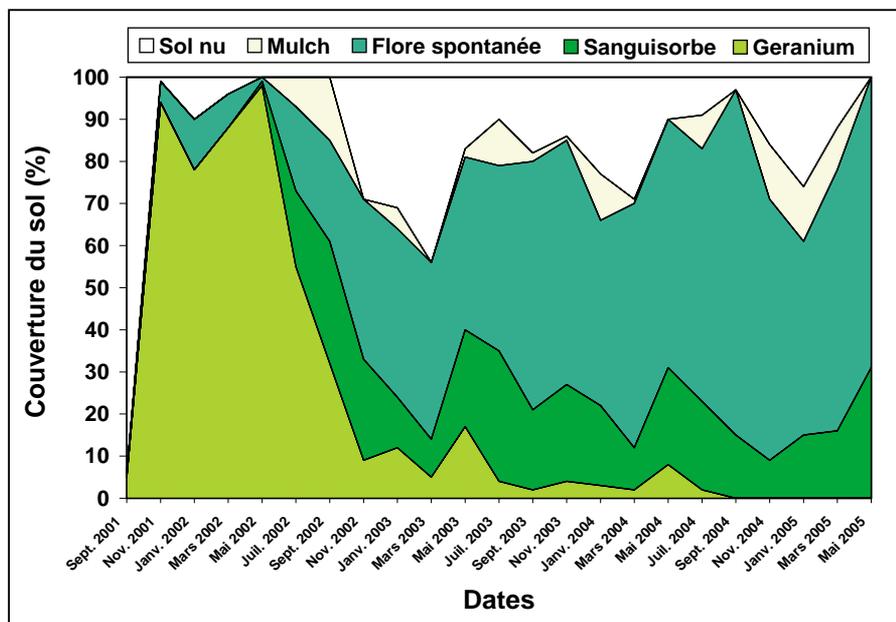


Fig. 19. Evolution de la végétation dans l'interligne de vigne après un semis d'un mélange de géranium fluet (*Geranium pusillum*) et de petite pimprenelle (*Sanguisorba minor*). Taux de couverture assuré au cours du temps par le géranium et la pimprenelle, la flore spontanée, le mulch et les résidus végétaux, et proportion de sol nu.



Fig. 20. Le géranium fluet (*Geranium pusillum*) s'installe très rapidement après le semis et offre une couverture du sol dense et de faible hauteur. La pérennité de cette espèce est cependant très aléatoire.

le développement d'une flore spontanée qui s'établit durablement. La pimprenelle s'installe parallèlement, ne dépassant guère plus de 20% de couverture en novembre 2002. En mars 2003, la flore spontanée, composée principalement de pissenlit, de véronique de Perse, de pâturin, de plantain, de trèfle et de laiteron, occupe pratiquement 40% de la surface. La suite montre, à l'exception de légers sursauts en mai 2003 et mai 2004, une disparition progressive du géranium, totalement absent à partir de septembre 2004. Parallèlement, le taux de couverture de la

pimprenelle stagne entre 10 et 20% durant la suite de l'essai, pour atteindre néanmoins 30% lors du dernier relevé de mai 2005. Durant la même période, la végétation spontanée de type prairial caractéristique de la parcelle s'impose progressivement: pissenlit, ray-grass, trèfle. En mai 2005, elle occupe 70% de la surface.

Discussion

L'évolution du géranium est conforme aux attentes: installation très rapide avec formation d'un tapis végétal très dense. Malheureusement, comme lors

des essais préliminaires, l'espèce disparaît progressivement au cours de l'année qui suit et ne se resème plus spontanément. Parallèlement, le développement de la pimprenelle est resté trop modeste pour assurer par la suite une couverture végétale significative. La flore spontanée s'impose rapidement, avec les mêmes caractéristiques et les mêmes conséquences que celles formulées pour le procédé témoin «flore spontanée». L'hypothèse d'une complémentarité entre les deux espèces pour assurer une couverture satisfaisante sur la durée de l'essai ne s'est donc pas vérifiée dans le cadre de cette expérimentation.

Discussion générale et perspectives

L'évolution floristique observée sur une parcelle est évidemment très fortement dépendante des conditions pédo-climatiques de celle-ci. C'est pourquoi il est toujours très délicat d'extrapoler les observations botaniques effectuées dans le cadre d'un seul essai. Ainsi, dans le cadre de cette expérimentation, les résultats obtenus avec le brome et l'agrostide ne corroborent pas complètement ceux d'autres essais (Ançay et Delabays, 2006; Delabays *et al.*, 2000; Delabays *et al.*, 2007). A titre d'exemple, on peut mentionner les résultats d'un essai en culture de framboises, dans lequel l'agrostide a permis un enherbement durable et optimal: l'espèce y a assuré pendant cinq ans une excellente couverture du sol, associée à une parfaite maîtrise de la flore spontanée, le tout avec une vigueur modeste et sans impact sur la productivité de la culture (Ançay et Delabays, 2006).

Néanmoins, un certain nombre d'enseignements généraux peuvent être tirés de la présente expérimentation.

Concernant les deux procédés témoins testés (enherbement spontané et semis d'un mélange de graminées pérennes), leur végétation s'est bien révélée potentiellement compétitive pour l'eau et pour l'azote vis-à-vis de la culture (Spring et Delabays, 2006), compétition dont les effets délétères suscitent des craintes, notamment dans des situations un peu limites: sols superficiels et/ou séchards, zones à faibles précipitations, cépages sensibles, etc.

Les résultats obtenus avec les espèces peu concurrentielles, pérennes ou annuelles, font ressortir la difficulté d'assurer une bonne installation de la couverture végétale et/ou de la maintenir à long terme. Dans le cadre de cet essai, seule l'orge des rats a véritablement

garanti une couverture satisfaisante et, dans une moindre mesure, le trèfle souterrain et le trèfle rampant. Si l'utilisation d'espèces peu concurrentielles pour enherber les vignes demeure une démarche prometteuse, sa maîtrise doit encore être améliorée avant de pouvoir être proposée à large échelle.

Trois aspects, notamment, méritent d'être approfondis.

■ Le premier concerne l'**adéquation entre les sites de culture et les espèces utilisées**. Si le succès et la pérennité d'un enherbement, quel qu'il soit, seront toujours tributaires d'aléas climatiques et/ou biotiques (campagnols, etc.), il n'en reste pas moins que les conditions pédo-climatiques d'un site doivent correspondre au profil de la plante semée. A cet égard, certaines espèces semblent d'ailleurs particulièrement dépendantes de ces conditions; comme l'illustrent, par exemple, les résultats très variables obtenus avec l'agrostide (Ançay et Delabays, 2006) ou le brome des toits (Delabays *et al.*, 2007).

■ En second lieu, outre l'espèce utilisée, c'est le **choix de l'écotype le mieux adapté** qui peut s'avérer déterminant. La plupart des espèces testées à ce jour sont des plantes proches de l'état sauvage, qui montrent une importante variabilité dans la nature. Pour certaines d'entre elles, comme le trèfle souterrain, il existe même des collections rassemblant plusieurs milliers d'écotypes aux caractéristiques très diverses. Actuellement, nous multiplions six lignées sauvages de trèfles souterrains, sélectionnées pour leur bonne résistance au gel, leur précocité au printemps et leur développement rampant et peu vigoureux (Jobin, 2004). Le brome des toits est une autre espèce qui a montré une grande variabilité naturelle: avec une quinzaine d'écotypes valaisans cultivés en parallèle, les tailles et la précocité au printemps ont été très variables (trois semaines de décalage entre les plus précoces et le plus tardifs), et leurs propriétés phytotoxiques très différentes (Delabays *et al.*, 2007).

■ Enfin, troisième volet d'amélioration possible, **les interventions techniques doivent être mieux ciblées**, afin d'optimiser les enherbements mis en place: régime de tonte, intervention herbicide ponctuelle, travail superficiel du sol pour favoriser un ressemis, etc. Autant de pratiques qui nécessiteraient aujourd'hui des expérimentations *ad hoc*. A titre d'exemple, on peut mentionner la suggestion d'un viticulteur, globalement satisfait de

Conclusions

- Dans le cadre de cet essai, la flore spontanée a mis plusieurs mois avant de s'installer complètement et d'offrir une couverture du sol optimale. Elle est par ailleurs composée d'espèces vigoureuses (ray-grass, pissenlit, plantain), potentiellement très compétitives vis-à-vis de la culture.
- Le mélange de graminées pérennes a effectivement offert une excellente couverture du sol sur l'ensemble de la durée de l'essai, mais le développement et la vigueur de ces espèces (fétuques, pâturins, etc.) suggèrent qu'elles sont également très compétitives pour la culture.
- Les résultats obtenus avec les espèces peu concurrentielles, pérennes ou annuelles, soulignent la difficulté d'assurer une bonne installation de la couverture végétale et de la maintenir à long terme. Dans le cadre de cet essai, seule l'orge des rats a garanti une couverture satisfaisante durant l'ensemble de l'expérimentation et, dans une moindre mesure, le trèfle souterrain et le trèfle rampant.
- L'installation et la gestion d'un enherbement peu concurrentiel est une démarche délicate qui nécessite encore un important travail de mise au point. Trois niveaux d'amélioration sont identifiés: meilleure adéquation entre l'espèce utilisée et les conditions pédo-climatiques, sélection des écotypes les mieux adaptés, optimisation des techniques de gestion.

son expérience avec l'orge des rats, mais désireux de limiter sa vigueur au printemps: il propose d'effectuer une fauche, à fin avril-début mai, suffisamment sévère pour empêcher une véritable reprise des plantes, mais en épargnant une bande au centre de l'interligne, destinée à produire les semences pour le ressemis de l'automne suivant. L'excellent rétablissement spontané observé avec cette espèce rend cette procédure réaliste et intéressante.

Un important travail est donc encore nécessaire pour optimiser la gestion des enherbements avec des espèces peu concurrentielles et proposer à l'ensemble des praticiens des écotypes adaptés et des itinéraires techniques validés. Une telle démarche est cependant certainement justifiée, compte tenu des limites, voire des impasses, auxquelles se confronte actuellement l'entretien des sols en viticulture: la dépendance vis-à-vis d'un nombre de plus en plus restreint d'herbicides, appliqués aujourd'hui sur des surfaces considérables, constitue en effet une situation «malherbologiquement» fragile (Delabays et Bohren, 2007). Le besoin d'alternatives ne peut que s'accroître à l'avenir et l'enherbement reste une des approches les plus prometteuses.

Bibliographie

- Ançay A. & Delabays N., 2006. Quel enherbement pour les cultures de framboisiers? *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (6), 363-369.
- Delabays N., 2002. L'allélopathie, un phénomène utilisable pour la gestion de la flore des vignobles? *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34**, 35.
- Delabays N. & Bohren Ch., 2007. Le glyphosate: une analyse critique de la situation helvétique. *Revue suisse Agric.* **39** (à paraître).

Delabays N., Ançay A. & Mermillod G., 1998. Recherche d'espèces végétales à propriétés allélopathiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **30**, 383-387.

Delabays N. & Mermillod G., 2002. Phénomènes d'allélopathie: premières observations aux champs. *Revue suisse Agric.* **34**, 231-237.

Delabays N., Mermillod G., De Joffrey J.-P. & Slacanin I., 2007. Le brome des toits (*Bromus tectorum*): propriétés phytotoxiques et potentiel pour la gestion de la flore spontanée des parcelles cultivées. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **39** (à paraître).

Delabays N. & Spring J.-L., 2002. Le trèfle souterrain: potentialités et limites pour l'enherbement des vignobles. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34**, 33-34.

Delabays N., Spring J.-L., Ançay A., Mosimann E. & Schmid A., 2000. Sélection d'espèces pour l'enherbement des cultures spéciales. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **32**, 95-104.

Jobin A., 2004. Etude comportementale d'espèces prometteuses pour l'enherbement et expérimentation de différentes variantes d'enherbement dans des cultures de vignes et de framboises. Travail de diplôme, Ecole d'ingénieurs de Lullier, 71 p.

Maigre D., Aerny J. & Murisier F., 1995. Entretien des sols viticoles et qualité des vins de Chasselas: influence de l'enherbement permanent et de la fumure azotée. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **27**, 237-251.

Maigre D. & Murisier F., 2000. Essai d'enherbement et de fumure azotée sur Gamay dans le bassin lémanique. Résultats agronomiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **32** (3), 145-151.

Spring J.-L., 2001. Influence du type d'enherbement sur le comportement de la vigne et la qualité des vins. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. 1. Résultats agronomiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **33** (5), 253-260.

Spring J.-L., 2002. Influence du type d'enherbement sur le comportement de la vigne et la qualité des vins. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. 2. Résultats œnologiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (2), 111-116.

Spring J.-L. & Delabays N., 2006. Essai d'enherbement de la vigne avec des espèces peu concurrentielles: aspects agronomiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (6), 355-359.

Zusammenfassung

Begrünung im Rebberg mit konkurrenzschwachen Pflanzenarten: botanischen und herbologischen Aspekte

Begrünung zwischen den Reihen führt zu bekannten Vorteilen wie Schutz des Bodens und Kontrolle von unerwünschten Pflanzen. Eine solche Begrünung kann jedoch eine Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe verursachen. Im Einzelfall kann eine Begrünung die Weinlese behindern oder die Qualität des Weins beeinträchtigen. Es wird deshalb vorgeschlagen, konkurrenzschwache Bodendecker zu verwenden. Dazu könnten winter-annuelle Pflanzen oder mehrjährige Pflanzen mit reduziertem Wachstum im Sommer verwendet werden. Der vorliegende Artikel beschreibt die Entwicklung der Vegetation von 8 Begrünungstypen in einem mehrjährigen Versuch von 2000 bis 2005 im Weinbau. 6 Verfahren mit potentiell konkurrenzschwachen Arten wie Straussgras, Weiss- und Erdklee, Dachrespe, Mäusegerste, eine Mischung von Storchschnabel und Wiesenknopf wurden mit zwei Kontrollverfahren – eine Mischung einjähriger Gräser und die spontane Begrünung – verglichen. Die Spontanbegrünung erreichte in diesem Versuch nach einigen Monaten eine optimale Bodenbedeckung; diese bestand jedoch aus potentiell sehr konkurrenzkräftigen Arten. Die Mischung einjähriger Gräser erzeugte während der ganzen Versuchsdauer eine sehr gute Bodenbedeckung, allerdings hat die Wuchskraft einzelner Grasarten die Reben zu stark konkurrenziert. Die Resultate aus den Verfahren mit ein- wie mehrjährigen konkurrenzschwachen Arten zeigen die Schwierigkeit, eine Begrünung im Rebberg zu installieren und über längere Zeit zu erhalten. Im Versuch konnten nur die Mäusegerste und in reduziertem Mass Erd- und Weissklee die gewünschte Bodenbegrünung über längere Zeit erzeugen. Die Etablierung und Bestandesführung von konkurrenzschwachen und in der Praxis brauchbaren Begrünungen erfordert weitere Untersuchungen in drei Richtungen: Suche nach Arten, die den Boden- und Klimaverhältnissen angepasst sind, Auswahl der angepassten Biotypen und Entwicklung von geeigneten Anbau- und Pflegemethoden.

Riassunto

Prova d'inerbimento del vigneto con specie poco concorrenziali: aspetti botanici e malerbologici

L'inerbimento dell'interlinea delle vigne apporta numerosi vantaggi oggigiorno ben conosciuti e descritti, segnatamente per la protezione del suolo e la gestione della flora indesiderata. Tuttavia, un tale inerbimento induce una competizione per l'acqua e l'azoto, che, in alcuni casi, può generare delle conseguenze nefaste sulla qualità della vendemmia e dei relativi vini. Per conservare al massimo i vantaggi dell'inerbimento, limitando il più possibile questi potenziali effetti negativi, viene proposta l'utilizzazione di piante poco concorrenziali, per esempio delle specie annuali, invernali o perenni poco vigorose in estate. Questo articolo presenta le osservazioni raccolte nell'ambito di una prova realizzata in campo tra il 2000 e il 2005. Esso sintetizza l'evoluzione della vegetazione osservata con 8 tipi d'inerbimento: 2 procedimenti-testimone (inerbimento spontaneo e miscela di graminacee perenni) e 6 procedimenti in cui si sono utilizzate specie potenzialmente poco competitive (agrostide, trifoglio bianco, trifoglio sotterraneo, forasacco dei tetti, orzo selvatico, miscela geranium/pimpinella). Nel quadro di questa prova, la flora spontanea ha messo parecchi mesi prima d'installarsi completamente ed offrire una copertura ottimale del suolo. Essa è peraltro composta di specie vigorose potenzialmente molto concorrenziali con la coltura. La miscela di graminacee perenni ha offerto un'eccellente copertura del suolo nel corso dell'intera sperimentazione, ma lo sviluppo e il vigore di queste specie suggeriscono che esse sono ugualmente molto competitive per la coltura. I risultati ottenuti con le specie poco concorrenziali, sia perenni che annuali, rilevano la difficoltà di assicurare una buona installazione della copertura vegetale e di mantenerla sul lungo termine. Nell'ambito di questa prova, solo l'orzo selvatico ha garantito una copertura soddisfacente per l'intera durata della sperimentazione, e in misura minore il trifoglio sotterraneo e il trifoglio bianco. L'installazione e la gestione dell'inerbimento poco competitivo è una pratica delicata che necessita ancora un lavoro di messa a punto importante su tre livelli: migliore adeguamento tra la specie utilizzata e le condizioni pedo-climatiche, selezione di ecotipi meglio adattati, ottimizzazione delle tecniche di gestione.

Summary

Cover cropping trial in vineyard with weakly competitive species: botanical and weed aspects

Cover cropping in vineyards offers numerous well described benefits, especially for soil protection and weed management. Nevertheless, the competition for water and nitrogen induced by the cover crop can prejudice the harvest, as well as the must and the vine. In order to keep the advantages of cover cropping while limiting its negative effects, it is proposed to use species with low competitive ability. This paper presents the results gathered in a trial carried out in a vineyard between 2000 and 2005, in which 8 different ground covers have been compared: 2 controls (the spontaneous flora and a mixture of perennial grasses) and 6 potentially weakly competitive species: Creeping Bent, Dutch Clover, Subterranean Clover, Drooping Brome, Wall Barley, and a mixture of Small-flowered Cranesbill and Small Burnet. In this experiment, it took several months to the spontaneous flora to provide a complete covering of the soil, but, it is composed of species potentially highly competitive. The perennial grasses mixture offered a quick and complete soil protection, but its species are highly competitive too. Results obtained with the low competitive species emphasize the difficulty to install such cover cropping and to maintain it for several years. In our trial, only Wall Barley, and to a lesser extent Dutch Clover and Subterranean Clover, offered a satisfying ground cover during all the time of the experiment. To improve the installation of such weakly competitive cover cropping, progresses must still be made on three aspects: adequacy between the species and the soil and climatic conditions, selection of adapted biotypes and optimisation of the management techniques.

Key words: cover cropping, vineyards, *Agrostis stolonifera*, *Bromus tectorum*, *Geranium pusillum*, *Hordeum murinum*, *Sanguisorba minor*, *Trifolium repens*, *Trifolium subterraneum*.



Essai d'enherbement de la vigne avec des espèces peu concurrentielles: aspects agronomiques

J.-L. SPRING¹ et N. DELABAYS, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1

 E-mail: jean-laurent.spring@acw.admin.ch
Tél. (+41) 21 72 11 560.

Résumé

La recherche de types d'enherbement peu concurrentiels pour la vigne a fait l'objet d'un essai sur Chasselas sur le domaine expérimental d'Agroscope Changins-Wädenswil ACW à Nyon (VD). Par rapport à un enherbement constitué de graminées pérennes et pratiqué dans tous les interlignes (témoin), l'utilisation de graminées annuelles à ressemis (*Bromus tectorum*, *Hordeum murinum*) a permis de diminuer la concurrence en eau pour la vigne; en revanche, ces deux espèces de graminées n'ont pas permis d'améliorer de manière sensible l'alimentation azotée de la vigne. Les légumineuses annuelles à ressemis (*Trifolium subterraneum*) ou pérennes (*Trifolium repens*) ont le mieux amélioré l'alimentation azotée de la vigne. Le trèfle rampant (*Trifolium repens*) et les graminées pérennes sont les deux types d'enherbement qui ont le plus concurrencé la vigne en eau.

Par rapport à l'enherbement témoin, toutes les espèces testées ont entraîné une augmentation de la vigueur et du potentiel de production de la vigne, sans influence négative sur la composition des moûts. L'introduction de certaines de ces espèces pour l'enherbement des vignes nécessitera encore des études complémentaires (sélection des biotypes les mieux adaptés, gestion de ces enherbements et production de semences).

Introduction

Un enherbement pratiqué dans tous les interlignes au moyen de graminées pérennes peut exercer dans certains sites une concurrence excessive en eau et en azote pour la vigne, susceptible d'entraîner une diminution de la qualité des vins de Chasselas (Maigre *et al.*, 1995). La possibilité de gérer le stress hydro-azoté par le choix des espèces botaniques utilisées pour l'enherbement a déjà fait l'objet d'une étude dans les conditions du bassin lémanique (Spring, 2001; Spring, 2002). Suite à cette première expérimentation, la recherche d'espèces potentiellement peu concurrentielles pour l'alimentation hydrique et azotée de la vigne a été poursuivie (Delabays *et al.*, 1999). Cet article ré-

sume les observations agronomiques effectuées dans une parcelle de Chasselas en fonction de cinq types d'enherbement différents décrits par Delabays (2006).

Matériel et méthodes

L'essai a été implanté sur le domaine expérimental de la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW à Nyon (VD). La moyenne des températures durant la période de végétation (15 avril au 15 octobre) s'élève pour ce site à 14,9 °C et les précipitations annuelles sont de 1009 mm. Le sol (0-20 cm) est moyen, peu calcaire (4% de Ca CO₃) et contient un taux de matière organique satisfaisant. L'analyse chimique du sol montre qu'il est riche en phosphore et en potassium et normalement pourvu en magnésium.

L'essai à quatre répétitions a été conduit en blocs randomisés. Neuf ceps par microparcelle ont été observés; les variantes d'enherbement ont été pratiquées dans tous les interlignes sur deux tiers de la surface totale. Le sol sous les ceps (un tiers de la surface) a été maintenu libre de végétation par l'application d'herbicides. Les variantes d'enherbement ont été les suivantes:

- graminées pérennes (mélange Lenta® de la maison Schweizer; variante témoin)
- *Bromus tectorum* (brome des toits)
- *Hordeum murinum* (orge des rats)
- *Trifolium subterraneum* (trèfle souterrain)
- *Trifolium repens* (trèfle rampant).

Ces différents types d'enherbement, ainsi que leur évolution tout au long de la période d'expérimentation, ont été décrits par Delabays *et al.* (2006). Les résultats agronomiques de deux variantes faisant partie de cet essai n'ont pas été présentés en raison de la mauvaise pérennité des enherbements concernés.

La parcelle de Chasselas greffé sur 3309C et conduite en Guyot mi-haute (200 × 85 cm) a été plantée en 1999. Les enherbements ont été installés durant l'année 2001. Les observations agronomiques qui font l'objet de cet article ont été effectuées durant les années 2002-2004. Les contrôles ont été les suivants:

- détermination des taux de N, P, K, Ca et Mg de feuilles situées dans la zone des grappes à la véraison (diagnostic foliaire);
- expression végétative par pesage des bois éliminés à la taille;
- relevé des composantes du rendement: fertilité des bourgeons, poids des baies et poids des grappes (la récolte a fait l'objet d'une limitation de rendement par le maintien de cinq grappes par cep en juillet);
- détermination dans les moûts après foulage du taux de sucre, du pH, de l'acidité totale exprimée en acide tartrique, des acides tartrique et malique, ainsi que de la teneur en azote selon la méthode proposée par Aerny (1996).

¹Centre viticole du Caudoz, 1009 Pully.

Les analyses courantes des moûts ont été effectuées selon le *Manuel suisse des denrées alimentaires*.

En 2003, un suivi de la disponibilité en azote minéral (N_{min}) sous les différents types d'enherbement a été conduit de début mai à fin août dans les premiers 50 cm du sol (Jobin, 2004). En outre, un suivi du potentiel hydrique de base du feuillage a été effectué au moyen d'une chambre à pression de marque PMS Instrument Co., modèle 1002 (Scholander *et al.*, 1965). Ces mesures ont été faites durant la période de sécheresse et de canicule de la mi-juillet à la fin d'août, afin de déterminer des différences éventuelles de stress hydriques induits par le type d'enherbement sur la vigne (Jobin, 2004). En 2004, un suivi de l'indice chlorophyllien du feuillage (indice N-Tester) a été effectué sur les feuilles principales situées dans la zone des grappes, du mois de juin au mois d'octobre, selon la méthode proposée par Spring et Zufferey (2000) et Spring (2002b).

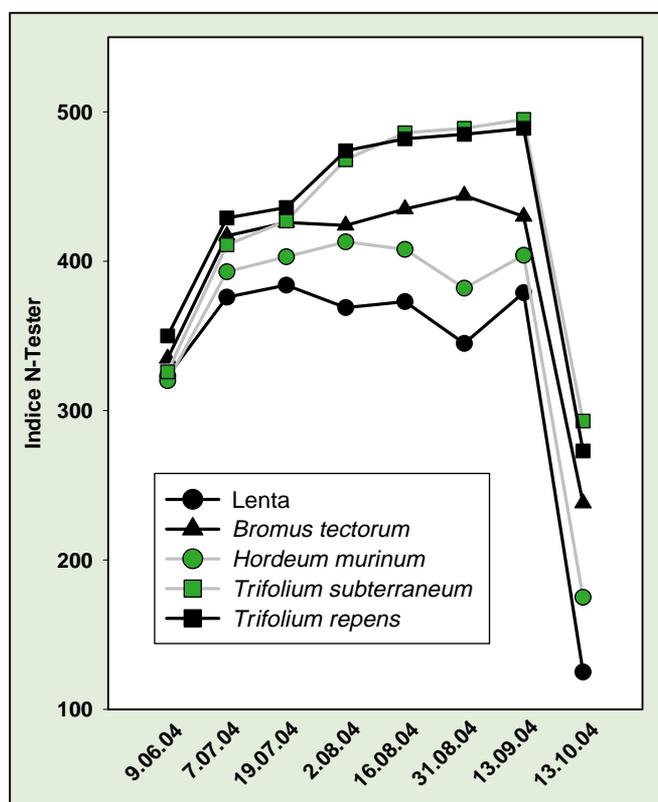
Résultats et discussion

Indicateurs d'alimentation azotée

Diagnostic foliaire N

La teneur en azote des feuilles, déterminée à la véraison, figure dans le tableau 1. Par rapport aux graminées pérennes (mélange Lenta®), l'enherbement constitué de graminées annuelles (*Bromus tectorum* et *Hordeum murinum*) n'a que peu amélioré l'alimentation azotée de la vigne. En revanche, les légumineuses annuelles (trèfle souterrain) et pérennes (trèfle rampant) ont entraîné des taux d'azote nettement plus élevés. En fonction des seuils utilisés pour l'interprétation du diagnostic foliaire pour le Chasselas en Suisse romande, l'alimentation azotée de la plante peut être qualifiée de très insuffisante pour la variante avec graminées pérennes (mélange Lenta®), d'insuffisante pour les deux variantes avec graminées annuelles à ressemis (*Bromus tectorum* et *Hordeum murinum*) et de satisfaisante pour les deux variantes

Fig. 1. Essai de types d'enherbement sur Chasselas. Indice chlorophyllien du feuillage (N-tester). Feuilles de la zone des grappes. Changins, 2004.



avec légumineuses (trèfle souterrain et trèfle rampant). Cela confirme l'intérêt des légumineuses dans l'enherbement de vignobles soumis à de fortes concurrences en azote (Masson et Bertoni, 1996; Stotz, 1994).

Indice de formol des moûts au foulage

Pour le Chasselas, l'indice de formol des moûts déterminé à la vendange selon la méthode proposée par Aerny (1996) est un bon indicateur du stress hydro-azoté subi par la vigne. Les seuils de l'indice de formol déterminés par Lorenzini (1996) pour le Chasselas sont les suivants:

- < 10: carence azotée marquée
- 10-14: carence azotée modérée
- > 14: alimentation azotée non limitante.

Les moyennes 2002-2004 sont reportées dans le tableau 1. Les tendances confirment les observations faites avec le diagnostic foliaire. La variante avec graminées pérennes (mélange Lenta®) a fourni les valeurs les plus basses, les deux variantes avec les graminées annuelles à ressemis (*Bromus tectorum* et *Hordeum murinum*) n'ont apporté qu'une amélioration non significative, tandis que les légumineuses ont entraîné les valeurs les plus élevées. De manière générale, les taux d'azote dans les moûts étaient nettement en deçà des valeurs optimales, indiquant une carence en azote marquée.

Teneur en chlorophylle du feuillage (indice N-Tester)

La figure 1 représente l'évolution de l'indice chlorophyllien du feuillage observé durant la saison 2004 pour les cinq types d'enherbement considérés. Conformément aux résultats d'azote dans les feuilles et dans les moûts, l'enherbement constitué de graminées pérennes (mélange Lenta®) est celui qui concurrence le plus la vigne. Les variantes avec graminées annuelles à ressemis (*Bromus tectorum* et *Hordeum murinum*) ont présenté un feuillage un peu plus vert. Cela a été particulièrement le cas pour la variante avec *Bromus tectorum*, espèce plus précoce qui concurrence la vigne moins longtemps que *Hordeum murinum* en cours de sai-

Tableau 1. Essai de types d'enherbement sur Chasselas. Diagnostic foliaire N à la véraison et indice de formol des moûts à la vendange. Changins, moyennes 2002-2004.

Variantes	Diagnostic foliaire (% matière sèche)	
	N	Indice de formol des moûts
Mélange Lenta®	1,66	6,2
<i>Bromus tectorum</i>	1,79	7,0
<i>Hordeum murinum</i>	1,75	6,5
<i>Trifolium subterraneum</i>	1,99	8,9
<i>Trifolium repens</i>	2,00	9,6
ppds (p = 0,05)	0,13	1,8

son (Delabays *et al.*, 1999). L'amélioration la plus nette de la teneur en chlorophylle du feuillage a été obtenue avec les deux types de légumineuses.

Azote minéral (N_{\min} ; fig. 2)

En 2003, l'évolution de la teneur en azote minéral (N_{\min}) du sol dans les 50 premiers centimètres a été suivie de début mai à fin août (Jobin, 2004). Les valeurs les plus basses et les plus stables ont été constatées avec les graminées pérennes (mélange Lenta®). Les variantes avec graminées annuelles à ressemis (*Bromus tectorum* et *Hordeum murinum*) et avec la légumineuse annuelle à ressemis (*Trifolium subterraneum*) ont présenté des valeurs proches de la variante avec graminées pérennes jusqu'en juin; après la fin de leur cycle et avant leur re-germination, c'est-à-dire en juillet et en août, elles ont fourni des teneurs en azote plus élevées. Les valeurs enregistrées avec *Bromus tectorum* sont à considérer avec réserve car cette espèce s'est relativement mal réinstallée au printemps 2003 et a même nécessité un res-

semis en août de la même année. Les valeurs les plus élevées ont été observées avec le trèfle rampant (*Trifolium repens*) qui a laissé un reliquat considérable d'azote pratiquement tout au long de la saison.

Potentiel hydrique du feuillage

Durant la période de sécheresse et de canicule de l'été 2003, un suivi du potentiel hydrique du feuillage a été entrepris (Jobin, 2003). Ce suivi effectué en fin de nuit permet de bien caractériser le niveau de stress hydrique subi par la plante en cours de saison (Carbonneau, 2001). La détermination de ce potentiel hydrique de base a été effectuée à trois reprises: mi-juillet, début août et fin août. Pour la variante avec *Bromus tectorum*, qui présentait un taux de couverture faible au printemps 2003, seule une mesure à fin août a été effectuée, comme on peut le voir sur la figure 3.

Des différences considérables de stress hydrique de la plante ont été observées durant cette période de sécheresse selon les types d'enherbement. Les variantes

qui ont le moins concurrencé la plante en eau ont été les espèces annuelles à ressemis et en particulier les graminées (*Hordeum murinum* et *Bromus tectorum*), probablement en raison de leur cycle végétatif décalé par rapport à celui de la vigne et de leur développement végétatif relativement limité au printemps (peu de consommation en eau). Le trèfle souterrain (*Trifolium subterraneum*), qui disparaît également durant l'été, semble avoir un peu plus concurrencé la vigne en eau, probablement en raison de son développement végétatif luxuriant au printemps. La concurrence en eau la plus élevée a été enregistrée, comme on pouvait s'y attendre, avec les espèces pérennes (graminées et trèfle rampant).

Selon les seuils d'interprétation du potentiel hydrique de base proposés par Riou et Payan (2001), la vigne a été soumise à une contrainte hydrique modérée avec les enherbements annuels à ressemis (*Bromus tectorum*, *Hordeum murinum* et *Trifolium subterraneum*) et forte avec les types d'enherbements permanents (graminées pérennes et *Trifolium repens*).

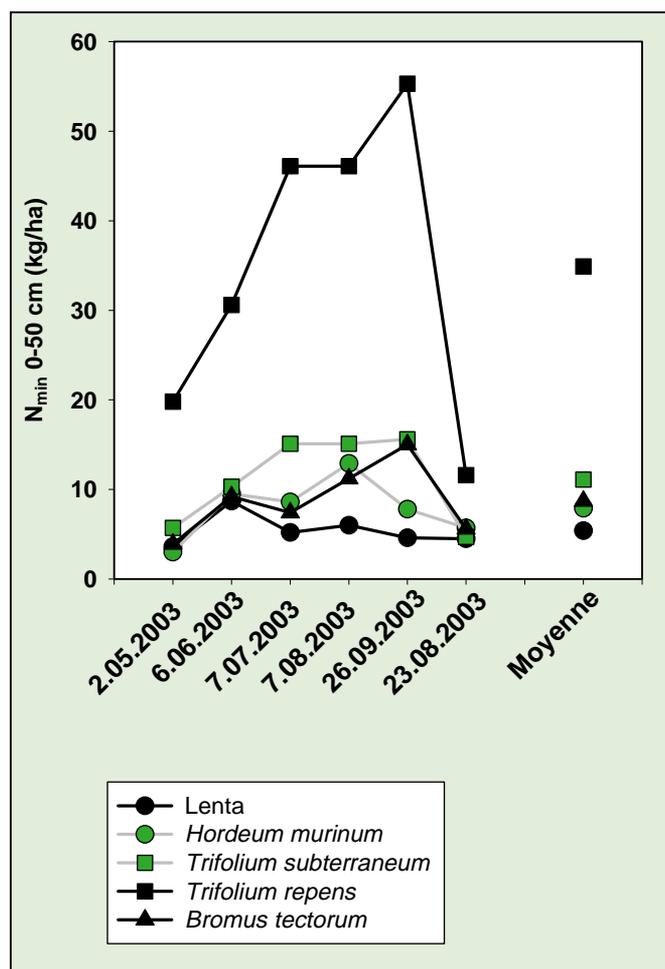


Fig. 2. Essai de types d'enherbement sur Chasselas. N_{\min} 0-50 cm. Changins, 2003.

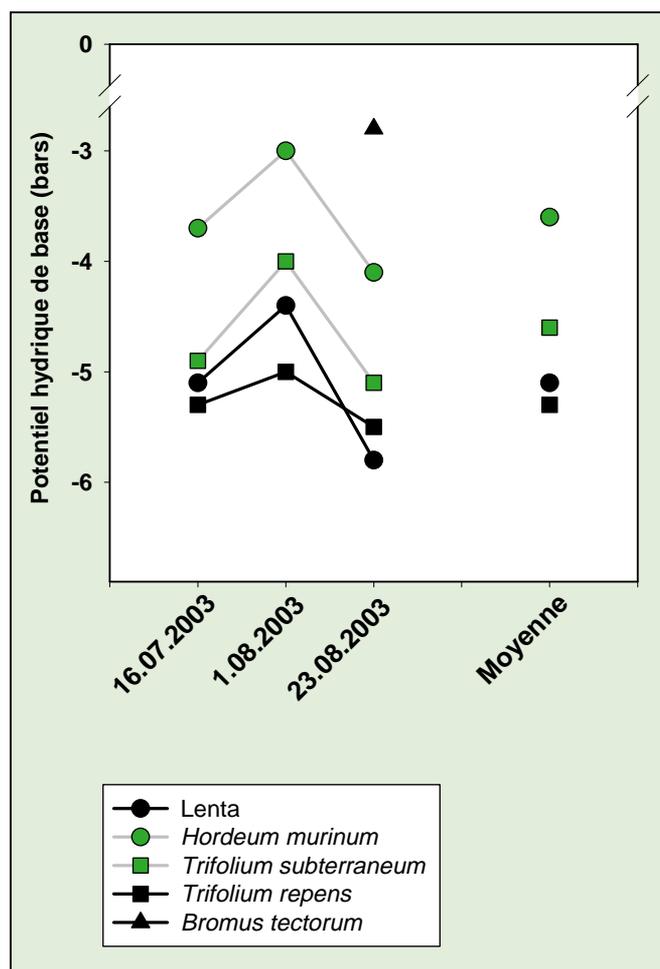


Fig. 3. Essai de types d'enherbement sur Chasselas. Potentiel hydrique du feuillage en période de sécheresse. Changins, été 2003.

Diagnostic foliaire P, K, Ca et Mg (tabl. 2)

Les taux de phosphore les plus bas ont été observés chez les variantes avec légumineuses qui ont assuré la meilleure alimentation azotée (tabl.1). Ce comportement est à mettre en relation avec l'antagonisme N/P relevé par plusieurs auteurs (Maigre *et al.*, 1995; Maigre et Murisier, 2000; Larchevêque *et al.*, 1998; Spring, 2001). Aucune différence significative n'a été enregistrée en ce qui concerne les autres éléments minéraux analysés.

Influence sur la vigueur de la vigne et les composantes du rendement (tabl. 3)

Par rapport à l'enherbement constitué de graminées pérennes (mélange Lenta®), l'ensemble des variantes expérimentées

ont favorisé la vigueur de la vigne (poids des bois de taille) et augmenté le poids des baies et des grappes, ainsi que le rendement. L'amélioration la plus marquée a été notée avec la variante brome des toits (*Bromus tectorum*), toutefois il faut mentionner sa présence discrète en 2003 (ressemis très lacunaire, forte proportion de sol nu). L'augmentation de la vigueur et celle du potentiel de production de la vigne sont liées aux différences signalées plus haut en ce qui concerne l'alimentation en eau et en azote.

Analyse des moûts

Le tableau 4 réunit les résultats d'analyse des teneurs en sucre et en acidité des moûts au foulage. Pratiquement aucune différence n'a pu être notée concernant ces paramètres.

Tableau 2. Essai de types d'enherbement sur Chasselas. Diagnostic foliaire P, K, Ca et Mg à la véraison. Changins, moyennes 2002-2004.

Variantes	Éléments minéraux (% de la matière sèche)			
	P	K	Ca	Mg
Mélange Lenta®	0,22	1,47	2,30	0,21
<i>Bromus tectorum</i>	0,25	1,50	2,56	0,23
<i>Hordeum murinum</i>	0,26	1,46	2,70	0,23
<i>Trifolium subterraneum</i>	0,18	1,44	2,58	0,23
<i>Trifolium repens</i>	0,16	1,38	2,54	0,25
ppds (p = 0,05)	0,05	n.s.	n.s.	n.s.

Tableau 3. Essai de types d'enherbement sur Chasselas. Poids des bois de taille et composantes du rendement. Changins, moyennes 2002-2004.

Variantes	Poids des bois de taille (g/cep)	Fertilité des bourgeons (nombre grappes/bois)	Poids des baies (g)	Poids des grappes (g)	Rendement (kg/m ²)
Mélange Lenta®	356	2,04	2,8	286	0,777
<i>Bromus tectorum</i>	506	2,11	3,3	357	0,983
<i>Hordeum murinum</i>	419	2,15	3,2	356	0,976
<i>Trifolium subterraneum</i>	409	2,04	3,1	336	0,925
<i>Trifolium repens</i>	436	1,98	3,0	348	0,938
ppds (p = 0,05)	51	n.s.	0,3	58	0,188

Tableau 4. Essai de types d'enherbement sur Chasselas. Analyse des moûts au foulage. Changins, moyennes 2002-2004.

Variantes	Indice réfractométrique	Acidité totale ¹ (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acide malique (g/l)	pH
Mélange Lenta®	79,0	5,0	5,6	1,5	3,33
<i>Bromus tectorum</i>	79,0	5,3	5,6	1,7	3,32
<i>Hordeum murinum</i>	78,4	5,2	5,6	1,7	3,33
<i>Trifolium subterraneum</i>	77,7	5,2	5,6	1,7	3,35
<i>Trifolium repens</i>	78,6	5,0	5,6	1,7	3,36
ppds (p = 0,05)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,03

¹ Exprimée en acide tartrique.

Conclusions

- ❑ Des enherbements dans tous les interlignes constitués de graminées ou de légumineuses annuelles à ressemis (*Bromus tectorum*, *Hordeum murinum* et *Trifolium subterraneum*), ainsi que de légumineuses pérennes (*Trifolium repens*), ont augmenté la vigueur de la vigne et son potentiel de production par rapport à l'utilisation de graminées pérennes (mélange Lenta®).
- ❑ L'amélioration de l'alimentation azotée de la vigne (N minéral du sol et teneur en azote des feuilles et des moûts, indice chlorophyllien des feuilles) a surtout été notée avec l'utilisation des légumineuses (*Trifolium repens* et *Trifolium subterraneum*).
- ❑ La concurrence hydrique a été moins marquée avec les espèces annuelles à ressemis, qui ont un cycle végétatif décalé par rapport à celui de la vigne.
- ❑ Peu de différences ont été notées au niveau de la teneur en sucre et en acidité des moûts au foulage.
- ❑ L'introduction de certaines de ces espèces pour l'enherbement des vignes nécessitera encore des études complémentaires (sélection des biotypes les mieux adaptés, modalités de gestion de ces types d'enherbements, production de semences).

Remerciements

Les collaborateurs de la section de viticulture et d'œnologie de la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW qui ont participé à cette expérimentation, ainsi que M. Aurèle Jobin, sont vivement remerciés de leur précieuse collaboration.

Bibliographie

- Aerny J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 161-165.
- Carbonneau A., 2001. Gestion de l'eau dans le vignoble: théorie et pratique. Compte rendu des 12^{es} journées du GESCO, 3-7 juillet 2001, Montpellier, France, 3-21.
- Delabays N., Spring J.-L. & Mosimann E., 1999. Selection of species for ground cover in vineyards. In: Proceedings 11th EWRS Symposium, 28 June - 1st July, 1999, Basel, Switzerland.
- Delabays N., Spring J.-L. & Mermillod G., 2006. Essai d'enherbement de la vigne avec des espèces peu concurrentielles: aspects botaniques et malherbologiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (6), 343-354.
- Jobin A., 2004. Etude comportementale d'espèces prometteuses pour l'enherbement et expérimentation de différentes variantes d'enherbement dans des cultures de vignes et de framboises. Travail de diplôme, Ecole d'ingénieurs de Lullier, 71 p.
- Larchevêque C., Casanova A. & Dupuch V., 1998. Relation entre la fermentescibilité des moûts et la teneur en composés azotés. Influence d'une fumure azotée sur la nature et la concentration des principaux acides aminés des moûts d'une vigne de *Vitis vinifera* L. var. Muscadelle avec enherbement permanent. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **32**, 137-151.
- Lorenzini F., 1996. Teneur en azote et fermentescibilité des moûts. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **27**, 237-251.
- Maigre D., Aerny J. & Murisier F., 1995. Entretien des sols viticoles et qualité des vins de Chasselas: influence de l'enherbement permanent et de la fumure azotée. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **27**, 237-251.
- Maigre D. & Murisier F., 2000. Essai d'enherbement et de fumure azotée sur Gamay dans le bassin lémanique. Résultats agronomiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **32** (3), 145-151.
- Masson P. & Berton G., 1996. Essai d'enherbement d'un vignoble méridional à base de trèfle souterrain, synthèse de six semaines d'expérimentation. Actes du 11^e colloque «Begrünung im Weinbau», 28-31 août 1996, Kaltern, 140-142.
- Riou C. & Payan J. C., 2001. Outils de gestion de l'eau en vignoble méditerranéen. Application du bilan hydrique au diagnostic du stress hydrique de la vigne. Compte rendu des 12^{es} journées du GESCO, 3-7 juillet 2001, Montpellier, France, 125-133.
- Scholander P. F., Hammel H. T., Bradstreet E.-D. & Hemmingsen E.-A., 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science* **148**, 339-346.
- Spring J.-L. & Zufferey V., 2000. Intérêt de la détermination de l'indice chlorophyllien du feuillage en viticulture. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **32** (6), 323-328.
- Spring J.-L., 2001. Influence du type d'enherbement sur le comportement de la vigne et la qualité des vins. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. 1. Résultats agronomiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **33** (5), 253-260.
- Spring J.-L., 2002a. Influence du type d'enherbement sur le comportement de la vigne et la qualité des vins. Résultats d'un essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. 2. Résultats œnologiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (2), 111-116.
- Spring J.-L., 2002b. Nutrition azotée de la vigne: intérêt de la détermination de l'indice chlorophyllien pour les cépages Chasselas, Pinot noir et Gamay. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (1), 27-29.
- Stotz J., 1994. Die Stickstoffversorgung der Rebe durch Begrünung mit Leguminosen in drei Weinbaureichen Badens. Dissertation, Universität Hohenheim, Deutschland, 169 p.

Summary

Research experiment on weakly competitive cover cropping in vineyard: agronomical aspects

A research experiment was conducted at the research station Agroscope Changins-Wädenswil in Nyon (VD) in order to find cover crops with low competitive ability against grapevine. Compared to perennial grasses used as control, the installation of annual grasses such as *Bromus tectorum* or *Hordeum murinum* allowed a clear reduction of the competition for water. Nevertheless these two species could not improve the nitrogen status of the vine. The annual legume *Trifolium subterraneum* and the perennial one *Trifolium repens* induced a positive effect on the nitrogen level of the vine. White clover (*Trifolium repens*) and the perennial grasses are the two types of cover crop inducing the highest competition for water. Compared to the control plots, all the tested species increased the vigour and the production potential of the vine, without negative impacts on the most composition. The use of certain of these cover crops will need further experiments and improvements selection of adapted biotypes, optimal management techniques and seed production.

Key words: grapevine, nitrogen concurrency, water stress, cover crop, *Hordeum murinum*, *Bromus tectorum*, *Trifolium subterraneum*, *Trifolium repens*.

Zusammenfassung

Versuch mit wenig konkurrenzierenden Begrünungsarten für den Rebbau: agronomische Aspekte

Auf dem Versuchsbetrieb der Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil (ACW) in Changins (Nyon, VD) wurden wenig konkurrenzierende Begrünungstypen für den Rebbau getestet. Verglichen mit einer Dauerbegrünung bestehend aus perennierenden Gräsern (Kontrolle), haben annuelle, sich spontan wieder versamende Gräserarten (*Bromus tectorum*, *Hordeum murinum*) die Wasserkonkurrenz für die Rebe vermindert. Diese beiden Arten haben auf die Stickstoffversorgung aber kaum eine Verbesserung mit sich gebracht. Annuelle, sich spontan versamende (*Trifolium subterraneum*) oder perennierende (*Trifolium repens*) Leguminosenarten haben die Stickstoffversorgung der Rebe am meisten verbessert. Der Weissklee (*Trifolium repens*) und die perennierenden Gräser haben die grösste Wasserkonkurrenz für die Rebe verursacht. Verglichen mit der Kontrolle (perennierende Gräser) haben alle anderen getesteten Begrünungsarten die Wuchskraft und das Produktionspotential der Rebe erhöht, ohne einen negativen Einfluss auf die Mostzusammensetzung aufzuweisen. Die Verwendung der verschiedenen Begrünungsarten in der Praxis wird noch zusätzliche Untersuchungen erfordern (Selektion der interessantesten Biotypen, Begrünungsmanagement, Samenproduktion).

Riassunto

Prove d'inerbimento del vigneto con specie poco concorrenziali: aspetti agronomici

La ricerca di tipi d'inerbimento poco concorrenziali per la vite ha costituito l'oggetto di uno studio nel vigneto sperimentale della Stazione di ricerche Agroscope Changins-Wädenswil a Changins, Nyon (VD).

Le graminacee perenni sulla totalità dei filari (testimone), è stata confrontata con le graminacee annuali a risemina (*Bromus tectorum*, *Hordeum murinum*) le quali hanno permesso di diminuire la concorrenza idrica per la vite. Queste due specie non hanno però permesso di migliorare in maniera sensibile l'alimentazione azotata della vite.

Le leguminose annuali a risemina (*Trifolium subterraneum*) o perenni (*Trifolium repens*) hanno migliorato di più l'alimentazione azotata della vite. Il trifoglio bianco (*Trifolium repens*) e le graminacee perenni sono state le specie che hanno maggiormente creato una competizione idrica per la vite.

Confrontando l'inerbimento testimone costituito da graminacee perenni, l'insieme delle specie provate hanno provocato un aumento del vigore e del potenziale produttivo delle vite, senza influenzare negativamente la composizione dei mosti.

L'introduzione di certe specie per l'inerbimento del vigneto richiede ancora degli studi complementari sulla selezione di biotipi meglio adattati, sulla gestione della copertura erbosa e sulla produzione di sementi.

AVIDOR

VALAIS SA

Nouvelle technologie • Nouvelle technique! Porte-outils GRIZZLY HT-200

ZI Falcon - Rue du Stand 11
3960 SIERRE
Tél. 027 456 33 05
Fax 027 456 33 07
E-mail: valais@avidor.ch
www.avidor.ch



Caractéristiques: Moteur Diesel • PDF mécanique

**Demandez une démonstration
ou un essai à:**

Walty Cheseaux
Tél. 027 456 33 05
Natel 078 623 09 93
E-mail: roche@teltron.ch

TRAVAUX DE SOL • TRAITEMENT PHYTO • ROGNEUSE • BROYAGE • BÉCHAGE

Piquets

Zingués à chaud 100 microns

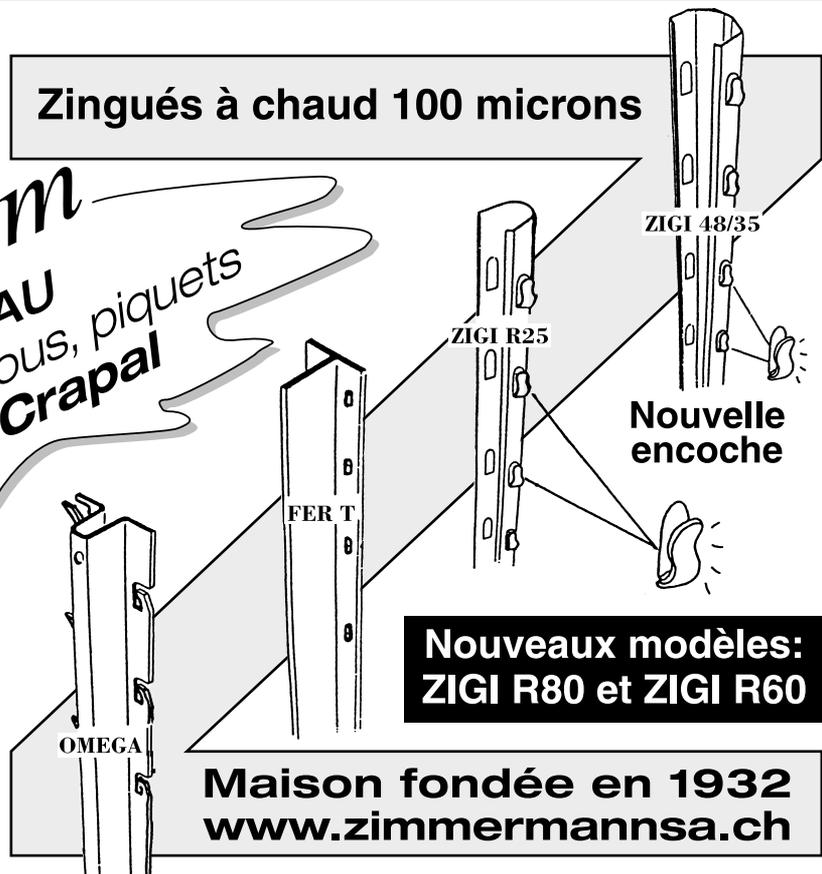
PaliSystem

NOUVEAU
en vente chez nous, piquets
Voest & Crapal

F. ZIMMERMANN SA
**Fabrique d'articles
pour la viticulture**

1268 BEGNINS

Tél. 022 366 13 17
Fax 022 366 32 53



**Nouveaux modèles:
ZIGI R80 et ZIGI R60**

Maison fondée en 1932
www.zimmermannsa.ch

Rue de la Gare 20 - 22 2525 Le Landeron Tél. 032 751 37 95
 info@angelrath.ch www.angelrath.ch Fax 032 751 31 44



Attacheuse pour branches à fruits
STELLAROC
 Agrafes
 Agrol Sierre
 et vos Landi



GROUPEMENT CARTON
 commande > 31 janvier 2007
 livraison début mars 2007



Contactez-nous au plus vite !

Liste de prix sur demande. Pour carton 6, 12, 15 lt. debout, couchées, etc.
 + de 30 articles standard en stock. Vente au détail et par palettes.

nombreuses cuves inox et poly en stock
 grandes bouteilles en gros et au détail
 chambre à air blanche et éco, pompe à air

Equipements de cave et de vigne - Cuves inox sur mesures et polyester
 Filtrés - Pompes à vin - Raccords - Emballages carton - Rubans adhésifs

EFFEUILLAGÉ PNEUMATIQUE

la véritable lutte anti-pourriture*



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

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



PÉPINIÈRES VITICOLES

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



Sélection Valais



HAUSWIRTH

LE MATÉRIEL
 DE QUALITÉ POUR
 LES MEILLEURS VINS

VASLIN BUCHER

La technologie au service
 du pressurage

Bennes à vendange

STHIK

Le respect de votre
 vendange

Conseils - Etudes - Réalisations - Services
HAUSWIRTH BURSINS
 Machines viticoles
 Tél. 021 824 11 29

Bouchons

Capsules de surbouchage

Capsules à vis · Bouchons couronne

Bondes silicone · Barriques · Fûts de chêne

Supports porte-barriques · Tire-bouchons *Pulltap'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

Landini

MISTRAL 40 45 50 55



- Petit de dimension, mais géant de performance
- Extrême maniabilité – Grande fiabilité
- Transmission synchro 16/16 avec inverseur et super-rampantes

Samuel Stauffer & Cie 1607 Les Thioleyres
Tél. 021 908 06 00 Tél. 021 908 06 01
www.stauffer-cie.ch info@stauffer-cie.ch

PÉPINIÈRES VITICOLES

production personnelle:

JEAN-CLAUDE

FAY

PÉPINIÈRES
VITICOLES

73250 FRETERIVE
FRANCE

TÉL. 00 33 479 28 54 18

PORT. 00 33 680 22 38 95

FAX 00 33 479 28 68 85

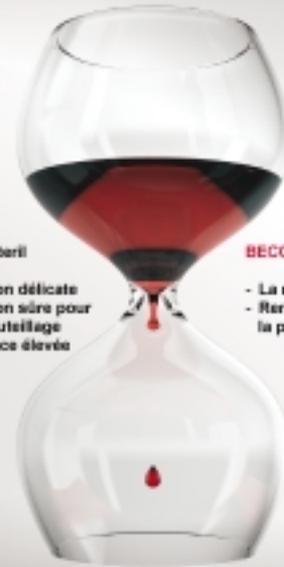
E-MAIL: jeanclaude.fay@wanadoo.fr

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

Il est temps ...

... pour la filtration parfaite avec BECO Steril et BECO KD



BECO Steril

- Filtration délicate
- Filtration sûre pour l'embouteillage
- Brilliance élevée

BECO KD

- La meilleure clarification
- Rendement optimal pour la pré-filtration

CHAILLOT SA
1152 St. Prix
Hotline: 021 620 2000
www.chaillet.ch

BEGÉROW



BOUCHONS Schittler

FABRIQUE DE BOUCHONS ET DE LIÈGE AGGLOMÉRÉ

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

BOUCHONS CONTRÔLÉS
AU T.C.A.?

CONSULTEZ LE SITE

WWW.SWISSCORK.CH



Quel enherbement pour les cultures de framboisiers?

A. ANÇAY¹ et N. DELABAYS², Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre des Fougères, 1964 Conthey

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

Introduction

Depuis quelques années, l'enherbement des interlignes est souvent préconisé dans diverses cultures spéciales, notamment en culture de framboises. Les atouts de l'enherbement sont aujourd'hui bien connus et décrits: il contribue à protéger le sol de l'érosion, il améliore sa portance et conserve sa structure. Une couverture végétale maîtrisée permet également de limiter le développement d'une flore spontanée indésirable, tout en réduisant le recours aux herbicides. Or, l'utilisation généralisée de ces derniers génère des problèmes dont l'acuité va croissant, comme par exemple le développement de résistances chez les adventices (Delabays *et al.*, 2004), la contamination des eaux (OFEFP/OFEG, 2004) ou encore la banalisation de la flore des milieux cultivés.

Pourtant, l'installation d'une couverture végétale dans les cultures de framboises n'est pas exempte de défauts. Le principal est la compétition qu'elle génère vis-à-vis de la culture qui peut faire chuter le rendement jusqu'à 15% dans certains cas (Ançay *et al.*, 1999).

L'optimisation de l'enherbement passe par un choix judicieux des espèces utilisées. Actuellement, les mélanges recommandés pour enherber les cultures sont souvent composés de plantes fourragères, par définition assez vigoureuses. Or, certaines plantes ont un développement et un cycle biologique qui pourraient permettre de conserver au maximum les avantages de l'enherbement tout en limitant ces effets négatifs

¹Avec la collaboration technique de Roger Carron et Georges Mermillod.

²Agroscope Changins-Wädenswil, case postale 1012, 1260 Nyon 1.

Résumé

Aujourd'hui, l'enherbement de l'interligne s'est généralisé dans les cultures de framboises, principalement avec des mélanges à base de graminées. Ces mélanges concurrencent passablement la culture de framboise et entraînent une diminution de la productivité (rendement et calibre des fruits). L'utilisation de semis mono-spécifiques à base d'espèces peu concurrentes permet de garder les avantages de l'enherbement (lutte contre les adventices, limitation de l'érosion, amélioration de la portance et de la structure du sol) sans incidence négative sur le rendement et la qualité des fruits. Dans notre essai, l'impact sur le rendement de quatre différents enherbements, deux mono-spécifiques: semis d'agrostis (*Agrostis stolonifera*) ou de trèfle blanc (*Trifolium repens*), un mélange de brome (*Bromus tectorum*) et de petite pimprenelle (*Sanguisorba minor*), un mélange du commerce «lenta» a été comparé avec un témoin «sol nu». Le semis à base d'agrostide (*Agrostis stolonifera*) a donné les meilleurs résultats. Le rendement cumulé de la culture après les quatre années d'essai est même supérieur à celui du procédé témoin «sol nu». La variante Trèfle (*Trifolium repens*) est également intéressante pour son influence sur le rendement, mais son entretien est plus contraignant.



Vue générale de l'essai d'enherbement en culture de framboisiers à Bruson (VS).

comme, par exemple, des espèces annuelles d'hiver ou des espèces pérennes peu vigoureuses en été.

Un travail de sélection de telles espèces a débuté en 1997, avec l'étude du comportement au champ d'une cinquantaine de plantes potentiellement adaptées à un enherbement optimal des cultures spéciales (Delabays *et al.*, 2000). Sur la base de ces différents essais, plusieurs espèces particulièrement prometteuses ont été sélectionnées pour être testées dans différentes cultures, notamment de framboises, de fraises et pour la vigne. Cet article présente les résultats d'un essai réalisé en culture de framboises entre 2001 et 2005. Il synthétise l'évolution de la végétation observée avec les différentes espèces retenues, en relation avec le comportement de la culture.

Matériel et méthodes

Site et parcelle expérimentale

L'essai a été mis en place en automne 2000 sur une parcelle du domaine expérimental de Bruson (ACW), situé à 1060 m d'altitude avec une exposition nord-est et une pente moyenne de 10%. Les caractéristiques pédologiques et climatiques du site sont présentées dans le tableau 1.

Le tableau 2 présente la parcelle d'essai. Les framboises ont été plantées sur des buttes constituées de compost (60 l/m linéaire) pour éviter que les plants ne soient détruits par *Phytophthora fragariae*, un champignon du sol présent dans la parcelle et qui provoque le dépérissement des racines du framboisier.

Dispositif expérimental et statistique

Quatre procédés d'enherbement différents et un procédé témoin «sol nu» ont été placés en blocs randomisés à trois répétitions en août 2001. Les procédés étudiés sont présen-

Tableau 1. Données pédologiques et climatiques du site expérimental de Bruson situé à 1060 mètres d'altitude (VS).

Analyse du sol (0 à 20 cm)		Données climatiques (moyennes de 30 ans)	
Argile (%)	13	Température moyenne (°C)	7
Limons (%)	30	Précipitations annuelles (mm)	943
Sable fin (%)	18	Jours de gel	118
Sable grossier (%)	39	Jours de chaud (> 25°C)	16
Matière organique (%)	3,5		
pH (eau)	6,5		

Tableau 2. Descriptif de la parcelle expérimentale.

Répétitions	3 × 10 m de ligne
Variété	Tulameen
Mise en place de l'essai	Framboisiers: automne 2000 Engazonnement: été 2001
Mode de plantation	Plants racines nues sur butte de compost Hauteur des buttes 40 cm.
Distance de plantation	Entre les rangs: 2,30 m Sur le rang: 0,40 m
Densité des tiges sur le rang	10 tiges au mètre linéaire
Irrigation	Au goutte-à-goutte localisé sur la butte Identique pour toutes les variantes
Fertilisation	N 30 kg/ha, P ₂ O ₅ 20 kg/ha, K ₂ O 45 kg/ha, Mg 10 kg/ha. La fumure est apportée par le système d'irrigation
Entretien des différents procédés	Les variantes enherbées sont fauchées lorsque les plantes atteignent une hauteur de 25 cm

tés dans le tableau 3. La différence des effets des procédés a été calculée au moyen d'une analyse de variance (SigmaStat, SPSS). Le test de Tukey a été utilisé lorsque les différences étaient significatives.

Description des espèces testées

Critères de sélection

Pour ce premier essai en conditions de culture, les espèces pour l'enherbement ont été

retenues sur la base de différents critères. En premier lieu, il s'agit évidemment de leur comportement au champ, observé dans le cadre des essais préliminaires (screenings) effectués de 1997 à 2000 (Delabays *et al.*, 2000): rapidité de germination, couverture du sol et limitation du développement de plantes spontanées indésirables, cycle complémentaire à celui de la culture (par exemple annuelles hivernales) ou faible vigueur, résistance au gel, pérennité, etc. Par ailleurs, seules les plantes dont une production de semences à grande échelle était économiquement envisageable ont été rete-

Tableau 3. Procédés expérimentaux.

Procédé	Descriptif	Composition enherbement	Densité de semis
Sol nu	Le sol est travaillé mécaniquement au printemps et en automne, durant la saison 1-2 applications d'herbicide foliaire		
Lenta	Mélanges de graminées (fétuque rouge, pâturin des prés, pâturin comprimé, fétuque durette)	<i>Festuca rubra ssp. rubra</i> (60%) <i>F. ovina ssp. duriuscula</i> (10%) <i>Poa pratensis</i> (20%) <i>Poa compressa</i> (10%)	5 g/m ²
Trèfle blanc	Variété «Huia»	<i>Trifolium repens</i> (100%)	4 g/m ²
Pimprenelle	Brome des toits + petite pimprenelle	<i>Bromus tectorum</i> <i>Sanguisorba minor</i>	8,5 g/m ² 5 g/m ²
Agrostide	Variété «Bueno»	<i>Agrostis stolonifera</i> (100%)	3 g/m ²

nues. Enfin, les propriétés phytotoxiques et allélopathiques mises en évidence chez certaines espèces (Delabays *et al.*, 1998) ont constitué un critère complémentaire de choix, susceptible de contribuer à un enherbement optimal (Delabays, 2002).

Agrostide stolonifère (*A. stolonifera*)

Les agrostides (*Agrostis tenuis* et *A. stolonifera*) avaient montré un comportement prometteur au cours des essais préliminaires (Delabays *et al.*, 2000): bien que s'installant lentement en première année, leur recouvrement après deux ans pouvait atteindre jusqu'à 70% de la surface du sol. Espèces pérennes, leur développement s'était révélé raisonnable, permettant de conclure qu'«elles offrent un recouvrement appréciable et que leur développement modeste, peu vigoureux, permet de présager une compétition limitée vis-à-vis de la culture». Autre avantage: la disponibilité en graines avec différentes variétés décrites et commercialisées, telle la variété «Bueno» (*A. Stolonifera*) retenue dans l'essai en culture de framboises.

Brome des toits (*Bromus tectorum*) et petite pimprenelle (*Sanguisorba minor*)

A ce stade de développement, nos travaux sur l'enherbement des cultures spéciales privilégient des semis mono-spécifiques, plus simples à maîtriser et dont les résultats sont plus aisément extrapolables même si, à terme, on peut envisager que l'installation de mélanges soit préconisée. Dans le cadre de cet essai néanmoins, un procédé a été inclus comprenant deux espèces dont le comportement s'était révélé très complémentaire dans le premier «screening». La première est le brome des toits, une graminée annuelle indigène qui, dans l'essai préliminaire, avait présenté le profil très prometteur de l'annuelle d'hiver: germination rapide en automne, bonne couverture hivernale et fin de cycle au printemps. Le seul bémol de cette espèce était son ressemis spontané à l'automne suivant, parfois insuffisant pour assurer la pérennité de l'enherbement (Delabays *et al.*, 2000). Parallèlement, les propriétés phytotoxiques et allélopathiques du brome des toits se sont révélées parmi les plus prononcées, aussi bien en laboratoire qu'en serre (Delabays *et al.*, 1998) ou au champ (Delabays et Mermillod, 2003). Enfin, bien qu'elle ne soit pas véritablement rare, cette espèce figurait dans l'édition en cours (1997) de la liste rouge des espèces menacées, avec l'indication qu'il convenait d'«augmenter ses chances de survie» (p. 73). Le matériel testé est un écotype récolté en Valais central.

La seconde espèce est la petite pimprenelle, une plante pérenne qui, dans notre essai préliminaire, ne s'est installée que très progressivement, mais dont la couverture, dès la seconde année, s'est avérée intéressante.

Trèfle blanc (*Trifolium repens*)

Le trèfle blanc a été intégré dans notre essai pour représenter le groupe des légumineuses pérennes. Un des intérêts de cette famille réside dans sa capacité à fixer l'azote atmosphérique. La variété «Huia» retenue avait fait preuve d'une bonne germination et d'un bon recouvrement dès la première année, avec une vigueur relativement modeste (Delabays *et al.*, 2000).

A ces trois enherbements ont été associés deux procédés qui ont joué le rôle de témoin.

Mélange Lenta

Lenta est le nom commercial d'un mélange de graminées (fétuque rouge, fétuque durette, pâturin des prés, pâturin comprimé) destiné à l'enherbement des vergers. Il constitue un témoin représentatif de l'enherbement classique, dominé par les graminées pérennes, tel qu'on le rencontre dans la majorité des surfaces enherbées actuellement en place. Ce type de mélange est considéré comme concurrentiel pour les cultures à cause du pourcentage élevé de fétuques qui le compose (Geoffrin et Morlat, 2000).

Sol nu

Dans la variante «sol nu», l'interligne a été ameubli au printemps et en automne avec un motoculteur. Durant la saison, un à deux traitements herbicides foliaires ont été appliqués.

Mesures et observations

Enherbement

Un relevé botanique, avec inventaire des espèces présentes, de leur stade, leur taille et l'estimation visuelle de la couverture du sol qu'elles assurent, a été effectué régulièrement (tous les un à six mois selon la saison et l'évolution de la végétation) entre septembre 2001 et octobre 2004 sur l'ensemble des parcelles élémentaires.

La croissance des différents enherbements a été déterminée en relevant le nombre de tontes nécessaires par saison et en pesant la matière fraîche produite lors de chaque coupe.

Rendement

Les fruits ont été récoltés trois fois par semaine. Le tri des fruits par appréciation visuelle a été effectué sur l'aspect extérieur du fruit (calibre insuffisant, couleur hétérogène, problèmes sanitaires, déformation). Seuls les fruits commercialisables ont été pesés et pris en compte pour le calcul du rendement. Le poids moyen des fruits a été déterminé une fois par semaine en comptant le nombre de framboises contenues dans un échantillon de 100 g.

Qualité des fruits

La qualité des fruits a été évaluée en mesurant la teneur en sucre (exprimée en °Brix) des fruits à l'aide d'un réfractomètre.

Paramètres végétatifs du framboisier

En 2003 et 2004, la croissance des cannes en phase végétative a été évaluée en mesurant leur longueur en fin de période de croissance.

Comportement agronomique

La présence de maladies sur les tiges et les dégâts causés aux plantes par le gel d'hiver ont été observés visuellement.

Résultats et discussion

Evolution de la flore et couverture du sol

Les figures 1 à 5 exposent l'évolution de la flore et de la couverture du sol relevée avec les différents procédés au cours de l'essai. Sont distingués sur les figures: la couverture (%) assurée par la ou les espèces semées, celle fournie par la flore spontanée, enfin le sol nu. Il s'agit des taux de couverture moyens observés au cours des différentes saisons. Dans le compte rendu ne sont mentionnées que les espèces principales, soit celles qui ont constitué au moins quelques pour-cent de recouvrement au cours de l'essai.

Sol nu (fig.1)

Dans ce procédé, des interventions mécaniques et chimiques régulières limitent le développement de la flore spontanée durant la période de végétation de la culture. Au cours de l'hiver, un certain degré d'enherbement est toléré, ce qui permet d'assurer une relative protection du sol au cours de la mauvaise saison. La figure 1 illustre cette évolution saisonnière de la couverture. La flore spontanée de la parcelle est composée d'espèces classiques des champs cultivés, comme l'amarante (*Amaranthus retroflexus*), le chénopode (*Chenopodium album*), les laitrons (*Sonchus sp.*), le lamier (*Lamium purpureum*), la matricaire (*Matricaria discoidea*), le mouron des oiseaux (*Stellaria media*), les pâturins (*Poa sp.*), le pissenlit (*Taxacum officinale*), le plantain (*Plantago lanceolata*) et la véronique (*Veronica persica*).

Mélange Lenta (fig. 2)

Le mélange Lenta a eu une évolution classique et sans surprise. Les graminées qui le composent (fétuques et pâturins) ont rapidement colonisé la surface du sol sur plus de 90% dès le printemps 2002. Cette couverture s'est ensuite

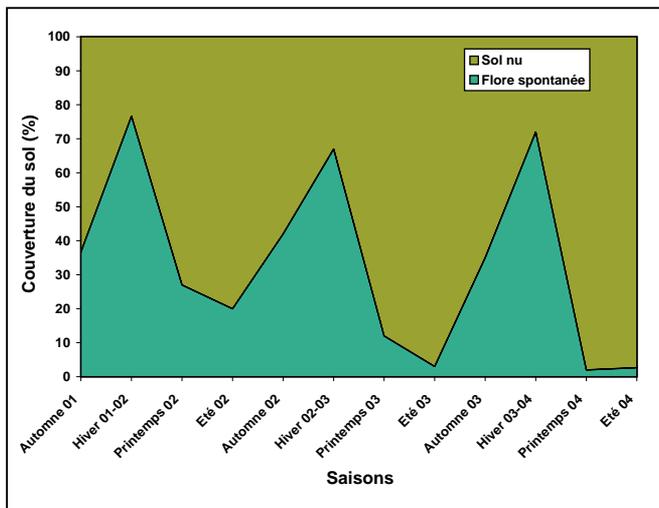


Fig. 1. Evolution de la végétation dans l'interligne de la culture (framboises) avec le procédé «Sol nu» (travail du sol et herbicide foliaire). Taux de couverture assuré au cours du temps par la flore spontanée et proportion de sol nu.

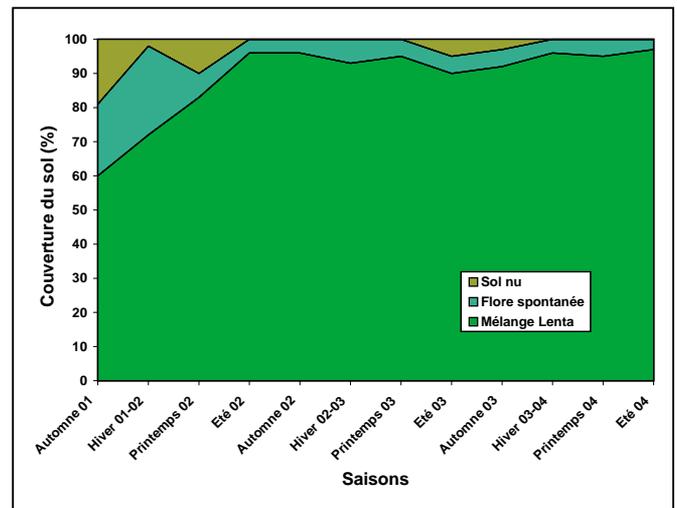


Fig. 2. Evolution de la végétation dans l'interligne de la culture (framboises) après le semis d'un mélange de graminées pérennes (Lenta). Taux de couverture assuré au cours du temps par les espèces du mélange, la flore spontanée et proportion de sol nu.

maintenue durant toute la durée de l'essai. Ce n'est qu'au cours du premier hiver qu'une flore spontanée composée de lamier, de véronique, de mauve (*Malva sylvestris*), de capselle (*Capsella bursa-pastoris*) et de mouron des oiseaux a pu occuper jusqu'à 20% de terrain. Par la suite, cette flore spontanée s'est réduite à moins de 10% et était composée principalement de pissenlit, de plantain et de trèfle (*Trifolium repens*).

Trèfle rampant (fig. 3)

Le trèfle rampant est l'espèce qui s'est le plus rapidement installée après le semis: elle couvre le sol à 95% dès le premier automne. Par la suite, elle perd un peu de vigueur au cours des hivers,

mais ne faiblit réellement qu'au cours de l'été 2003, où elle couvre le sol à moins de 70%, notamment à la suite de dégâts dus au piétinement. Globalement, le trèfle offre donc une bonne protection du sol, permet une maîtrise correcte du développement de la flore spontanée – limitée au pissenlit, au plantain et à quelques rumex (*Rumex obtusifolius*) – et montre une excellente pérennité.

Agrostide stolonifère (fig. 4)

L'agrostide s'est également installée rapidement, couvrant pratiquement 90% du sol dès le printemps 2002, pour ne plus redescendre au-dessous de 80% par la suite. Au cours du premier hiver, la flore spontanée est composée princi-

palement de cardamine (*Cardamina hirsuta*), de lamier, de mouron des oiseaux et de véronique. Par la suite, les pissenlits, le trèfle blanc et le plantain constituent l'essentiel des quelque 5 à 20% de flore spontanée à même de se développer. Globalement, l'agrostide est l'espèce semée qui a offert la meilleure couverture tout au long de l'essai, avec une excellente pérennité et une vigueur relativement modeste. Cet enherbement a également parfaitement supporté le piétinement.

Brome des toits et petite pimprenelle (fig. 5)

Ce semis d'un mélange de deux espèces a donné les résultats les plus décevants: le brome a certes germé rapidement,

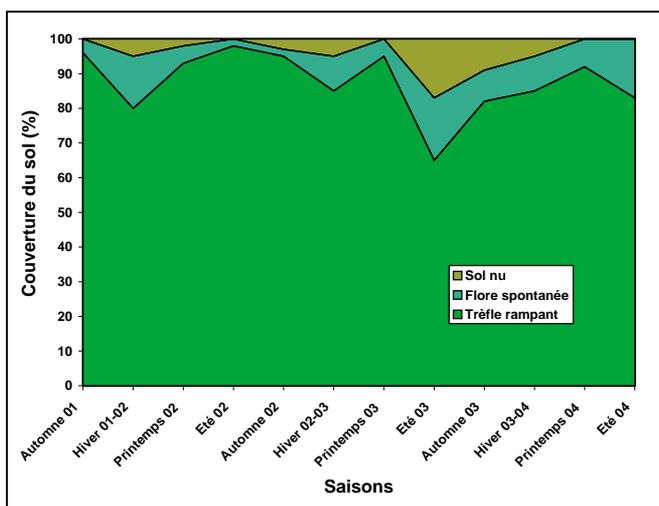


Fig. 3. Evolution de la végétation dans l'interligne de la culture (framboises) après un semis de trèfle rampant (*Trifolium repens*). Taux de couverture assuré au cours du temps par le trèfle, la flore spontanée et proportion de sol nu.

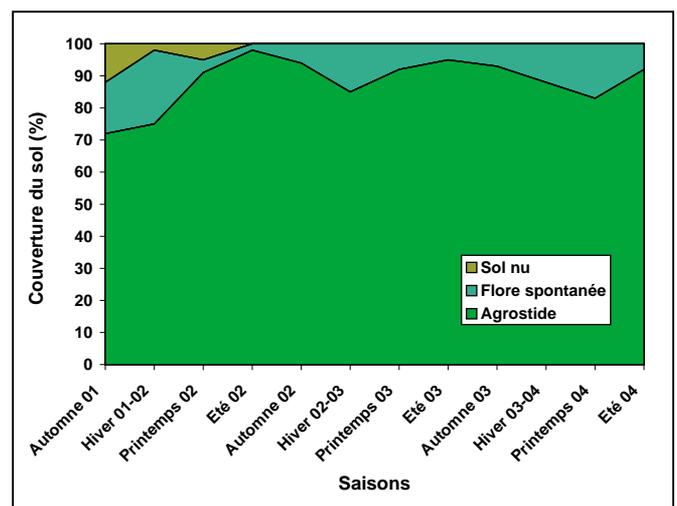


Fig. 4. Evolution de la végétation dans l'interligne de la culture (framboises) après un semis d'agrostide (*Agrostis stolonifera*). Taux de couverture assuré au cours du temps par l'agrostide, la flore spontanée et proportion de sol nu.

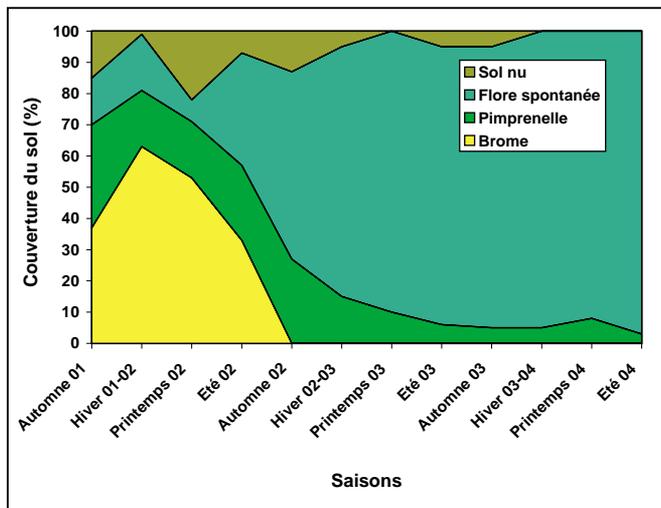


Fig. 5. Evolution de la végétation dans l'interligne de la culture (framboises) après le semis d'un mélange de brome (*Bromus tectorum*) et de pimprenelle (*Sanguisorba minor*). Taux de couverture assuré au cours du temps par les deux espèces semées, la flore spontanée et proportion de sol nu.

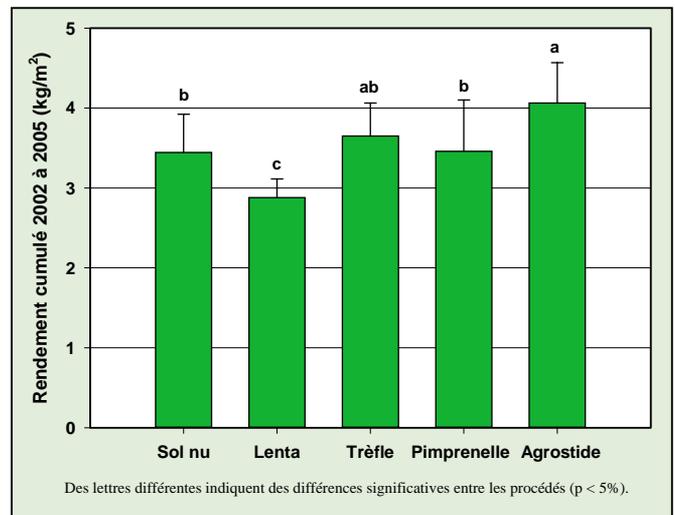


Fig. 6. Comparaison du rendement cumulé des années 2002 à 2005 obtenu dans les différentes variantes d'entretien du sol.

mais n'a même pas couvert 65% de la surface du sol au cours du premier hiver. La saison suivante, sa maturation a été lente, il n'a pas regermé et a totalement disparu dès l'automne suivant. La pimprenelle a également relativement bien germé, mais a rarement pu dépasser 20% de couverture du sol. Dès le printemps 2003, ce taux de recouvrement est même resté au-dessous de 10%. La flore spontanée est constituée des espèces de la parcelle déjà mentionnées: capselle, mauve et véronique; puis pissenlit, plantain et pâturin. Au cours de l'été 2003 dans certaines répétitions, une forte colonisation par les trèfles des procédés adjacents a été observée.

Synthèse

A l'exception du cas particulier du mélange brome/sanguisorbe, toutes les variantes expérimentées ont permis de lutter contre les adventices et les repousses de framboisiers. Parallèlement, tous les

procédés enherbés ont assuré un recouvrement total du sol et garanti une bonne protection contre l'érosion. De 2002 à 2005, les différents enherbements ont nécessité entre deux et trois tontes par année. Le procédé «Agrostide» est celui qui a eu la croissance la plus faible (tabl. 6), exprimée en kg de matière fraîche produite par m². Les variantes «Lenta» et «Trèfle» sont celles qui ont eu la croissance la plus élevée et ont produit le plus de matière fraîche.

Rendement

L'incidence du type d'entretien de l'interligne sur le rendement varie en fonction des années. La première année de récolte, en 2002, le rendement en fruits a été significativement différent en fonction des modes d'entretien du sol (tabl. 4). La variante «sol nu» avec 998 g/m² est celle qui a permis le meilleur rendement, suivie d'Agrostide (943 g/m²) et de Pimprenelle avec 846 g. La variante «Lenta» a donné le plus mauvais rendement. Les années sui-

vantes, bien que les différences de rendement ne soient plus significatives, les variantes «Agrostide» et dans une moindre mesure «Trèfle» assurent les meilleurs rendements, la variante «Lenta» induisant régulièrement les plus mauvais.

La figure 6 présente le rendement cumulé des années 2002 à 2005. La variante «Agrostide» donne le meilleur rendement avec 4,00 kg/m², suivie de la variante «Trèfle» avec 3,65 kg/m². Le rendement de la variante «Agrostide» est significativement supérieur à celui de la variante «Sol nu» considérée comme témoin dans cet essai. La variante «Lenta» enregistre la production cumulée la plus faible. Ce résultat confirme ceux d'un précédent essai à Brusson qui montraient que l'enherbement de l'interligne avec le mélange Lenta était trop compétitif vis-à-vis du framboisier et entraînait une diminution du rendement (Ançay *et al.*, 1999). Le framboisier a un système racinaire fasciculé drageonnant qui se trouve en majeure partie dans les horizons superficiels du sol (Ançay *et al.*, 2005). A ces faibles profondeurs, les racines du framboisier sont directement en concurrence avec les racines du couvert végétal pour l'assimilation de l'eau et des éléments nutritifs. L'enracinement de l'agrostide stolonifère, contrairement à celui des espèces composant le mélange Lenta, est très superficiel (entre 0 et 5 cm) et peut par là se montrer beaucoup moins concurrentiel. De plus, en période de sécheresse, l'agrostide stolonifère a la capacité de freiner sa croissance, d'entrer en dormance et ainsi de générer une relativement faible production de matière fraîche (tabl. 6). Ce

Tableau 4. Incidence des différents types d'enherbement sur le rendement des framboisiers exprimé en kg/m².

Procédé	Année			
	2002	2003	2004	2005
Sol nu	0,998 ^a	0,996	0,825	0,623
Lenta	0,632 ^c	0,867	0,709	0,885
Trèfle	0,818 ^{bc}	1,216	0,846	0,769
Pimprenelle	0,846 ^{abc}	0,977	0,785	0,851
Agrostide	0,943 ^{ab}	1,024	1,018	1,079

Des lettres différentes dans la même colonne indiquent des différences significatives entre les procédés ($p < 5\%$).

Tableau 5. Incidence des différents types d'enherbement sur le calibre des framboises exprimé en gramme par fruit.

Procédé	Année			
	2002	2003	2004	2005
Sol nu	4,5	4,0 ^a	3,5	4,4
Lenta	3,9	3,3 ^{bc}	3,3	4,1
Trèfle	4,4	3,6 ^b	3,4	4,5
Pimprenelle	4,1	3,5 ^{bc}	3,5	4,3
Agrostide	4,1	3,5 ^{bc}	3,3	4,3

Des lettres différentes dans la même colonne indiquent des différences significatives entre les procédés ($p < 5\%$).

Tableau 6. Matière fraîche produite par les différents enherbements en kg/m².

Procédé	Année			
	2002	2003	2004	2005
Sol nu	–	–	–	–
Lenta	0,267 ^b	0,559	0,648 ^a	0,673 ^a
Trèfle	0,791 ^a	0,430	0,511 ^c	0,601 ^c
Pimprenelle	0,372 ^{ab}	0,461	0,596 ^b	0,660 ^b
Agrostide	0,205 ^b	0,423	0,248 ^d	0,525 ^d

Des lettres différentes dans la même colonne indiquent des différences significatives entre les procédés ($p < 5\%$).

point contribue certainement au fait que cette variante soit celle qui favorise le mieux le rendement des framboisiers.

Qualité des fruits

L'incidence des différents procédés sur le calibre des framboises a été significative seulement lors de la récolte 2003 (tabl. 5): la variante «Sol nu» a alors donné les fruits les plus gros, suivie de la variante «Trèfle». La variante «Lenta» est celle qui a donné les fruits les plus

petits. Les variantes enherbées ont eu tendance à produire des fruits plus sucrés que la variante «Sol nu». Parmi les variantes enherbées, c'est la variante «Trèfle» qui a présenté le taux de sucre le plus bas (fig.7).

Paramètres végétatifs du framboisier

La croissance des tiges de framboisier a été mesurée uniquement en 2003 et 2004. Les variantes «Trèfle» et «Sol nu»

ont généré les plus longues tiges, «Lenta» ayant la croissance la plus faible. La forte croissance dans la variante «Trèfle» peut s'expliquer par la plus grande quantité d'azote mise à disposition des plantes, grâce à la faculté des légumineuses de synthétiser l'azote gazeux pour le rendre assimilable. Jaubin (2004) a montré que la teneur en azote des feuilles de cette variante, exprimée par l'indice chlorophyllien des feuilles de framboisier, était supérieure à celle des autres variantes enherbées. La variante «Lenta» était pour ce critère également la plus mauvaise.

Concernant le renouvellement des tiges (nombre de nouvelles pousses produites par année), aucune différence n'a été observée entre les procédés.

Maladies des tiges et dégâts de gel

Les différents procédés d'entretien du sol n'ont pas eu d'incidence sur les maladies des tiges. Au printemps 2005, quelques tiges de framboisiers n'ont pas débourré à cause des dégâts de gel sur les yeux. Ces symptômes étaient plus marqués avec les variantes «Sol nu» et «Trèfle».

Conclusions

- A l'exception du mélange brome/pimprenelle qui ne s'est jamais véritablement installé, tous les enherbements mis en comparaison ont permis d'assurer une bonne couverture du sol et de lutter contre les adventices et les repousses de framboisiers sans entraîner de coûts d'entretien importants.

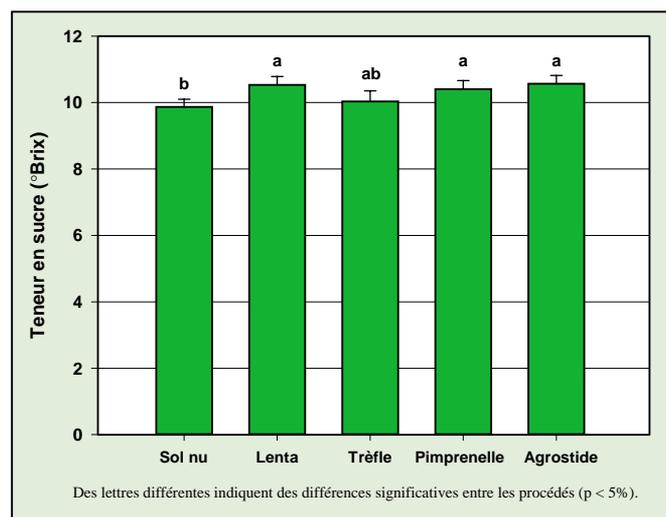


Fig. 7. Influence des différents modes d'entretien du sol sur le taux de sucre des fruits exprimé en °Brix.

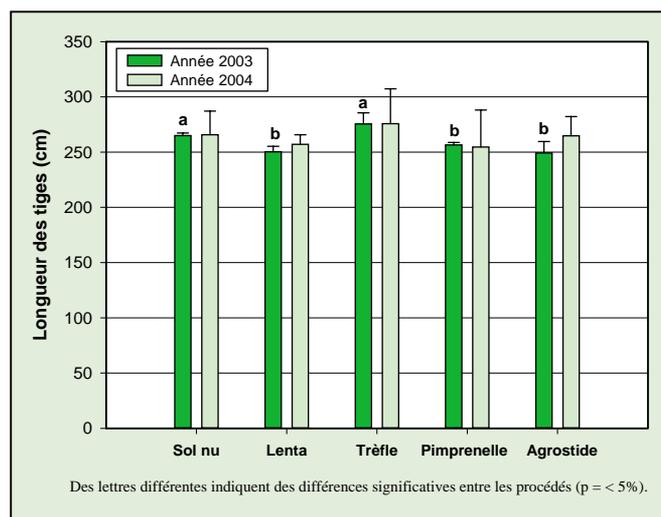


Fig. 8. Influence des différents modes d'entretien du sol sur la croissance des tiges de framboisier.

- Dans cet essai, la variante «Agrostide» donne les meilleurs résultats, permettant d'obtenir le rendement cumulé (2002-2005) le plus élevé et une bonne couverture du sol avec un minimum d'entretien. Par contre, le calibre des fruits est légèrement plus faible que dans la variante sol nu.
- La variante «Trèfle» est également intéressante car elle n'a pas d'influence négative sur le rendement, mais son entretien est plus contraignant (tontes plus fréquentes, pouvoir de colonisation important). De plus, elle n'est pas adaptée aux parcelles en pente, car sa végétation est glissante.
- Parmi tous les procédés enherbés, la variante «Lenta» est la seule qui a entraîné une diminution significative du rendement et du calibre des fruits.

Remerciements

Nous remercions M. Benz, M. Fellay et A. Jaubin pour leur précieuse collaboration.

Bibliographie

- Ançay A., Carron R., Terretaz R., Delabays N. & Mermillod G., 1999. Couverture du sol et enherbement en culture de framboises. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **31** (5), 273-277.
- Ançay A., Carron R. & Michel V., 2005. Méthodes culturales de lutte contre le dépérissement des racines du framboisier. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **37** (4), 199-206.
- Delabays N., 2002. L'allélopathie, un phénomène utilisable pour la gestion de la flore des vignobles? *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34**, 35.
- Delabays N., Ançay A. & Mermillod G., 1998. Recherche d'espèces végétales à propriétés allélopathiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **30**, 383-387.
- Delabays N., Mermillod G. & Bohren Ch., 2004. Mauvaises herbes résistantes aux herbicides: passé, présent, ...futur? *Revue suisse Agric.* **36**, 149-154.
- Delabays N., Spring J.-L., Ançay A., Mosimann E. & Schmid A., 2000. Sélection d'espèce pour l'enherbement des cultures spéciales. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **32**, 95-104.
- Geoffrion R. & Morlat R., 2000. L'enherbement permanent contrôlé des sols viticoles. *Phytoma-La Défense des Végétaux* **530**, 28-31.
- Jaubin A., 2004. Etude comportementale d'espèces prometteuses pour l'enherbement ainsi qu'une expérimentation de différentes variantes d'enherbement dans les cultures de vignes et framboise. Travail de diplôme Ecole d'ingénieurs HES de Changins et de Lullier. 77 p.
- OFEFP/OFEG, 2004. NAQUA – Qualité des eaux souterraines en Suisse 2002/2003. Résumé étendu. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage/Office fédéral des eaux et de la géologie, Berne, 8 p.

Summary

Which cover cropping in raspberry fields?

Presently, cover cropping is widening in raspberry fields in Switzerland, as it offers numerous benefits in soil protection and weed management. A mixture of grasses is generally used to that purpose. Nevertheless, such cover cropping may compete with the crop for water and nutrients supply and impact negatively its productivity. In order to keep the advantages of cover cropping while limiting its negative effects, it is proposed to use species with low competitive ability. This paper presents the results of a trial carried out in a raspberry field between 2001 and 2005, in which 5 different ground managements have been compared: 2 controls (regular weeding and cover cropping with a mixture of perennial grasses) and 3 cover croppings with potentially weakly competitive species: Creeping Bent, Dutch Clover and a mixture of Drooping Brome and Small-flowered Cranesbill.

The best results have been obtained with the Creeping Bent. This species offered a complete covering of the ground during the four years, while allowing the best yields, even higher than in the weed free plots. Good results have also been obtained with Dutch Clover, but this species is quite vigorous and needs to be cut several times during the season. As expected, the mixture of perennial grasses reduced significantly the yield.

Key words: cover cropping, raspberry, *Agrostis stolonifera*, *Bromus tectorum*, *Sanguisorba minor*, *Trifolium repens*.

Zusammenfassung

Welche Einsaat in den Himbeerkulturen?

Die Begrünung zwischen den Himbeerreihen ist heute gängige Praxis. Es werden vor allem Mischungen mit Gräsern verwendet. Diese Mischungen können die Himbeerpflanzen um Nährstoffe und Wasser konkurrenzieren, was zu einer Verminderung des Ertrages und der Fruchtgrösse führen kann. Die Vorteile einer Begrünung (Bekämpfung einer unerwünschten Begleitflora, reduzierte Erosion, verbesserte Tragfähigkeit und Struktur des Bodens) könnte mit Einsaaten von nur einer Art, die wenig konkurrenzstark ist, zu Tragen kommen, ohne dabei den Ertrag der Himbeerkultur, sowie die Fruchtqualität negativ zu beeinflussen. Das Ziel des Versuches von 2001 bis 2005 war es in einer Himbeerkultur die Wirkung von Einsaaten mit nur Kriechendem Straussgras (*Agrostis stolonifera*), nur Weissklee (*Trifolium repens*), einer Mischung von Dachtrespe (*Bromus tectorum*) und Kleinem Wiesenknopf (*Sanguisorba minor*) und der Mischung «Lenta» mit der Kontrolle ohne Einsaat zu vergleichen. Die Einsaat mit Kriechendem Straussgras hat dabei die besten Resultate gegeben. Der kumulierte Ertrag von vier Jahren war sogar höher als jener des Kontrollverfahren ohne Einsaat. Das Verfahren mit Weissklee war aufgrund des geringen Ertragsverlustes ebenfalls interessant, dagegen war der Unterhalt dieser Einsaat aufwendiger.

Riassunto

Che tipo d'inerbimento per le colture di lamponi?

Attualmente, l'inerbimento delle interlinee si è generalizzato nelle colture di lamponi, principalmente con delle miscele a base di graminacee. Queste miscele entrano in concorrenza con la coltura di lamponi e determinano una certa diminuzione della produttività (rendimento e calibro dei frutti). L'utilizzazione di semi monospecifici a base di specie poco concorrenziali permette di conservare i vantaggi dell'inerbimento (lotta contro le piante avventizie, limitazione dell'erosione, miglioramento della portanza e della struttura del suolo), senza effetti negativi sul rendimento e sulla qualità dei frutti. Nella nostra prova, l'effetto sul rendimento di quattro inerbimenti diversi, due monospecifici: semi a base di agrostis (*Agrostis stolonifera*) o di trifoglio (*Trifolium repens*), una miscela di bromo (*Bromus tectorum*) e di pimpinella (*Sanguisorba minor*) e una miscela «Lenta» del commercio, è stato paragonato con un testimone «suolo nudo». La semina a base di agrostis (*Agrostis stolonifera*) ha dato i migliori risultati. Il rendimento cumulato della coltura dopo quattro anni di prova è pure superiore a quello del testimone «suolo nudo». La variante del trifoglio (*Trifolium repens*) è ugualmente interessante per il suo influsso sul rendimento, però la sua manutenzione è più difficile.

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



PÉPINI...RES VITICOLES
CLAUDE & JACQUES LAPALUD
PLANTATION À LA MACHINE

1163 ÉTOY

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

DUVOISIN Puidoux



NOUVEAUTÉS HOLDER 2006-2007

Nouvelle turbine PSV 30 – Flux parallèle radial
Pulvérisateur traîné SecurLiner 600-900-1200 litres
Pulvérisateur traîné TwinLiner (pour 2 produits)

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



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

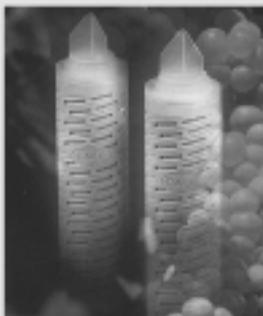
www.cuenoud.ch

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

Baldinger
seit 1951
MAX BALDINGER AG CH - 8117 Fällanden
tel. +41 44 806 80 80 www.baldinger.biz



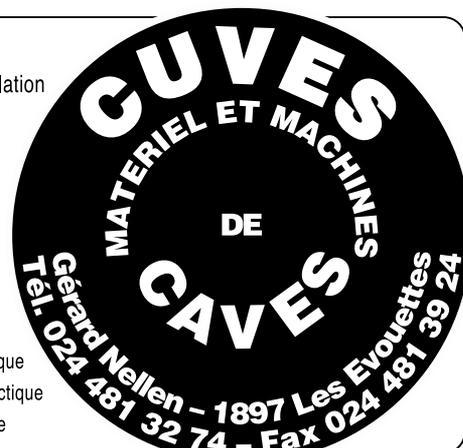
Laissez-vous
conseiller
par nos
œnologues
pour toute
question sur
la filtration!



Calculs techniques
Fournitures et installation
complète pour:

**adéquation
et pilotage
des températures
d'élaboration:**

- débourbage
- macération à chaud
- macération à froid
- fermentation alcoolique
- fermentation malolactique
- stabilisation tartrique





Efficacité et rémanence de différents insecticides sur les chenilles de capua (*Adoxophyes orana*)

P. J. CHARMILLOT et D. PASQUIER, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon

 E-mail: pierre-joseph.charmillot@acw.admin.ch
Tél. (+41) 22 36 34 379.

Résumé

L'efficacité et la rémanence de quelques insecticides appliqués sur les chenilles de la tordeuse de la pelure *Adoxophyes orana* ont été testées. Des feuilles ont été prélevées après les traitements pour y élever en laboratoire des larves âgées de 12 jours en période périflorale, ou des néonates en été. Les produits lufenuron, tébufénozide et méthoxyfénozide ont une efficacité très élevée et une excellente rémanence. L'éma-mectine, l'indoxacarbe et le spinosad ont une très bonne efficacité initiale mais leur rémanence est plus faible, indépendamment de la concentration testée. L'efficacité décline rapidement sur les jeunes feuilles, car la croissance dilue les résidus. La faible rémanence du chlorpyrifos-méthyl, pratiquement identique sur les vieilles et les jeunes feuilles, laisse supposer que ce produit a une activité systémique. Le méthoxyfénozide et le spinosad sont pratiquement insensibles au lessivage comme vraisemblablement plusieurs autres insecticides.

Introduction

La tordeuse de la pelure *Adoxophyes orana*, communément appelée capua, est très polyphage. Elle se développe sur plus de trente genres de plantes-hôtes (Janssen, 1958), mais c'est essentiellement sur pommiers et poiriers – occasionnellement sur cerisiers et pruniers – qu'elle peut causer des dégâts importants (Bovey, 1966). Elle hiverne sur les arbres à l'état de petite chenille du deuxième et troisième stade puis reprend son activité en avril, se nourrissant aux dépens des bourgeons et des jeunes feuilles. La nymphose s'effectue en mai et le premier vol entre la fin de mai et juin. Les chenilles de la première génération, ou génération d'été, se développent à la fin de juin et en juillet, essentiellement sur les pousses en croissance. Elles se nourrissent des feuilles de l'extrémité qu'elles rassemblent par un tissage soyeux; certaines chenilles

s'attaquent à l'épiderme des fruits où elles rongent de grandes surfaces en ramifications irrégulières. Le fruit se cicatrise mal, sans formation d'un nouvel épiderme. Le second vol se déroule entre la mi-juillet et le début de septembre. Les dégâts de la deuxième génération, ou génération d'automne, causés par de petites chenilles de 2-3 mm, peuvent apparaître dès la mi-août et se poursuivre jusqu'à la récolte lors d'années tardives. Il s'agit de nombreuses petites morsures de forme orbiculaire.

En été, une lutte curative permet de protéger momentanément les fruits; toutefois, son impact sur la dynamique des populations est faible car les chenilles sont protégées dans les feuilles enroulées. La lutte réalisée au début des éclosions n'offre qu'une faible rémanence car les larves néonates se nourrissent exclusivement des nouvelles feuilles dont la croissance dilue les résidus. La lutte la plus efficace est incontestable-

ment celle menée au printemps contre les larves hivernantes qui reprennent leur activité. Les produits le plus fréquemment utilisés sont: fénoxycarbe, indoxacarbe, lufenuron, méthoxyfénozide, tébufénozide, spinosad, ainsi que le virus de la granulose Capex. Le diffuseur Isomate-CLR est homologué pour une lutte par confusion contre le carpocapse avec effet secondaire contre capua. Enfin, quelques esters phosphoriques sont également disponibles (Charmillot et Höhn, 2006).

Des tests biologiques par trempage de feuilles dans différentes concentrations de produits ont été effectués afin de comparer les potentialités de quelques insecticides homologués ou en développement. Les courbes d'efficacité en fonction du dosage ainsi obtenues servent de référence pour déceler d'éventuels foyers de résistance (Charmillot *et al.*, 2006). Par contre, elles ne permettent pas de juger de la rémanence des produits, élément prépondérant pour déterminer l'efficacité pratique d'un insecticide. Pour combler cette lacune, des essais ont été réalisés afin de déterminer la rémanence de quelques insecticides, homologués ou en développement, dans la lutte contre la tordeuse de la pelure *A. orana*.

Matériel et méthodes

Essai de 2000

Pour déterminer l'efficacité et la rémanence de quelques insecticides appliqués en période périflorale, c'est-à-dire sur les chenilles de la génération hivernante en fin de développement, un essai est réalisé sur le domaine «Les Rives» à Prangins sur des pommiers Golden. Le 8 mai 2000, les produits sont appliqués à la pompe à dos à mo-

Tableau 1. Procédés mis en comparaison pour tester l'efficacité et la rémanence de quelques insecticides sur des larves d'*A. orana*. Larves âgées de 12 jours (L₃₋₄) pour les tests biologiques effectués après le traitement du 8 mai 2000 et larves néonates (L₁) après le traitement du 7 juin 2001.

Traitement	Procédé	Formulation g p.f./kg ou l	Concentration % p.f.*	ppm m.a. mg/l	Feuilles prélevées et jours depuis le traitement	ppm m.a. homologué
8 mai 2000	Témoin	–	–	–	vieilles feuilles 0, 3, 7, 14, 21	–
	Lufénuron	Match EC 50	0,100	50		37,5
	Tébufénozide	Mimic SC 240	0,050	120		120
	Indoxacarbe	Steward WG 300	0,017	50		51
	Indoxacarbe	Steward WG 300	0,034	100		96
	Méthoxyfénozide	RH-2485 SC 240	0,033	80		96
	Emamectine	Proclaim EC 19	0,035	6,7	vieilles feuilles 0, 3, 7, 14	non homologué
	Emamectine	Proclaim EC 19	0,071	13,5		non homologué
	Spinosad	formulation SC 240	0,021	50		96
	Spinosad	formulation SC 240	0,042	100		96
7 juin 2001	Témoin	–	–	–	vieilles feuilles 0, 4, 7, 14, 21, 28 jeunes feuilles 0, 4, 7, 14, 21	–
	Chlorpyrifos-méthyl	Reldan EC 400	0,120	480		480
	Spinosad	Audienz SC 480	0,015	72		96
	Méthoxyfénozide	Prodigy SC 240	0,040	96		96

*p.f.: produit formulé.

teur, avec 5 l de bouillie, ce qui permet d'atteindre le ruissellement. Chaque procédé, appliqué sur trois jeunes arbres contigus, est séparé des autres par trois arbres tampon (tabl. 1).

Prélèvement de feuilles et test biologique

Des grandes feuilles complètement développées sont prélevées à la base des pousses dans chaque procédé. Au laboratoire, les feuilles sont enroulées dans une petite boîte en plastique, puis une larve d'*A. orana* prélevée dans l'élevage y est déposée. L'essai est effectué avec trente larves âgées de 12 jours (L₄₋₅) par procédé et prélèvement. Après une semaine, les larves mortes sont dénombrées et les survivantes sont élevées sur milieu artificiel jusqu'à l'émergence du papillon. Dans tous les procédés, le premier prélèvement de feuilles est réalisé le jour du traitement; puis, selon les produits, trois à quatre autres prélèvements sont encore effectués 3, 7, 14 et 21 jours après le traitement. L'efficacité des produits est calculée par rapport au taux de survie obtenu dans le témoin de la date correspondante.

Essai de 2001

Pour déterminer l'efficacité et la rémanence de quelques insecticides appliqués lors de la période d'éclosion des œufs de première génération, c'est-à-dire sur des chenilles néonates, un essai est réalisé dans la parcelle n° 17 à Changins sur des pommiers

Golden. Le 7 juin 2001, trois produits sont appliqués à la pompe à dos à moteur, avec 5 l de bouillie, ce qui permet d'atteindre le ruissellement. Chaque procédé est appliqué sur un seul arbre, séparé des autres par un arbre tampon (tabl. 1).

Mesure de la croissance des feuilles

Des grandes feuilles complètement développées ainsi que des jeunes feuilles en croissance sont prélevées pour le test biologique. Le jour du traitement, un fil de laine rouge est attaché au pédoncule d'environ 200 jeunes feuilles de chaque procédé, localisées à l'extrémité des pousses. Il s'agit de la première feuille étalée située au-dessous d'une ou de deux ébauches de feuilles encore enroulées (fig. 1). Pour suivre la croissance, vingt feuilles ainsi marquées, de même que vingt des grandes feuilles situées à la base des pousses, sont prélevées au début de l'essai (jour 0), ainsi qu'après 4, 7, 14 et 21 jours. La superficie de ces feuilles est mesurée au moyen d'un appareil intégrant automatiquement les surfaces (Portable Area Meter, Li-3000A).

Prélèvement et test biologique

Ramenées au laboratoire, trente feuilles développées ainsi que trente jeunes feuilles en croissance sont enroulées dans une petite boîte en plastique, puis une larve néonate (L₁) d'*A. orana* fraîchement éclosée y est déposée. Après une semaine, les larves survivantes sont dénombrées. Dans les trois pro-



Fig. 1. Le jour du traitement, 200 jeunes feuilles à l'extrémité des pousses sont marquées au moyen d'un fil de laine rouge attaché au pédoncule. Ces feuilles sont ensuite prélevées à différentes dates et mesurées pour chiffrer leur croissance.

cédes et le témoin, le premier prélèvement de feuilles est réalisé le jour du traitement, suivi de quatre autres prélèvements à 4, 7, 14 et 21 jours; un cinquième prélèvement est effectué à 28 jours exclusivement pour les vieilles feuilles. L'efficacité des produits est calculée par rapport au taux de survie obtenu dans le témoin correspondant.

Résultats et discussion

Année 2000

Dans les témoins, le taux de survie moyen jusqu'au stade de papillon est de 87,9%, variant entre 76,7 et 100% selon la date de prélèvement.

Le jour du traitement, l'efficacité est très élevée pour tous les procédés. Par contre, dès le troisième jour déjà, des différences importantes apparaissent (fig. 2). Le RCI méthoxyfénozide, testé à 80 ppm, a une efficacité de 100% durant les 21 jours de l'essai. Le produit commercial Prodigy est actuellement homologué à raison de 0,04% pour 1600 l/ha, ce qui correspond à 96 ppm de matière active (m.a.). Le lufénuron et le tébufénozide, deux produits de référence homologués pour la lutte contre capua, maintiennent une efficacité supérieure à 90% pendant toute la durée de l'essai. L'efficacité de l'indoxacarbe est très élevée pendant sept jours, puis elle chute nettement au-delà d'une semaine, aussi bien à 100 qu'à 50 ppm. Le produit commercial Steward est

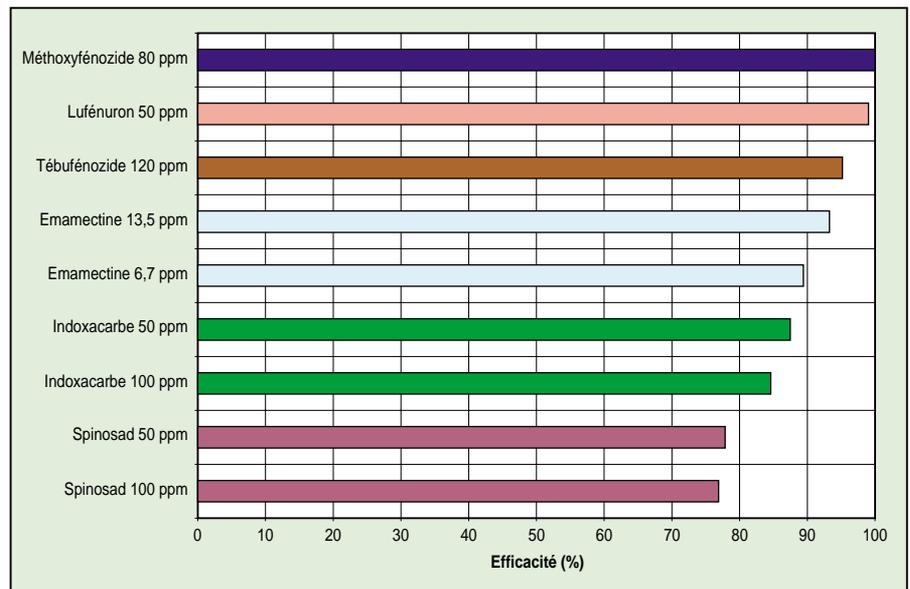


Fig. 3. Efficacité moyenne des produits, calculée sur les quatre premiers prélèvements effectués à 0, 3, 7 et 14 jours après le traitement.

actuellement homologué à raison de 0,017%, correspondant à 50 ppm de m.a. L'efficacité initiale du spinosad est de

100% dans les deux procédés (50 et 100 ppm), puis elle diminue de façon similaire jusqu'à environ 60% après 14 jours. Le produit commercial Audienz est actuellement homologué à 0,02%, correspondant à 96 ppm de m.a. L'émamectine présente une excellente efficacité initiale aux deux très faibles concentrations testées de 13,5 et 6,7 ppm. Son efficacité faiblit légèrement dès le troisième jour, mais reste tout de même supérieure à 80% après 14 jours. La différence entre les deux concentrations testées n'est pas très importante pour ce produit qui pour l'instant n'est pas homologué.

L'efficacité moyenne des produits, calculée sur les quatre premiers prélèvements effectués à 0, 3, 7 et 14 jours après le traitement, est illustrée à la figure 3. Seul le méthoxyfénozide à 80 ppm a une efficacité de 100%. L'efficacité moyenne du lufénuron est de 99%, celle du tébufénozide de 95,2% tandis que celle de l'indoxacarbe se situe à environ 85%, indépendamment du dosage. Avec l'émamectine, l'efficacité est d'environ 90%, avec une légère augmentation en fonction du dosage. Enfin, l'efficacité du spinosad est d'environ 77%, sans relation avec le dosage.

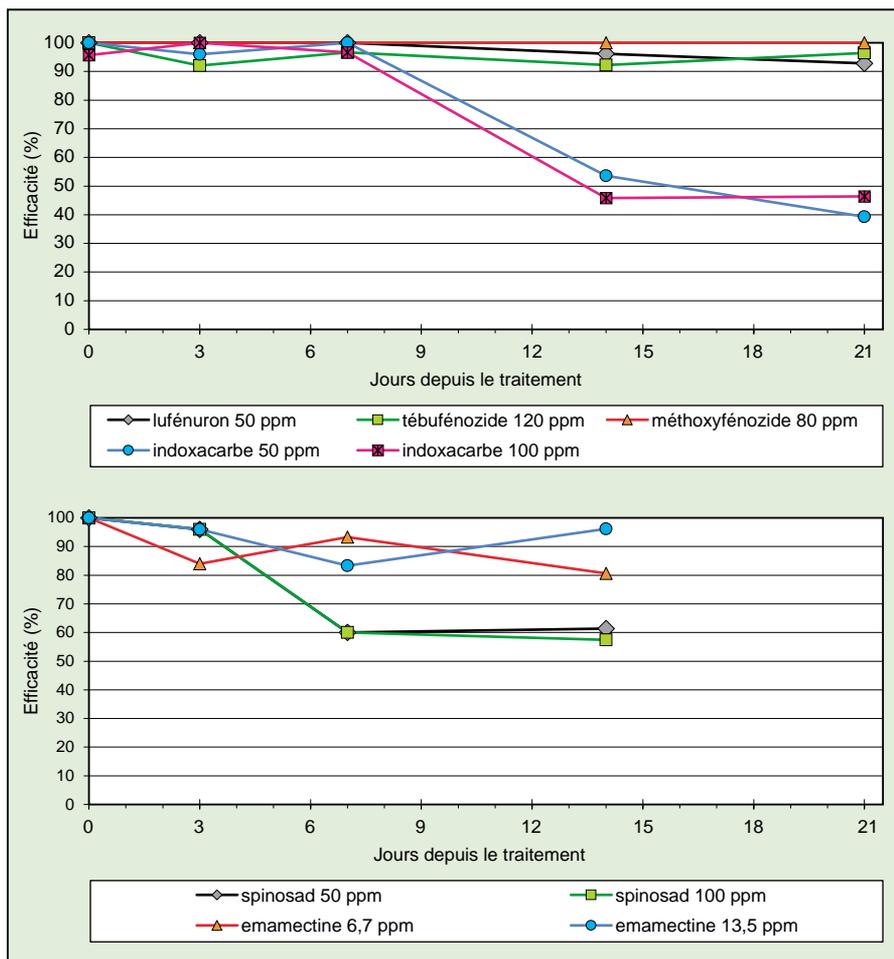
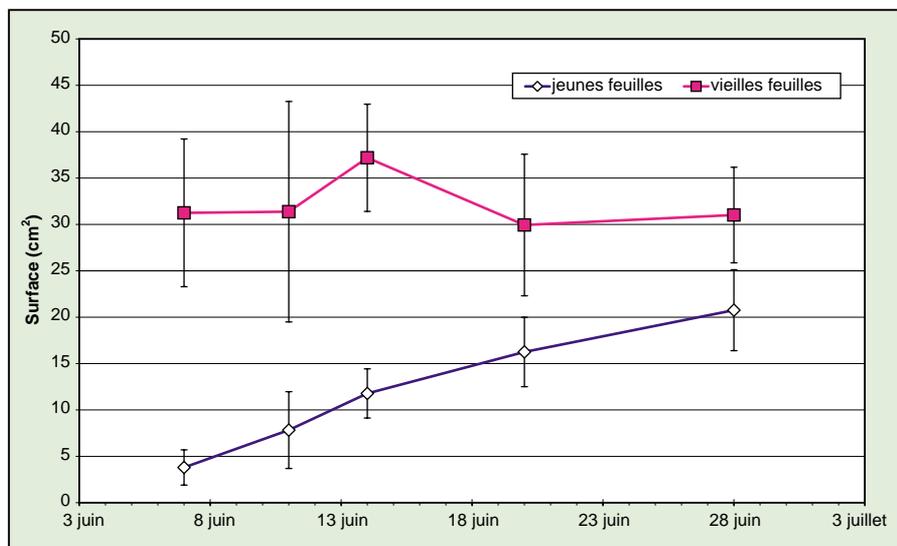


Fig. 2. Evolution de l'efficacité des produits, déterminée en élevant 30 larves d'*A. orana* âgées de 12 jours sur des feuilles prélevées après le traitement du 8 mai 2000. *En haut*: 5 procédés, 5 prélèvements effectués à 0, 4, 7, 14 et 21 jours après le traitement. *En bas*: 4 procédés, 4 prélèvements effectués à 0, 4, 7 et 14 jours après le traitement.

Pluviométrie

Les précipitations cumulées s'élèvent à 2 mm au 3^e jour après le traitement, 11 mm au 7^e jour, 14 mm au 14^e jour et 32 mm au 21^e jour. Elles n'ont pas eu de grande répercussion sur l'efficacité.



tant trois semaines avec les produits indoxacarbe, méthoxyfénoside, tébufénoside, lufénuron et flufénoxuron, tandis que l'efficacité du spinosad déclinait rapidement au-delà du 8^e jour.

Sur les jeunes feuilles

L'efficacité du méthoxyfénoside se maintient à 100% après quatre jours puis diminue assez régulièrement pour tomber à un niveau insignifiant au 21^e jour. L'efficacité du spinosad reste à 100% pendant quatre jours puis diminue un peu plus rapidement que celle du méthoxyfénoside, descendant à 13% après 14 jours. Enfin, l'efficacité du chlorpyrifos-méthyl décline plus rapidement, passant de 100% le jour du traitement à 7% après 14 jours. La perte d'efficacité est donc beaucoup plus rapide sur les jeunes feuilles que sur les vieilles. Cette différence est à imputer à la dilution des résidus résultant de la croissance des feuilles. Dans un essai antérieur également effectué avec des larves néonates de capua, l'efficacité à la suite de deux traitements à la deltaméthrine appliqués en juin, à deux semaines d'intervalle, tombait à zéro après environ

Fig. 4. Evolution de la surface des feuilles en croissance et des vieilles feuilles du 7 au 28 juin 2001.

Année 2001

Evolution de la surface des feuilles

Le 7 juin 2001, au début de l'essai, les jeunes feuilles des extrémités des pousses ont une surface moyenne de 3,8 cm². Par la suite, celle-ci augmente régulièrement pour atteindre 20,8 cm² le 28 juin (fig. 4). Ainsi, en 21 jours, la surface des feuilles en croissance s'est accrue d'un facteur de 5,5. Quant aux vieilles feuilles à la base des pousses, leur surface d'environ 30 cm² est restée stable au cours de l'essai.

Efficacité des produits

Dans les témoins, le taux moyen de survie des jeunes chenilles après une semaine d'élevage est de 96,7% sur les jeunes feuilles et de 91,7% sur les vieilles feuilles.

Sur les vieilles feuilles

Le jour du traitement, l'efficacité sur les vieilles feuilles prélevées à la base des pousses est de 100% pour les trois produits (fig. 5).

L'efficacité du méthoxyfénoside à 96 ppm est de 100% pendant sept jours, puis elle fluctue très légèrement mais ne descend pas au-dessous de 88% jusqu'à la fin de l'essai, soit 28 jours après le traitement. L'efficacité du spinosad à 72 ppm est de 100% pendant sept jours, puis elle baisse légèrement à 93% après 14 jours. Par la suite, elle diminue rapidement pour tomber à 4% après 28 jours.

L'efficacité du chlorpyrifos-méthyl à 480 ppm décline rapidement, passant de

100% le jour du traitement à 10% après 14 jours.

Dans des essais similaires effectués avec des larves néonates de la tordeuse de la pelure *Pandemis heparana*, Ioriatti *et al.* (2006) ont également enregistré des efficacités supérieures à 85% pen-

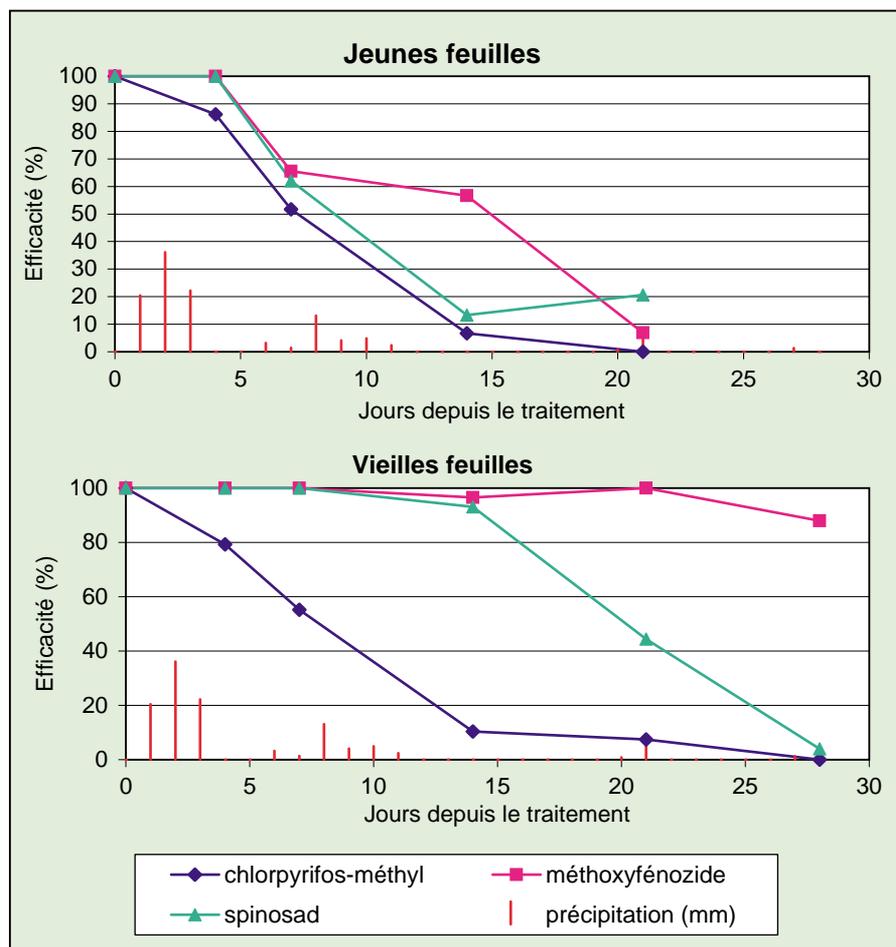


Fig. 5. Evolution de l'efficacité des produits, déterminée en élevant 30 larves néonates d'*A. orana* sur des vieilles et des jeunes feuilles prélevées après le traitement du 7 juin 2001.

30 jours sur les feuilles en croissance, alors qu'elle était encore supérieure à 90% après 100 jours sur les feuilles de la base des pousses (Charmillot et Blaser, 1983). Dans le même essai, l'efficacité de l'acéphate, un insecticide typiquement systémique, régressait de pratiquement 100% à zéro en un peu plus de 20 jours, aussi bien sur les vieilles feuilles que sur les jeunes.

Pluviométrie

Les précipitations de 2001 ont été très importantes durant l'essai, avec un total de 79 mm de pluie durant les quatre jours suivant le traitement et de 115 mm jusqu'à la fin de l'essai. Elles n'ont toutefois pas eu de répercussion manifeste sur l'efficacité des produits méthoxyfénazole et spinosad qui s'est maintenue à plus de 90% sur les vieilles feuilles jusqu'à 14 jours après le traitement, malgré une pluviométrie cumulée de 108 mm (fig. 5).

Remerciements

Notre gratitude s'adresse à M. M. Angst de la firme Syngenta CP (Bâle) pour son précieux appui. Un grand merci aux stagiaires qui nous ont efficacement secondés dans nos travaux. Nous remercions très vivement M^{mes} Martine Rhyn et Suzanne Tagini qui ont produit en élevage les insectes nécessaires à ces essais, ainsi que M^{mes} Marlis Curau, Charlotte Salamin et Monique Thorimbert pour la traduction des résumés.

Bibliographie

- Bovey P., 1966. Super-famille des *Tortricoidea*. In: Entomologie appliquée à l'agriculture. A. S. Balachowsky (ed), Masson, Paris 2/1, 456-893.
- Charmillot & Blaser, 1983. Etude de la rémanence de l'acéphate, du phosmet et de la deltaméthrine utilisés dans la lutte contre la tordeuse de la pelure *Adoxophyes orana* F.v.R. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **15** (3), 195-201.
- Charmillot P. J., Blanc G. & Pasquier D., 2006. Premier cas de résistance de la tordeuse de la pelure (*Adoxophyes orana*) aux insecticides. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **38** (2), 87-93.
- Charmillot P. J. & Höhn H., 2006. Guide de traitements. Pommier. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **38** (1), 22-23.
- Ioriatti C., Pasqualini E., Pasquier D. & Tomasi C., 2006. Efficacy baselines of seven insecticides against larvae of *Pandemis heparana* (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Pest Sci.* **79**, 143-168.
- Janssen M., 1958. Über Biologie, Massenwechsel und Bekämpfung von *Adoxophyes orana* Fischer von Roeslerstamm (Lepidoptera: Tortricidae). *Beiträge zur Entomologie* **8** (3/4), 291-32.

Conclusions

Les tests biologiques réalisés en mai 2000 visaient à déterminer l'efficacité et la rémanence de quelques produits appliqués en période périorale sur les chenilles de la génération hivernante de la tordeuse de la pelure capua *A. orana*. Ils ont montré que:

- ❑ sur des feuilles complètement développées au moment du traitement, les produits lufenuron, tébufénazole et méthoxyfénazole ont une efficacité très élevée et une excellente rémanence sur les larves âgées de 12 jours;
- ❑ l'émamectine, l'indoxacarbe ainsi que le spinosad ont une très bonne efficacité initiale mais leur rémanence est plus faible, indépendamment de la concentration testée.

L'essai effectué en juin 2001 sur des larves néonates élevées sur des jeunes et vieilles feuilles avait pour but de déterminer l'efficacité et la rémanence de quelques produits appliqués au moment où les chenilles de première génération éclosent. Il a montré que:

- ❑ les trois produits testés (méthoxyfénazole, spinosad et chlorpyrifos-méthyl) ont une efficacité de 100% le jour du traitement sur les deux types de feuilles prélevées;
- ❑ sur les vieilles feuilles ayant terminé leur croissance, la rémanence du méthoxyfénazole est excellente puisque l'efficacité atteint encore 88% après 28 jours. Le spinosad est un peu moins rémanent, mais son efficacité reste tout de même très élevée pendant deux semaines. Enfin, le chlorpyrifos-méthyl est le moins persistant. Son efficacité diminue pratiquement de moitié après une semaine déjà;
- ❑ l'efficacité du méthoxyfénazole et du spinosad décline très rapidement sur les jeunes feuilles, ce qui montre que l'accroissement de la surface foliaire est le principal facteur limitant la rémanence;
- ❑ la perte simultanée d'efficacité du chlorpyrifos-méthyl sur les vieilles et les jeunes feuilles laisse supposer que ce produit a une activité systémique;
- ❑ le méthoxyfénazole et le spinosad sont pratiquement insensibles au lessivage. En effet, leur efficacité sur les vieilles feuilles se maintient à un niveau très élevé pendant 14 jours, malgré une pluie cumulée de 108 mm;
- ❑ le chlorpyrifos-méthyl semble également peu sujet au lessivage: le produit a moins perdu d'efficacité durant les quatre premiers jours d'essai, arrosés pourtant par 79 mm de pluie, que du jour 4 au jour 7, où il n'a plu que 4 mm.

Summary

Efficacy and persistence of some insecticides on summer-fruit tortrix moth *Adoxophyes orana*

Tests were carried out to determine the efficacy and the persistence of some insecticides applied against summer fruit tortrix moth *A. orana*. Leaves were collected after the application of the treatments for rearing of 12-days old larvae in blooming period or newborn larvae in summer. The products lufenuron, tebufenozide and methoxyfenozide had a very high efficacy and an excellent persistence. Emamectin, indoxacarb and spinosad had a very good initial efficacy but a shorter persistence, independently of the tested concentration; tested on the young leaves, the efficacy declined quickly, due to growth that diluted the residues. The short persistence of chlorpyrifos-methyl, practically identical on the old and the young leaves, let suppose that this product has a systemic activity. Methoxyfenozide and spinosad had an excellent rain fastness.

Key words: summer-fruit tortrix moth, insecticides, larvicidal activity, persistence, *Adoxophyes orana*.

Zusammenfassung

Wirksamkeit und Remanenz von verschiedenen Insektiziden gegen Apfelschalenwickler *Adoxophyes orana*

Es wurden Tests durchgeführt, um die Wirksamkeit und die Remanenz von einigen Insektiziden, die gegen Apfelschalenwickler *A. orana* angewendet wurden, festzustellen. Blätter wurden nach den Behandlungen gesammelt, um 12-tagesalte Larven im Frühling oder neugeborene Larven im Sommer zu züchten. Die Produkte Lufenuron, Tebufenozide und Methoxyfenozide haben eine sehr hohe Wirksamkeit und eine ausgezeichnete Persistenz. Emamectin, Indoxacarb und Spinosad haben eine sehr gute Initialwirkung aber eine kürzere Persistenz, unabhängig der geprüften Konzentrationen. Die Wirksamkeit, die auf den jungen Blättern geprüft wurde, nimmt wegen des Wachstums schnell ab. Die kurze Persistenz von Chlorpyrifos-Methyl, die praktisch identisch auf alten und jungen Blättern ist; lässt annehmen, dass dieses Produkt eine systemische Wirkungsweise hat. Methoxyfenozide und Spinosad haben eine ausgezeichnete Regenfestigkeit.

Riassunto

Efficacia e persistenza di alcuni prodotti sui bruchi della capua *Adoxophyes orana*

Delle prove sono state realizzate per determinare l'efficacia e la persistenza di alcuni insetticidi applicati contro la capua *A. orana*. Delle foglie sono state prelevate dopo i trattamenti per allevare in laboratorio delle larve di 12 giorni in periodo di fioritura o delle neonate in estate. I prodotti lufenuron, tebufenozide, methoxyfenozide hanno un'efficacia molto elevata ed un'eccellente persistenza. L'emamectin, l'indoxacarb e lo spinosad hanno un'efficacia iniziale molto buona ma la loro persistenza è più debole, indipendentemente dalla concentrazione provata. L'efficacia determinata sulle giovani foglie declina rapidamente perché la crescita diluisce i residui. La debole persistenza del chlorpyrifos-methyl, praticamente identica sia sulle vecchie foglie che sulle giovani lascia supporre che questo prodotto abbia un'attività sistemica. La methoxyfenozide e lo spinosad sono praticamente insensibili alla lisciviatura.



www.grele.ch
info@grele.ch

Case postale, 8023 Zurich
Tél.: 044 257 22 11
Fax: 044 257 22 12

**L'assurance
d'une protection
complète des
cultures et des
champs contre la
grêle et d'autres
forces de la nature**



**Schweizer Hagel
Suisse Grêle
Assicurazione Grandine**

**Les petits détails ont toute
leur importance**



Rue Antoine-Jolivet 7
Case postale 1212
1211 GENEVE 26
www.gaud-bouchons.com

Tél. 022 343 79 42
Fax 022 343 63 23
gaudbouchon@bluewin.ch

JEAN-PAUL GAUD
BOUCHONS • CAPSULES • ARTICLES DE CAVE

Le professionnel à votre service
Pépinières viticoles J.-J. Dutruy & Fils
Un savoir-faire de qualité

Plantation à la machine • Alignement au laser • Production de porte-greffes certifiés • Nouveaux clones

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

Etat des vignes l'année suivant une très forte grêle

Observations à Lavaux après la chute du 18 juillet 2005

A la suite des observations faites à Rivaz en 2005 et publiées dans la *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 37 (6), deux parcelles de Chasselas plantées «en travers de la pente» (c'est-à-dire d'est en ouest en suivant les courbes de niveau) ont été suivies à la taille, à l'ébourgeonnement et jusqu'à la récolte en 2006.

Les ceps en taille Guyot avaient particulièrement souffert dans ces parcelles en forte pente; les bois de l'année ainsi que les bois de deux ans (branches à fruits) étaient détruits à un point tel que les espoirs de petite récolte en 2006 étaient quasi nuls. En effet, les rares yeux francs qui avaient échappé au désastre étaient positionnés sur la face cachée de bois et très mal alimentés, car souvent détruits jusqu'à la moëlle.

A la taille en cordon pour 2006, ces rares yeux situés à la base des pousses de 2005 ont été soigneusement laissés, en convenant de revoir la situation à fin mai et de terminer la taille à l'ébourgeonnement, afin de pouvoir tenir compte de la sortie effective des grappes.

Alors que l'ébourgeonnement était terminé dans les vignobles lémaniques voisins non touchés par la grêle de l'an dernier, rien de bon n'avait encore poussé sur ces Chasselas. Il a fallu attendre jusqu'au 13 juin pour pouvoir ébourgeonner en fonction de la présence ou de l'absence de grappe(s)! A part les pousses indispensables à la reconstitution du cep, les rares pousses portant une inflorescence, même de taille modeste, ont été gardées en seconde priorité.

A l'approche des vendanges 2006, les deux parcelles avaient, vues de loin, un aspect normal (fig.1).



A l'intérieur des parcelles, les quelques grappes visibles et bien développées se remarquaient d'autant mieux que, partout ailleurs le long des fils porteurs, il n'y avait que des feuilles (fig. 2 et 3).

La récolte prévisible était de l'ordre de 200 g/m², soit 120 kg pour les 600 m² des deux parcelles considérées.

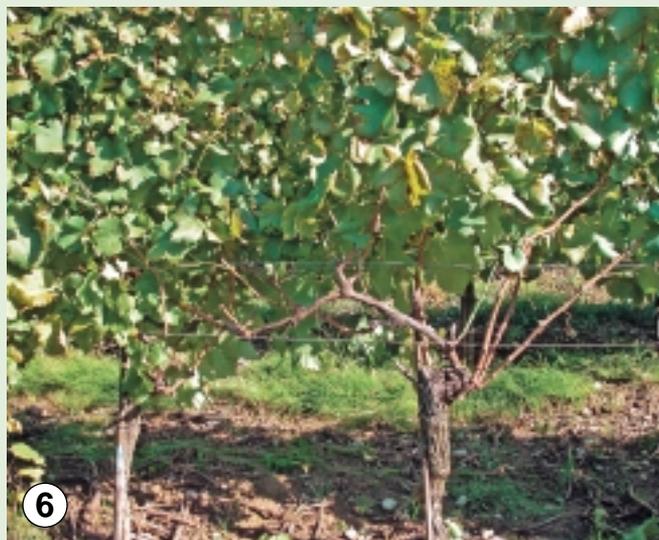
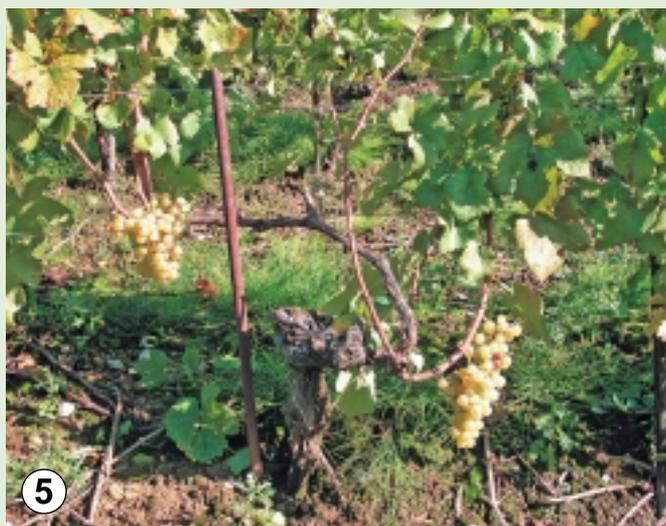
Durant la visite du secteur en pré-vendanges, une parcelle de Gamaret en cordon permanent relativement moins touchée a été observée, mais pratiquement sans grappe! Il est a priori difficile d'expliquer un tel comportement.





Etonnamment, la récolte a été normale le long de certains murs, pourtant très exposés. Seules des turbulences très locales lors de la violente chute de grêle peuvent avoir préservé ces ceps (fig. 4).

Les vendanges 2006 une fois terminées, on voit que la récolte effective a dépassé les prévisions: dans les parcelles suivies, 300 g ont été récoltés par m².



En conclusion, soulignons une fois encore qu'une chute de grêle qui détruit une récolte à 100% peut avoir de très fortes répercussions sur le millésime suivant, au point de vue quantitatif.

La taille de l'hiver prochain sera plus aisée assurément, mais pas sans surprise selon les ceps. Pour une taille Guyot, on trouvera pratiquement dans tous les cas une branche à fruits bien alimentée à mettre sur le fil, en remplacement du cordon d'un an utilisé faute de mieux pour 2006 (fig. 5 et 6). Le courson de réserve ne devrait être maintenu ou recréé que s'il est bien positionné et que s'il sert à la continuité de la taille mixte en Guyot classique (courson et long-bois).

A l'ébourgeonnement en 2007, une attention particulière sera nécessaire pour recréer une réserve bien placée sur les ceps où elle manque encore.

Pour les cordons de l'année 2006 suffira dans bien des cas. Il faudra cependant refaire le cordon au besoin, par exemple lorsque trop de cornes manquent.

Un professionnalisme sans faille sera à nouveau nécessaire pour bien reconstituer ce qui peut l'être. Quant aux parcelles ou ceps en trop mauvais état, le remplacement s'impose.

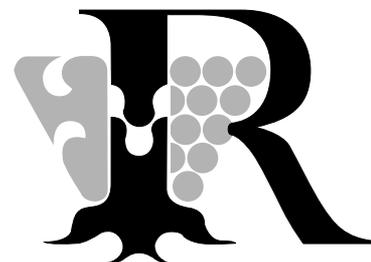
On peut raisonnablement espérer que l'année 2007 et les suivantes permettront un retour bienvenu à la normale.

Philippe Vautier, EIC

La Référence du plant de vigne en Suisse

J.-P. & PH. ROSSET • PÉPINIÈRES VITICOLES

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



La Qualité et le Service font notre différence

1180 Rolle - Tél. 021 825 14 68 - Fax 021 825 15 83
E-mail: rossep@worldcom.ch

Le Projet «Fûts de chêne suisses» de l'Ecole d'ingénieurs de Changins

Elevage des vins du terroir en fûts de chêne du terroir

Judith AUER, A. RAWYLER et Nicole DUMONT-BEBOUX, Ecole d'ingénieurs de Changins, 1260 Nyon 1

@ E-mail: judith.auer@eic.vd.ch
Tél. (+41) 22 36 34 050.

Résumé

L'utilisation, pour l'élevage des vins, de fûts de chêne dont l'espèce botanique et l'origine géographique sont contrôlées, ne prend tout son sens que si des traits spécifiques, regroupés ici sous la dénomination de «Terroirs Chêne», sont conférés aux vins par ces bois. L'Ecole d'ingénieurs de Changins s'est attachée à mettre en évidence et à caractériser ces «Terroirs Chêne» par des analyses chimiques de la teneur en composés (semi-) volatils aromatiques de merrains de chênes sessile et pédonculé de diverses origines et par l'analyse sensorielle de vins de Chardonnay et de Pinot noir élevés dans ces bois. L'analyse en composantes principales des données brutes du bois a non seulement permis de discriminer des chênes à l'échelle de la région (Jura *versus* Plateau), à celle du massif forestier et selon leur espèce, mais également de différencier des vins selon ces mêmes critères. Même si le bouquet boisé dû à l'espèce et à l'origine du chêne est aussi influencé par la matrice-vin (rouge ou blanc) et par la durée de l'élevage, l'existence de «Terroirs Chêne» paraît bien réelle, ce qui est tout à l'avantage du praticien.



Chêne de tonnellerie typique. ▷

Introduction

Après plusieurs mois d'élevage sous bois, le vin développe un complexe aromatique original et unique. Son profil sensoriel est étroitement dépendant du bois de chêne ayant servi à la construction des fûts.

L'un des objectifs du projet «Grands crus suisses: élevage des vins du terroir en fûts de chênes indigènes», mené par l'Ecole d'ingénieurs de Changins entre 2001 et 2005, était de vérifier s'il existe en Suisse des «Terroirs Chêne» présentant des caractéristiques boisées défi-

nies. En effet, l'hypothèse a été formulée que les qualités physiques et chimiques du bois pouvaient être liées aux facteurs génétiques, sylvoles et environnementaux (Horisberger, 2006). Ainsi le «Terroir Chêne» pourrait être lié non seulement à l'origine géographique du bois mais également à l'espèce de chêne.

Les recherches ont été menées selon trois axes:

- analyse sensorielle de vins élevés en fûts de chêne dont l'origine et l'espèce étaient clairement définies;

- analyse chimique des composés aromatiques (xylovolatils) de merrains frais et séchés, ainsi que de douelles bousinées;
- analyse chimique de ces xylovolatils dans les vins élevés sous bois avec l'intention de caractériser des «Terroirs Chêne» à l'échelle régionale, puis à celle, plus fine, de massifs forestiers délimités. L'influence des modalités d'élevage des vins blancs et rouges et celle de la durée d'élevage sous bois sur l'expression du «Terroir Chêne» ont également été examinées.

Matériel et méthodes

Massif forestier

Au cours des années 2002, 2003 et 2004, dix-huit massifs forestiers (quatorze de la région du Jura et quatre du Plateau) ont été étudiés dans les cantons de Vaud, Neuchâtel, Fribourg, Berne et du Jura (tabl.1). Dans les massifs forestiers de Grancy et Pampigny, les deux espèces de chênes (sessile et pédonculé) ont pu être comparées.

Chauffe

Les fûts employés dans cette étude ont tous été soumis à une durée de chauffe de 45 minutes, afin de minimiser les différences sensorielles et analytiques qui ne seraient pas attribuables à l'origine et à l'espèce botanique des bois.

Vinification

Les vinifications ont été conduites dans sept caves des cantons de Genève, Neuchâtel, Tessin, Vaud et Valais. Des dix-huit massifs forestiers, seize ont pu être comparés simultanément sur cépages Chardonnay et Pinot noir. Un protocole de vinification commun a été établi pour toutes les caves. La mise en fût des blancs a été effectuée après débouillage et celle des rouges après soutirage des grosses lies. La durée de l'élevage sous bois a été de onze mois. Aucun soutirage ni traitement œnologique n'ont été effectués

en cours de vinification. La mise en bouteilles des vins a été réalisée par un simple soutirage par gravité, sans filtration.

Analyse sensorielle

Des analyses sensorielles des vins ont été réalisées en cours d'élevage et après mise sous verre avec un panel de dégustateurs préalablement entraînés à la reconnaissance des descripteurs boisés. Des épreuves descriptives ont permis de juger les profils sensoriels boisés (qualitatifs et quantitatifs) des vins. Au terme de ces épreuves, un classement des vins par ordre de préférence était effectué. Des épreuves discriminantes (tests triangulaires) ont ensuite permis de vérifier s'il existait des différences statistiquement significatives entre les échantillons.

Analyse chimique

Analyse des xylovolatils en bois et en vin

Les bois séchés et bousinés, réduits en copeaux, sont extraits à l'acétone. L'extrait filtré et séché est réparti entre le diéthyl-éther et une solution saline. La phase étherique est concentrée. Les xylovolatils sont séparés par chromatographie en phase gazeuse et analysés par spectrométrie de masse (GC-MS).

Les vins (30 ml), préalablement clarifiés par une centrifugation de 30 min à 4500 × g, sont extraits au dichlorométhane. La phase organique est lavée, séchée sur Na₂SO₄ anhydre, concentrée et les xylovolatils sont analysés comme précédemment par GC-MS.

Analyse des bois par nez électronique

Les merrains sont aussi analysés, sous forme de poudre, par le système SMart Nose®. Ce «nez électronique» mesure le spectre de masse global d'un mélange de composés volatils (sans aucune séparation préalable de ceux-ci). Il permet donc de caractériser directement des odeurs et des composants organiques volatils issus d'échantillons gazeux, liquides ou solides. Le résultat d'une telle analyse est une «empreinte volatile», signature caractéristique de chaque échantillon de bois. Ces données sont traitées par un outil statistique (analyse en composantes principales) qui livre une carte bidimensionnelle sur laquelle les différents échantillons de bois sont représentés. Cette méthode, exclusivement comparative, se borne à discriminer des échantillons selon leur empreinte aromatique globale. A ce titre, elle complète utilement les analyses par GC-MS.

Résultats et discussion

Espèce de chêne et expression boisée des vins

Les composés volatils du chêne, déjà relativement nombreux dans le bois non chauffé, le sont bien davantage dans le bois bousiné. Parmi ces composés, 29 xylovolatils endogènes et empyreumatiques (Rawyler *et al.*, 2006) ont été sélectionnés et suivis en cours de vinification dans les vins blancs et rouges élevés en fûts. Douze de ces xylovolatils, particulièrement actifs dans l'élaboration du profil aromatique boisé des vins, ont fait l'objet d'une étude plus approfondie (tabl. 2). Les isomères *cis*- et *trans*- de la β -méthyl- γ -octalactone (ci-après c-MOL et t-MOL), la vanilline, le gaïacol et l'eugénol sont les principales substances identifiées qui présentent une odeur caractéristique (Chatonnet, 1991). En France, divers travaux ont montré que les deux espèces de chêne présentent de grandes différences de teneur en xylovolatils (Chatonnet, 1992; Masson *et al.*, 1996; Feuillat *et al.*, 2003). De plus, de nombreuses études concluent à une variabilité interindividuelle importante parmi les chênes d'une même espèce issus d'une même origine: c'est l'effet «arbre» (Polge et Keller, 1973; Masson *et al.*, 1996; Snakers *et al.*, 2000). Un comportement similaire caractérise également les chênes suisses. Bien que les deux espèces de chêne renferment les mêmes xylovolatils endogènes, les c-MOL, t-MOL et 2-méthoxy-4-vinylphénol sont fortement enrichis chez les chênes sessiles, tandis que l'acide hexadécanoïque, le conféraldéhyde et le sinapaldéhyde pré-

Tableau 1. Massifs forestiers d'origine des chênes utilisés pour la construction des fûts de l'expérimentation «Terroirs Chêne».

Région	Origine chêne	Code	Canton	Espèce	Millésime expérimentation
Jura	Arrufens/Pampigny	ARR	VD	S	2002, 2003, 2004
	Bevaix	BEV	NE	S	2003
	Boncourt	BON	JU	S	2003
	Bonfol	BOF	JU	S	2004
	Boudry	BOD	NE	S	2004
	Concise	CON	VD	S	2002, 2003
	Grancy	GRA_S	VD	S	2002, 2003
	Grancy	GRA_P	VD	P	2002, 2003
	Lugnez	LUG	JU	S	2004
	Montagny	MOT	VD	S	2004
	Neuchâtel	NEU	NE	S	2003, 2004
	Onnens	ONN	VD	S	2004
	Pampigny	PAM_S	VD	S	2003, 2004
Pampigny	PAM_P	VD	P	2002, 2003, 2004	
Plateau	Bueren	BUE	BE	S	2004
	Bussigny	BUS	VD	S	2002, 2003
	Galm	GAL	FR	S	2004
	Montmagny	MON	VD	S	2003

S: sessile, P: pédonculé.

Tableau 2. Xylovolatils actifs dans l'élaboration du profil aromatique boisé des vins.

	Noms	Abréviations	Précurseur	Descripteurs
1	2-furaldéhyde	2-fur	hémicelluloses	amande
2	5-méthyl-2-furaldéhyde	5-Me-fur	hémicelluloses	caramel, amande grillée
3	cyclotène	cycl	hémicelluloses	grillé
4	maltol	malt	hémicelluloses	sucre brûlé, caramel, grillé
5	2-méthoxyphénol	gaïacol	lignines	phénolique, fumé
6	2,6-diméthoxyphénol	sy	lignines	fumé
7	<i>cis</i> - β -méthyl- γ -octalactone	c-MOL	lipides	coco, boisé
8	<i>trans</i> - β -méthyl- γ -octalactone	t-MOL	lipides	boisé
9	<i>trans</i> -2-nonénal	2-non	lipides	planche
10	eugénol	eug	lignines	épicé, clou de girofle
11	isoeugénol	i-eug	lignines	épicé
12	vanilline	van	lignines	vanillé

dominant chez les chênes pédonculés (fig. 1, barres). Il convient de noter aussi la très grande variabilité qui affecte ces composés dans les chênes, indépendamment de leur espèce (fig. 1, cercles). Quant à l'effet «arbre», il peut s'illustrer par l'analyse en composantes principales de la composition en xylo-

volatils de merrains issus de six chênes sessiles provenant d'un massif forestier unique, qui permet de distinguer aisément ces six arbres (fig. 2). On conçoit dès lors que les fonds (non chauffés) du fût, qui détiennent ainsi un potentiel aromatique très diversifié, soient un élément essentiel du complexe «Terroir

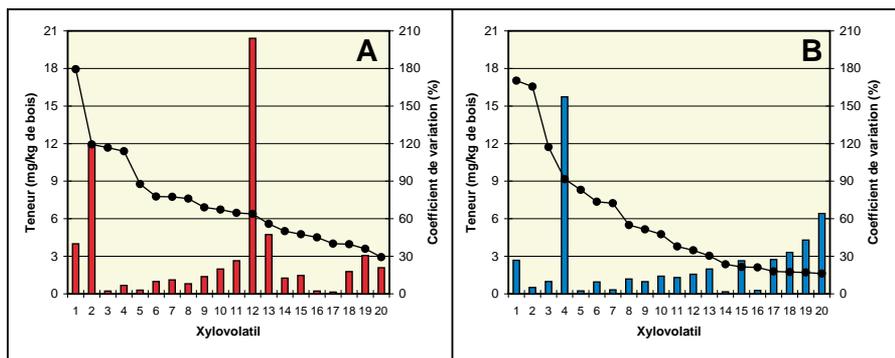


Fig. 1. Teneurs moyennes (■, ■) et coefficients de variation (●) de 20 xylovolatils extraits de merrains de chênes sessiles (13 origines; n = 26) (A) et pédonculés (deux origines; n = 3) (B). Classés par coefficients de variation décroissants, les xylovolatils sont: (1) *trans*-méthyl-octalactone; (2) *cis*-méthyl-octalactone; (3) 3,4,5-triméthoxyphénol; (4) acide hexadécanoïque; (5) desaspidinol; (6) isoeugénol; (7) acétosyringone; (8) 2,6-diméthoxy-4-vinylphénol; (9) eugénol; (10) acide 2-furancarboxylique; (11) 2,6-diméthoxyphénol; (12) 2-méthoxy-4-vinylphénol; (13) α -amino-3-hydroxy-4-méthoxyacétophénone; (14) *trans*-2-nonénal; (15) α -tocophérol; (16) acétovanillone; (17) coniféraldéhyde; (18) sinapaldéhyde; (19) vanilline; (20) syringaldéhyde.

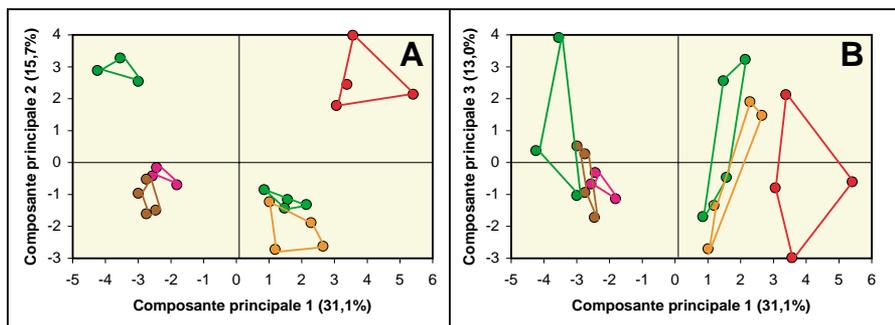


Fig. 2. Effet «arbre» illustré par la discrimination entre chênes sessiles voisins provenant du massif forestier de Corcelles-sur-Concise. Les arbres ont été abattus en hiver 2000-2001 et les merrains séchés pendant quatre à six mois avant analyse.

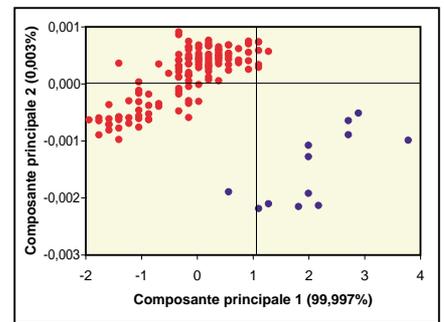


Fig. 3. Analyse en composantes principales de bois de chêne sessile (●) et pédonculé (●). Les bois proviennent de huit origines différentes. Les empreintes volatiles des échantillons sont fournies par le système Smart Nose®.

Chêne» décrit ci-dessus. Enfin, la différence entre chênes sessiles et pédonculés ne concerne pas seulement les bois frais ou séchés, mais elle se manifeste également dans les bois bousinés, quelle que soit leur origine (fig. 3). Cet ancrage persistant de l'espèce dans le complexe aromatique des bois de chêne de tonnellerie justifie pleinement les efforts d'identification et de ségrégation des chênes sessiles et pédonculés à toutes les étapes de la filière d'approvisionnement.

La plus grande aromaticité du chêne sessile est due, pour une large part, à la réserve de c-MOL et t-MOL potentiellement libérables que constitue le précurseur des MOL (un ester de l'acide 3-méthyl-4-hydroxyoctanoïque et de l'acide 3-hydroxyvanillique), abondant chez le chêne sessile et peu présent chez le chêne pédonculé (Otsuka *et al.*, 1980). Si le potentiel aromatique du bois de chêne est largement tributaire de sa teneur en MOL totale, c'est surtout à son isomère *cis* qu'il le doit. En solution modèle hydroalcoolique, le seuil de perception de la c-MOL (25 $\mu\text{g/l}$) est quatre à cinq fois plus bas que celui de la t-MOL (110 $\mu\text{g/l}$) (Chatonnet, 1991); de plus, parmi tous les xylovolatils endogènes du chêne, la c-MOL est non seulement relativement abondante (fig. 1A), mais figure aussi parmi ceux dont le seuil de perception est le plus bas. Ces trois propriétés expliquent son rôle important dans le bouquet boisé des vins.

En 2002, une expérimentation a été mise en place afin de vérifier l'incidence de l'espèce de chêne sur les profils sensoriel et analytique d'un même vin. Du Pinot noir (de Sierre) a été logé, après soutirage des grosses lies, dans quatre fûts en chêne provenant du massif forestier de Grancy (pied du Jura vaudois), deux de l'espèce sessile et deux de l'espèce pédonculée. Les modalités de construction, de chauffe et de vinifi-

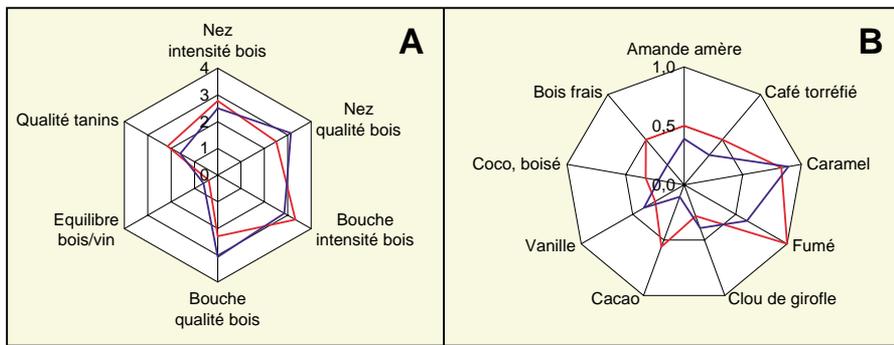


Fig. 4. Profils sensoriels global (A) et détaillé (B) d'un vin de Pinot noir 2002 élevé en chêne sessile (—) ou pédonculé (—) de Grancy, établis après mise sous verre.

cation ont été identiques pour ces quatre fûts. Les vins ont été dégustés par un panel de seize dégustateurs après mise sous verre. L'analyse du classement des vins (test de Friedman) a permis de mettre en évidence une différence hautement significative ($p = 0,01$) entre les variantes sessiles et pédonculées, ces dernières étant préférées. Cette différence hautement significative a été confirmée par les tests triangulaires. Les vins élevés en chêne pédonculé présentent une meilleure qualité olfactive et gustative, un meilleur équilibre bois/vin et une meilleure qualité boisée au nez et en bouche. En revanche, le chêne sessile développe en bouche et au nez des intensités boisées plus élevées, tout en bonifiant les tanins du vin (fig. 4A). Les caractères d'amande amère, de café torréfié, de fumé, de cacao, de noix de coco-boisé et de bois frais sont moins marqués dans les vins élevés en chêne pédonculé (fig. 4B). Cette plus grande discrétion du bois explique probablement la préférence du panel pour le vin élevé en chêne pédonculé.

L'analyse chimique des xylovolatils de ces vins est en accord avec leur analyse sensorielle (fig. 5). Afin que l'analyse chimique reflète le mieux possible l'analyse sensorielle précédente, les concentrations des xylovolatils mesurées dans les vins ont été converties en indices aromatiques (I_{ar}) (voir la légende de la figure 5). L'ensemble des I_{ar} correspond ainsi au profil aromatique qui serait engendré dans un milieu hydroalcoolique standard (par exemple éthanol 12% vol. + acide tartrique 5 g/l, pH 3,4) par le contenu en xylovolatils des vins étudiés. Une information d'ordre sensoriel est ainsi obtenue par des moyens analytiques: les I_{ar} de la c-MOL et du gaiacol sont respectivement quatre à cinq fois et deux fois plus élevés dans les vins élevés en chêne sessile que dans les vins élevés en chêne pédonculé, alors que l'apport aromatique des autres xylovolatils est similaire dans les deux

cas (fig. 5). La différence d'impact sensoriel et analytique entre les deux espèces de chêne est donc manifeste.

Origine des chênes et expression boisée des vins

Les essais conduits en 2002, 2003 et 2004 avaient pour but de vérifier l'incidence de l'origine du chêne sur les pro-

files sensoriel et analytique des vins. Les essais ont été réalisés dans cinq caves privées (NE, VD et VS). Chacune des caves a testé deux origines de chênes de l'espèce sessile, à la fois avec du Chardonnay et du Pinot noir, avec trois répétitions par essai (soit douze fûts par cave). Les modalités de construction, de chauffe et de vinification ont été identiques pour tous les fûts. Dans un premier temps, ayant réparti les différentes origines de chênes en deux grandes régions – le Jura et le Plateau –, nous avons cherché à savoir si les qualités boisées des vins élevés en chênes sessiles du Jura différaient de celles des vins élevés en chênes sessiles du Plateau. Nous présentons ici des résultats sur Chardonnay du millésime 2004. Le couple étudié est: Arrufens-Pampigny (VD) pour le Jura et Galm (FR) pour le Plateau. Après cinq mois d'élevage, les bois de chêne du Jura confèrent au vin des intensités boisées au nez et en bouche supérieures à celles des chênes du Plateau. Ces intensités plus fortes semblent être préjudiciables à l'équilibre

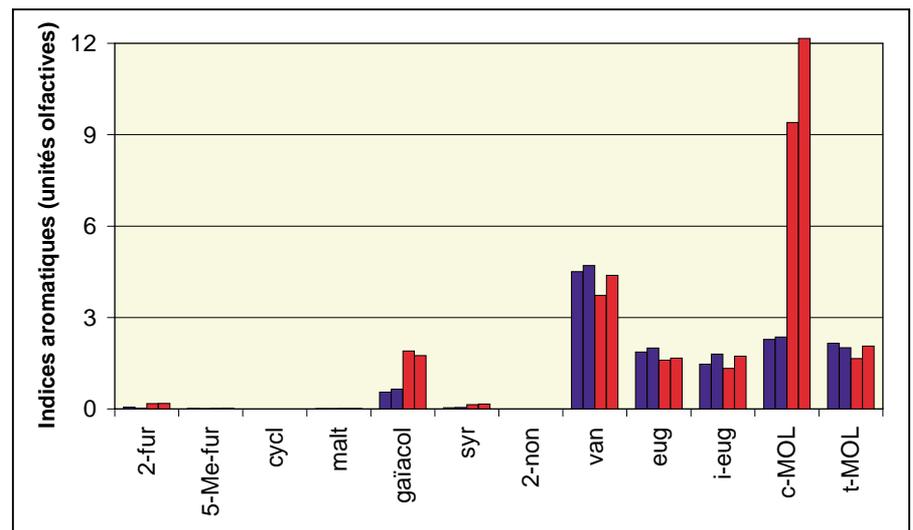


Fig. 5. Profils chimiques de l'apport boisé (décrits sous forme d'indices aromatiques I_{ar} et exprimés en unités olfactives) pour les quatre vins de Pinot noir 2002 élevés dans deux fûts de chêne pédonculé (■) ou sessile (■) de Grancy. Les profils ont été déterminés après mise sous verre. L'indice aromatique I_{ar} d'un xylovolatil donné est défini par le rapport entre sa concentration dans le vin ($\mu\text{g/l}$) et son seuil de perception ($\mu\text{g/l}$).

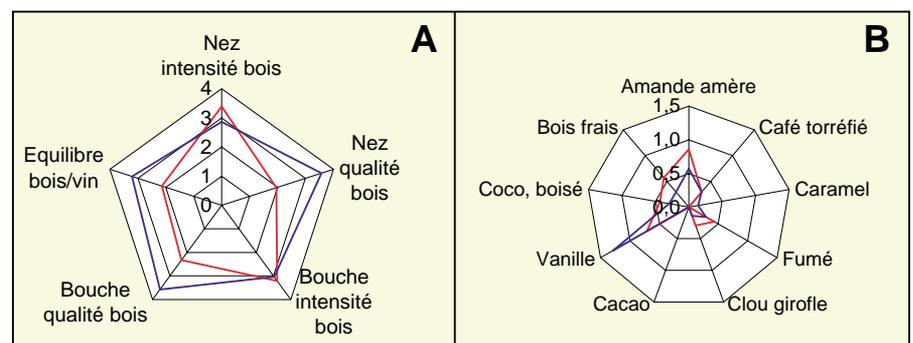


Fig. 6. Profils sensoriels global (A) et détaillé (B) de Chardonnay 2004 après cinq mois d'élevage en chêne sessile, provenant d'Arrufens-Pampigny, Jura (—) ou de Galm, Plateau (—).

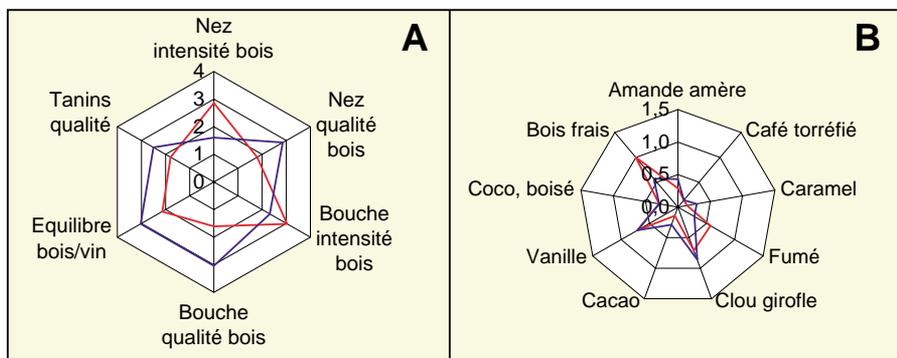


Fig. 7. Profils sensoriels global (A) et détaillé (B) de Pinot noir 2004 après cinq mois d'élevage en chêne sessile, provenant d'Arrufens-Pampigny, Jura (—) ou de Galm, Plateau (—).

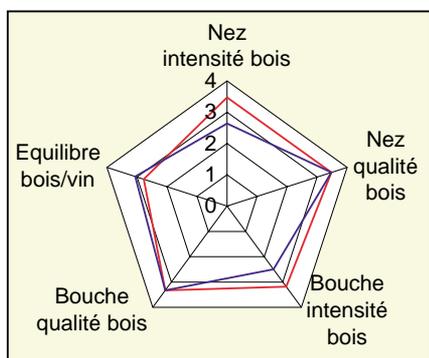


Fig. 8. Profil sensoriel global de Chardonnay 2003 après cinq mois d'élevage en chêne sessile de Bevaix, Jura (—) ou de Montmagny, Plateau (—).

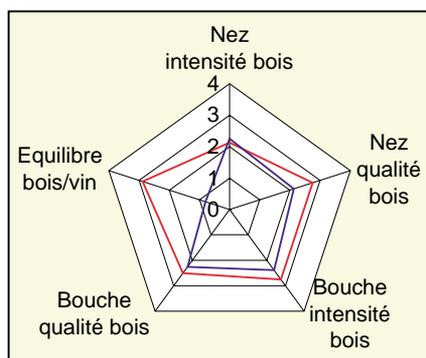


Fig. 9. Profil sensoriel global de Chardonnay 2003 mis sous verre après onze mois d'élevage. Les vins étaient élevés en chêne sessile de Bevaix, Jura (—) ou de Montmagny, Plateau (—).

aromatique des vins (fig. 6A). L'intensité du boisé est due principalement aux notes aromatiques coco-boisé et bois frais (fig. 6B). Des résultats similaires sont également observés avec le Pinot noir (fig. 7A et B).

L'évolution du boisé a ensuite été étudiée au cours du temps en évaluant les vins après cinq mois et après leur mise sous verre. Les résultats du Chardonnay du millésime 2003 sont présentés

ici. Le couple Jura/Plateau comparé est Bevaix (NE) et Montmagny (VD). Après cinq mois, l'intensité boisée du vin élevé en chêne sessile du Jura est à nouveau supérieure à celle du vin élevé en chêne sessile du Plateau (fig. 8). Cependant, après onze mois d'élevage et mise sous verre, ces vins témoignent de profondes modifications de leur profil (fig. 9). Le Chardonnay élevé en chêne sessile du Jura présente une meilleure

qualité boisée au nez et en bouche ainsi qu'un meilleur équilibre bois/vin que le Chardonnay élevé en chêne sessile du Plateau. De telles informations sont précieuses non seulement pour la sélection des origines de chêne mais également pour la gestion de la durée de l'élevage sous bois. Des vins élevés en fûts en chêne sessile du Jura nécessiteront une durée d'élevage d'au moins onze mois pour que leur boisé s'atténue au profit d'un meilleur équilibre bois/vin. A l'inverse, pour des élevages courts (cinq à six mois), le chêne du Plateau peut être recommandé.

Pour évaluer à quel point les chênes du Jura se distinguent de ceux du Plateau, nous avons utilisé les empreintes volatiles de bois bousinés fournies par le système SMart Nose®. La figure 10 indique que cette distinction entre les chênes de ces deux régions, opérée par l'analyse sensorielle des vins, n'est pas totale avec le «nez électronique». La superposition partielle des deux groupes s'explique, d'une part, par la variabilité de la composition en xylovolatils des chênes (fig. 1) et, d'autre part, par le fait que les résultats de la figure 10 ne reflètent que la contribution des douelles bousinées, celle des fonds n'étant pas prise en compte ici.

Il paraît donc possible, par voie sensorielle et analytique, de différencier – même partiellement – les chênes à l'échelle régionale. Mais qu'en est-il à l'échelle plus fine des massifs forestiers? Cinq massifs ont été testés, l'un d'entre eux étant représenté à la fois par les espèces sessile et pédonculée. L'analyse en composantes principales des données sensorielles révèle que les cinq massifs forestiers ont pu être discriminés dans les vins (fig. 11). Nous avons récemment démontré que les copeaux issus des douelles de ces mêmes

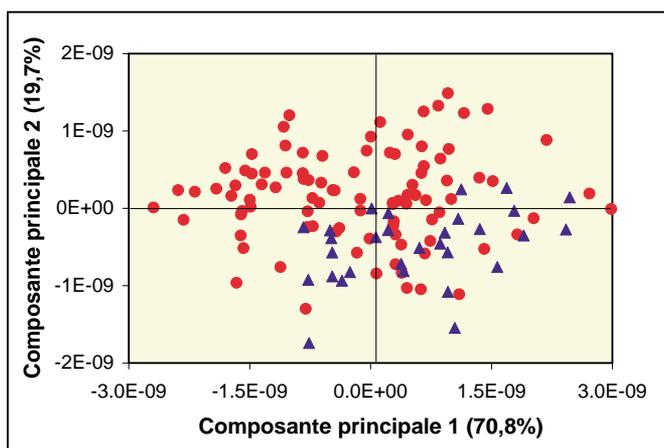


Fig. 10. Analyse en composantes principales de bois de chêne sessile issus du Jura (●) et du Plateau (▲). Les empreintes volatiles des échantillons sont fournies par le système SMart Nose®.

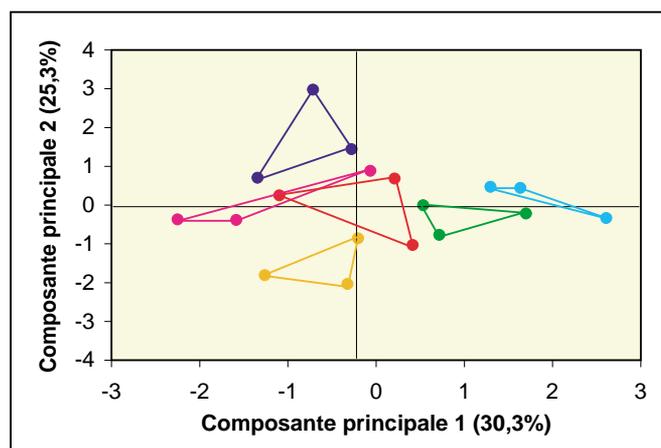


Fig. 11. Discrimination des vins des essais de chauffe, basée sur les principaux descripteurs évalués par analyse sensorielle. Les massifs forestiers sont Concise (—), Montagny (—), Neuchâtel (—), Onnens (—), tous des chênes sessiles, et Pampigny, sessile (—) et pédonculé (—).

fûts étaient également différenciables selon leur origine, et cela indépendamment même des modalités de chauffe (Rawlyer *et al.*, 2006). Cette similitude entre fûts et vins est particulièrement remarquable. Elle implique que les xylovolatils des fûts qui passent en vin le font selon un processus qui respecte les discriminations inscrites dans ces bois par leurs origines diverses. Elle indique aussi que les vins conservent l’empreinte de l’origine des fûts qui les ont contenus. Enfin, si l’impact de l’origine du bois est surtout assuré par les fonds non chauffés, il est également tributaire des douelles, et plus particulièrement de leur composition en xylovolatils issus de la thermohydrolyse des lignines. Tous ces éléments étayaient la notion de «Terroir Chêne» et lui confèrent une réalité tangible.

Modalités d'élevage et expression boisée des vins

La teneur en xylovolatils d’un vin donné dépend initialement de l’apport du bois au vin (flux de transfert bois → vin), puis également des réactions métaboliques et chimiques que subissent les xylovolatils passés en vin (oxydation, réduction et adsorption) et qui les transforment en composés nouveaux (Rawly-

Tableau 3. Descripteurs sensoriels retenus pour l’analyse en composantes principales.

Amande amère
Bois frais
Brioche
Cacao
Café torréfié
Caramel
Coco, boisé
Cuir
Fumé
Œillet
Réglisse
Vanille

ler *et al.*, 2006). Ces deux phénomènes (désorption et transformation) peuvent fort bien se dérouler de manière conjointe, mais leur importance relative au cours de l’élevage est délicate à apprécier. De plus, les caractéristiques physico-chimiques du milieu dans lequel s’accumulent les xylovolatils désorbés changent profondément au cours de la transformation du moût en vin. Les modalités de vinification peuvent ainsi exercer une influence sur le profil boisé d’un vin.

Dans la vinification en blanc, les moûts effectuent leur fermentation alcoolique sous bois. Les douelles et les fonds sont exposés à un milieu aqueux, riche en glucose et en fructose (> 200 g/l), mais qui voit, en sept à dix jours, sa teneur en alcool et en CO₂ augmenter aux dépens des sucres. Cette grande activité métabolique élève la température jusqu’à 25-28 °C et peut créer une légère surpression dans le fût. Enfin, la remise en suspension des lies par les bâtonnages réguliers enrichit le vin blanc en azote total, en acides aminés, en acides gras (Ferrari *et al.*, 1988) et en polysaccharides (Llauberes, 1988). Au contraire, dans la vinification en rouge, ce n’est qu’après fermentation alcoolique et soutirage des lies que les vins sont logés sous bois. Dans ce cas et dès l’abord, les douelles et les fonds sont exposés à un milieu beaucoup plus stable, qui ne subira ultérieurement que des modifications physico-chimiques mineures. Il est ainsi probable que les paramètres de la désorption (cinétique, amplitude, solubilité des xylovolatils) diffèrent selon le type de vin entonné.

Tous les résultats sensoriels de l’ensemble des vinifications réalisées en 2002, 2003 et 2004 (123 échantillons dégustés au total) ont été soumis à une analyse en composantes principales. Douze descripteurs boisés (tabl. 3) ont

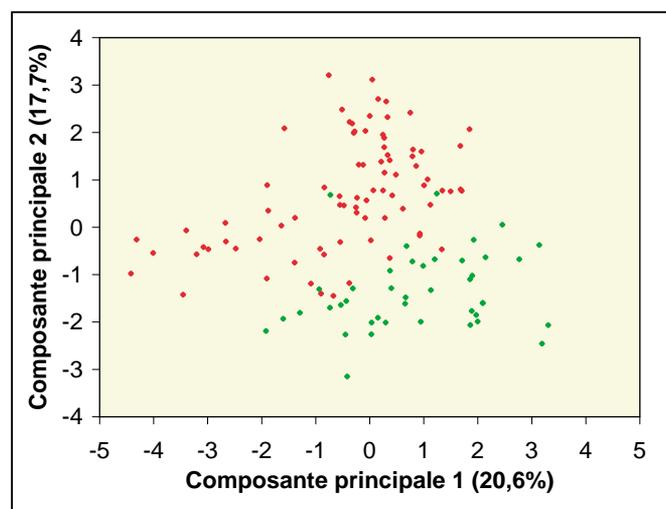
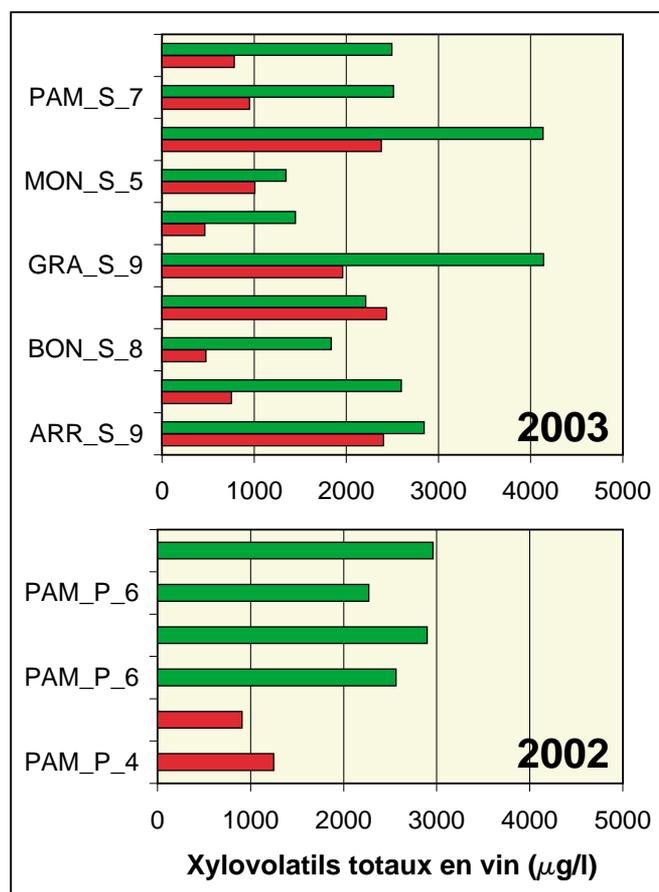


Fig. 12. Discrimination des vins rouges (●) et blancs (●) des essais 2002, 2003 et 2004 (n = 123) basée sur douze descripteurs boisés évalués par analyse sensorielle.

Fig. 13. Teneurs en xylovolatils totaux de vins de Pinot noir (■) et de Chardonnay (■), millésimes 2002 et 2003, élevés en parallèle dans des fûts de bois identiques. Chaque fût est codé de telle sorte que les trois premières lettres se rapportent à son origine (tabl. 1), la lettre unique à son espèce (sessile ou pédonculée) et le chiffre à la cave d’élevage. La différence entre vins blancs et rouges est hautement significative (test t, p = 0,01).



été pris en considération. On constate que les vins rouges se distinguent assez bien des vins blancs (fig. 12). Les descripteurs café torréfié, cacao, fumé et réglisse caractérisent essentiellement les vins rouges, tandis que les vins blancs présentent les descripteurs caramel, brioché, noix de coco, vanille, amande amère. Mais est-ce le boisé qui s'exprime différemment selon le cépage (ou le mode de vinification), ou est-ce le ressenti sensoriel qui diffère selon la «matrice-vin»?

Les profils analytiques des xylovolatils de ces vins de Pinot noir et de Chardonnay ont alors été comparés après six et onze mois d'élevage. Il n'a pas été possible de les différencier selon leur cépage par l'analyse en composantes principales, et cela même lorsque les vinifications diverses étaient menées dans des bois identiques. Cela est dû au fait que l'influence de la «matrice-vin» sur la désorption est masquée par la variabilité des xylovolatils dans les bois et par leurs transformations subséquentes dans les vins. Par contre, la comparaison des xylovolatils totaux (qui élimine l'influence des transformations) s'est avérée parlante, puisqu'une différence hautement significative ($p = 0,01$) a été mise en évidence entre vins blancs et rouges pour les millésimes 2002 et 2003 (fig. 13) en faveur des premiers, à l'exception d'un seul cas; les vins du millésime 2004 présentaient exactement la même tendance, mais de manière non significative. Des résultats similaires ont été obtenus après onze mois d'élevage et mise sous verre. Si, à bois identique, le degré de boisage des vins rouges est inférieur à celui des blancs, c'est donc à l'absence de hautes températures et des sucres fermentescibles faisant office de cosolvant au début du boisage, à un colmatage partiel des parois du fût par les polyphénols et autres colloïdes, ou encore à une adsorption partielle sur des lies fines éliminées par centrifugation (voir Matériel et méthodes), qu'il faut l'attribuer.

Evolution de l'expression boisée dans le temps

La gestion de la durée de l'élevage sous bois est essentielle pour obtenir des vins avec un bon équilibre boisé. Celui-ci se réalise, nous l'avons vu plus haut, à partir de l'interaction entre deux processus dépendant du temps, le transfert bois → vin des xylovolatils, de nature quantitative, et les transformations métaboliques et chimiques, de nature qualitative. Or, ces dernières sont importantes pour l'évolution du bouquet boisé global qu'un fût peut transmettre à un vin. La vanilline en est un bon exemple: la fermentation alcoolique peut diminuer l'impact aromatique de la vanilline dans les vins par sa réduction en alcool vanillique, sans toutefois supprimer la note vanillée (Chatonnet, 1991). De son côté, l'oxydation de la vanilline en acide vanillique inodore atténue également la note vanillée du bouquet boisé, tandis que la décarboxylation de cet acide en gaïacol par des microorganismes augmente la composante fumée du bouquet. Au final, un progressif renversement de l'équilibre olfactif se réalise, lié à la perception simultanée de ces deux composés odorants.

Dans le cadre de nos expérimentations, des différences d'intensité de boisage ont effectivement été observées en cours d'élevage. Les résultats des analyses sensorielles, effectuées après six mois d'élevage sous bois et après mise sous verre des vinifications 2002, 2003 et 2004 (123 échantillons dégustés au total), montrent une claire modification du profil boisé des vins (fig. 14). Les vins dégustés après mise sous verre ont présenté des profils boisés plus structurés et de meilleure qualité en bouche, alors qu'après six mois d'élevage, ces vins déployaient des notes boisées plus intenses au nez et en bouche.

Cette évolution du profil boisé des vins est également observée à l'analyse GC-MS (fig. 15). A nouveau, le contenu en xylovolatils des vins (tous cépages confondus) a été exprimé sous forme d'indices aromatiques (voir la légende de la figure 5).

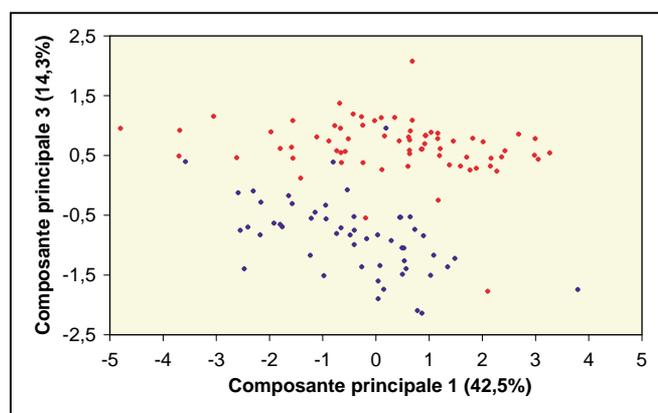


Fig. 14. Discrimination des vins des essais 2002, 2003 et 2004 selon le stade de dégustation après six mois d'élevage sous bois (●) et après mise sous verre (●).

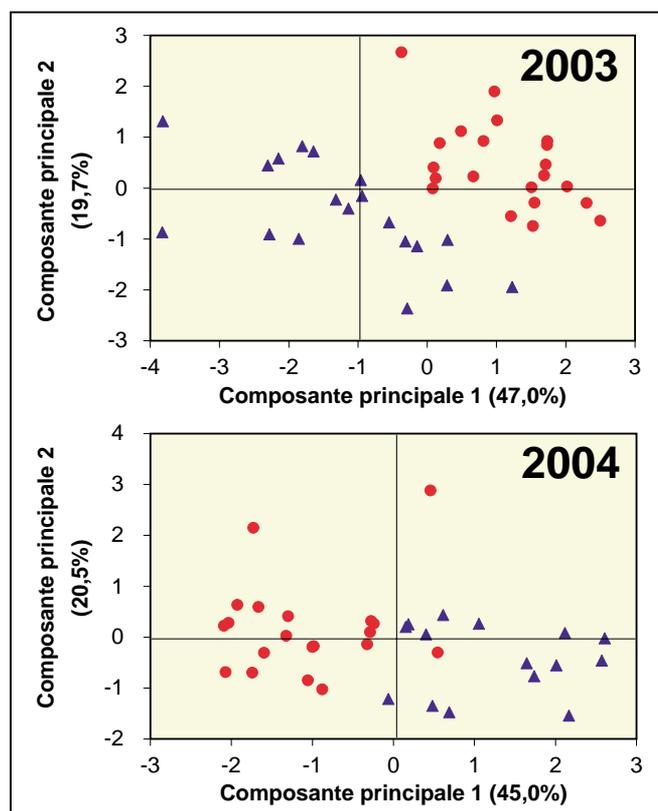


Fig. 15. Discrimination des vins (tous cépages confondus) des essais 2003 et 2004 selon leur composition en xylovolatils analysée par GC-MS après six mois d'élevage sous bois (●) et après mise sous verre (▲).

La discrimination des deux stades d'évolution est parfaitement évidente pour chaque millésime, indépendamment des types de vin (fig. 15). Ces résultats montrent que le bouquet boisé d'un vin ne peut et ne doit pas être confondu avec un arôme alimentaire. En effet, on demande à ce dernier d'être immédiatement reconnaissable, identifiable sans ambiguïté et stable à long terme, contrairement à l'évolution aromatique du bouquet boisé qui, très marquée au cours de l'élevage, permet au vinificateur de parfaire l'équilibre bois/vin selon son vœu. Celui-ci peut ainsi associer les caractéristiques du «Terroir Chêne» à celles du cépage et du millésime, pour les fondre en un tout harmonieux.

Le dégustateur expérimenté sera-t-il à même de reconnaître ces différents «Terroirs Chêne» comme il peut le faire, par exemple, avec des vins de Chasselas de différentes origines?

Cela semble peu probable, d'autant plus que le but de l'élevage sous bois, en tout cas sous nos latitudes, n'est pas l'aromatisation maximale, toujours excessive, mais l'équilibre sensoriel. Cependant, il n'y a pas qu'une seule manière d'accéder à l'équilibre, de même qu'il n'y a pas qu'un seul équilibre possible. Dès lors, l'existence de «Terroirs Chêne variés», ainsi que la disponibilité de merrains d'espèce et d'origine sélectionnées, constituent deux atouts nouveaux offerts au praticien. Celui-ci saura certainement en profiter pour concevoir et créer des vins de qualité, où le cépage s'allie à deux types de terroir pour s'éloigner résolument de l'anonymat des productions de masse et des goûts standardisés.

Remerciements

Les auteurs remercient tous les partenaires ayant apporté leur soutien à ce projet: Commission technologie et innovation (CTI), Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO), Fondation de l'Ecole d'ingénieurs de Changins (EIC), Fondation Audemars-Piguet (VD), Service des forêts, faune et nature (VD), tonnellerie Suppiger (SZ), Cantina Giubiasco (TI), Château d'Auvergnier (NE), Chatenay SA (NE), Cybox Sàrl, Domaine des Abeilles d'Or R. Desbaillet (GE), Domaine Hutin (GE), Ecole d'ingénieurs du Valais, Institut für Holzforschung (ETHZ), Institut Jules Guyot (Dijon, F), Institut technique du vin (Beaune, F), Office national des forêts (F), Provins SA (VS), Rouvinez SA (VS), Schenk SA (VD) et Uvavins SA (VD). Ils remercient également M. Jean-Philippe Mayor, ancien directeur de l'Ecole d'ingénieurs de Changins, pour son soutien et ses encouragements.

Bibliographie

- 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., 1992. Origines et traitements des bois en tonnellerie. Incidence de l'origine et du mode de séchage sur la composition et la qualité des bois de chênes en tonnellerie. In: Le Bois et la Qualité des Vins et Eaux-de-vie. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, numéro spécial, 39-50.
- Ferrari G. & Feuillat M., 1988. L'élevage sur lies des vins blancs de Bourgogne. I. Étude des composés azotés, des acides gras et analyse sensorielle des vins. *Vitis* **27**, 183-197.
- Feuillat F., Bakour R., Keller R., Huber F., Leaute B. & Puech J. L., 2003. La variabilité du bois de merrain: subir ou agir. *Revue des Enologies* **109** S, 19-24.
- Horisberger D., 2006. Le Terroir Chêne. *Rev. suisse Vitic., Arboric., Hort.* **38** (4), 227-231.

Conclusions

- ❑ La composition en xylovolatils endogènes des chênes suisses possède une grande variabilité. Outre une grande variabilité intraspécifique (effet «arbre»), elle diffère également selon l'espèce botanique, l'intensité aromatique plus grande des chênes sessiles étant due surtout à une teneur plus élevée en *cis*- et *trans*- β -méthyl- γ -octalactones.
- ❑ Les chênes sessiles et pédonculés peuvent être différenciés également après la chauffe de bousinage, sur la base des xylovolatils empyreumatiques issus de la thermohydrolyse des lignines.
- ❑ Ces différences, observables sur les plans analytique et sensoriel, justifient pleinement les efforts d'identification et de ségrégation des espèces dans le cadre de la filière d'approvisionnement en bois de chêne de tonnellerie.
- ❑ De manière globale, le bouquet boisé des vins élevés dans des chênes sessiles de la région du Jura diffère de celui des vins élevés en chênes sessiles du Plateau suisse. De plus, il est possible, pour un même vin, de distinguer des massifs forestiers entre eux, soit par analyse sensorielle, soit par analyse chimique.
- ❑ La notion de «Terroir Chêne» correspond donc à une réalité tangible dont le praticien peut faire usage avec profit.
- ❑ A bois et durée d'élevage identiques, les vins rouges contiennent moins de xylovolatils totaux que les vins blancs. De plus, leurs profils boisés se distinguent selon plusieurs critères sensoriels. Les différences de vinification entre vins rouges et blancs, entre autres, jouent un rôle important dans cette distinction.
- ❑ Au cours de l'élevage, le profil boisé du vin – quel qu'en soit le cépage – évolue en intensité et en qualité. Cette évolution est due d'une part à l'accumulation progressive dans le vin des xylovolatils du bois et, d'autre part, aux transformations métaboliques et chimiques qui modifient la composition relative des xylovolatils et le profil organoleptique qui en découle.
- ❑ Très loin d'un simple arôme alimentaire, le bouquet boisé issu du fût de chêne est un élément vivant du vin, modulé par celui-ci et le marquant à son tour de l'empreinte spécifique du «Terroir Chêne» qui l'a engendré.

Zusammenfassung

Ausbau von Terroir-Weine in Fässern aus Terroir-Eichenholz

Der Ausbau von Standortsbestimmten Weinen in einheimischen Holzfässern, deren Eichensorte und Wachstumsort («Terroirs Chêne») bekannt sind, bekommt einen zusätzlichen Sinn wenn ganz spezifische, aromatische und geschmackliche Merkmale dem Wein zugebracht werden. Die Ingenieurschule Changins versuchte, diese «Terroirs Chêne» zu identifizieren, dank chemischen Analysen der flüchtigen und halbflüchtigen Substanzen der Eichenhölzer und der Weine, die in diesen Holzfässern ausgebaut werden. Dazu wurden Hölzer von verschiedenen Herkunftten und Eichensorten genommen. Die Faktorenanalysen der Rohdaten haben erlaubt, die Herstammung der Eichen zu unterscheiden, und zwar nicht nur zwischen grossen Regionen wie Jura und Mittelland, sondern auch zwischen kleineren Wäldern. Die Eichensorten (Stieleiche und Traubeneiche) konnten auch diskriminiert werden. Weine, die in diesen Fässern ausgebaut wurden, konnten auch mit denselben Kriterien differenziert werden. Obwohl die Holzaromatik des Weines zum Teil von der Traubensorte, der Kelterung und von der Ausbaudauer im Fass abhängt, konnte bewiesen werden, dass diese «Terroirs Chêne» den Wein ganz spezifisch prägen. Diese Kenntnisse sind für den Oenologen sehr wichtig wenn er Fässer kaufen will.

- Llauberes R. M., 1988. Les polysaccharides sécrétés dans les vins par *Saccharomyces cerevisiae* et *Pediococcus*. Thèse de doctorat, Univ. de Bordeaux II.
- Masson G., Puech J.-L. & Moutounet M., 1996. Composition chimique du bois de chêne de tonnellerie. *Bull. O.I.V.* **69** (785-786), 634-657.
- Otsuka K., Sato K. & Yamashita T., 1980. Structure of a precursor of β -methyl- γ -octalactone, an aging flavour compound of distilled liquors. *J. Ferm. Techn.* **58**, 395-398.
- Polge H. & Keller R., 1973. Qualité du bois et largeur d'accroissements en forêt du Tronçais. *Ann. For. Sci.* **30**, 91-125.
- Rawlyer A., Auer J. & Dumont-Béboux N., 2006. Maîtrise de la chauffe artisanale des fûts de chêne en tonnellerie. *Rev. suisse Vitic., Arboric., Hort.* **38** (3), 151-158.
- Snackers G., Nepveu G., Guilley E. & Cantagrel R., 2000. Variabilité géographique, sylvicole et individuelle de la teneur en extractibles de chênes sessiles français (*Quercus petraea* Liebl.): polyphénols, octalactones et phénols volatils. *Ann. For. Sci.* **57**, 251-260.

Summary

Making «terroir» wines in barrels of «terroir» oaks

Using barrels made of oakwood of known botanical species and geographical origin to grow wines is justified only if specific organoleptic traits, collectively depicted as «Oak Terroirs», are transferred to wines by these woods. The Changins School of engineering attempted to show that such «Oak Terroirs» exist and to characterize them by chemical analysis of (semi)volatile compounds in sessile and pedunculate oak staves, and by sensory analysis of Chardonnay and Pinot noir wines raised in these woods. Principal component analysis of raw data enables to discriminate oak woods at regional level (Jura *versus* Plateau) and even at smaller scale (forest), and between species as well. Wines can be differentiated too according to the same criteria. Although wine matrix (red or white) and growth duration in barrel modulate the woody scent attributable to oak species and origin, «Oak Terroirs» do exist, to the winemaker's benefit.

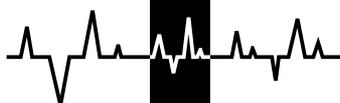
Key words: oak terroirs, oak species, barreled wines, origin discrimination.

Riassunto

Allevamento dei vini del terreno in fusti di quercia del terreno

L'utilizzo, per l'allevamento dei vini, di fusti di quercia di specie botanica e d'origine geografica controllate, si giustifica soltanto se caratteristiche specifiche, raccolte sotto la denominazione di «Terroirs Chêne» (terreni quercia) sono conferite ai vini da questo legno. La Scuola d'ingegneria di Changins a cercato di evidenziare la caratterizzazione di «Terroirs Chêne» mediante analisi chimiche dei composti (semi)volatili aromatici di assicelle di quercia sessile (rovere) e pedunculato (farnia) di diverse origini e mediante l'analisi sensoriale di vini di Chardonnay e di Pinot nero elevati in questi legni. L'analisi in componenti principali dei dati grezzi ha permesso non soltanto di discriminare le querce alla scala della regione (Jura *versus* Plateau), a quella del massiccio forestale e secondo la loro specie, ma anche di differenziare i vini secondo i stessi criteri. Anche se il «bouquet boisé» dovuto alla specie ed all'origine della quercia viene influenzato dalla matrice-vino (rosso o bianco) e dalla durata dell'allevamento, l'esistenza di «Terroirs Chêne» appare ben reale, cosa che è tutto al vantaggio del vinificatore.

V I N A L Y T I K



Certifié selon ISO 9001:2000

Votre partenaire pour l'analyse des vins

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

Pépinières viticoles



FAVRE Daniel

Des plants de vignes soignés
pour vous satisfaire !

Ch. de LAPRA 17 1170 Aubonne

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

www.fischer-sarl.ch
Collombey/VS

FISCHER

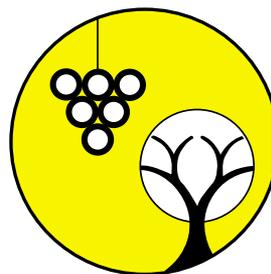
FISCHER nouvelle Sarl.
Votre spécialiste de la pulvérisation
1868 Collombey-le-Grand
En Boverly A
Tél. 024 473 50 80

LES PROFESSIONNELS

des secteurs viticoles,
arboricoles et horticoles romands
verront

VOTRE PUBLICITÉ

dans la



Revue suisse de viticulture
arboriculture et horticulture

Régie des annonces: PRAGMATIC SA Tél. 022 736 68 06
Avenue Saint-Paul 9 CH-1223 Coligny Fax 022 786 04 23

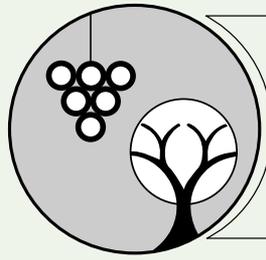


Table des matières – Volume 38 – 2006

N°	Pages	Editoriaux
1	7	Carlen Ch. et Bertschinger L.: Premier Guide Arbo national d'Agroscope
2	85	Charmillot P.-J.: A son tour, la tordeuse de la pelure devient résistante aux insecticides
3	149	Murisier F.: De l'élevage du vin dans le bois au trempage du bois dans le vin
4	213	Simonnet X.: L'expérience Médiplant
5	269	Murisier F.: Le Merlot: un centenaire en expansion
6	333	Delabays N.: Mieux gérer la flore spontanée des cultures pérennes
Agroscope Changins-Wädenswil ACW		
2	129-134	Ançay A. et Carlen Ch.: Fraisiers remontants sur substrat: comparaison de nouvelles variétés et de deux densités de plantation
6	363-369	Ançay A. et Delabays N.: Quel enherbement pour les cultures de framboisiers?
3	177-181	Ançay A., Baroffio Catherine et Carlen Ch.: Incidence du type de plant et de la date de plantation sur le rendement et la précocité des fraises sous tunnel
5	305-309	Bosshard Elisabeth, Heller W., Husistein A., Ladner Judith, Rüegg J., Schwizer Th., Widmer A.: Planification et soins pour des vergers à noyaux sains
3	183-187	Carlen Ch., Baroffio Catherine, Mittaz Ch. et Auderset Ch.: Succès de la lutte par confusion sexuelle contre la sésie du groseillier
5	315-320	Carlen Ch., Carron C.-A., Previdoli S. et Baroffio Catherine: Sauge officinale: effets de la fréquence des récoltes, de la hauteur et de la date de la dernière coupe avant l'hiver sur la productivité et la qualité
4	253-255	Carron R., Ançay A. et Baroffio Catherine: Influence de la variété et de la taille sur le comportement des groseilliers à grappe
6	371-376	Charmillot P.-J. et Pasquier D.: Efficacité et rémanence de différents insecticides sur les chenilles de capua (<i>Adoxophyes orana</i>)
5	289-295	Charmillot P.-J., Pasquier D., Salamin Charlotte et Briand Françoise: Efficacité larvicide et ovicide sur les vers de la grappe <i>Lobesia botrana</i> et <i>Eupoecilia ambiguella</i> de différents insecticides appliqués par trempage des grappes
3	167-173	Charmillot P.-J. et Pasquier D.: Neuf ans de lutte par confusion contre les vers de la grappe à Yvorne
2	87-93	Charmillot P.-J., Blanc G. et Pasquier D.: Premier cas de résistance en Suisse de la tordeuse de la pelure capua (<i>Adoxophyes orana</i>) aux insecticides
6	335-341	Clavien Y. et Delabays N.: Inventaire floristique des vignes de Suisse romande: connaître la flore pour mieux la gérer
6	343-354	Delabays N., Spring J.-L. et Mermillod G.: Essai d'enherbement de la vigne avec des espèces peu concurrentielles: aspects botaniques et malherbologiques

2	97-103	Granges A., Gillioz J.-M., Quentin H. et Ahmed O.: Variétés anciennes de tomates: valeur agronomique, analytique et gustative
5	279-282	Maigre D.: Comportement de quatre clones de Pinot blanc à Changins
2	115-120	Maigre D.: Limitation de rendement des cépages Arvine et Cornalin en Valais
5	271-276	Murisier F. et Zufferey V.: Influence de la densité de plantation et de la hauteur de la haie foliaire sur la qualité des raisins et des vins. Essai sur Chasselas à Leytron (VS)
2	123-127	Sassella A., Jermini M. et Rey Ch.: Essais culturaux de <i>Pimpinella peregrina</i> L. au Tessin
5	311-314	Siegrist J.-P., Höhn E. et Gasser F.: Recommandations 2006-2007 aux entrepositaires de fruits et légumes
4	257-261	Sigg P., Gilli Céline, Ahmed O. et Gillioz J.-M.: Fumure de la tomate en culture hors sol sans adjonction d'acide
6	355-359	Spring J.-L. et Delabays N.: Essai d'enherbement de la vigne avec des espèces peu concurrentielles: aspects agronomiques
2	105-113	Spring J.-L. et Lorenzini F.: Effet de la pulvérisation foliaire d'urée sur l'alimentation azotée et la qualité du Chasselas en vigne enherbée
3	195-202	Stäubli A. et Mayor J.-Ph.: Faits marquants dans la recherche à Changins en 2005
3	161-164	Zufferey V. et Murisier F.: Distance interligne et hauteur de la haie foliaire en viticulture. 2. Incidence sur le statut hydrique de la vigne
5	283-287	Zufferey V. et Murisier F.: Terroirs viticoles vaudois et alimentation hydrique de la vigne

Guide phytosanitaire pour l'arboriculture fruitière 2006-2007

1	46	Gut D. et Delabays N.: Optimiser l'application des herbicides
1	47	Gut D. et Delabays N.: Stratégies de désherbage chimique
1	44-45	Gut D., Christen D. et Ançay A.: Entretien du sol
1	14-16	Linder Ch. et Höhn H.: Contrôle des ravageurs au verger
1	38-39	Mayor P.: Lutte contre les campagnols
1	56-59	Viret O. et Höhn H.: Produits phytosanitaires. Risques et précautions liés à leur utilisation
1	36-37	Viret O. et Linder Ch.: Guide de traitements pêcher-abricotier
1	50-53	Viret O. et Siegfried W.: Produits phytosanitaires. Application de la dose selon la méthode du TRV
1	34-35	Viret O., Charmillot P.-J., Linder Ch., Siegfried W. et Höhn H.: Guide de traitements prunier
1	18-27	Viret O., Holliger E., Schaub L., Siegfried W., Charmillot P.-J., Höhn H. et Linder Ch.: Guide de traitements pommier
1	28-31	Viret O., Linder Ch., Höhn H. et Siegfried W.: Guide de traitements poirier
1	32-33	Viret O., Linder Ch., Höhn H. et Siegfried W.: Guide de traitements cerisier-griottier

Actualités arboricoles

1	69-71	Malevez J.: Une barrière contre les campagnols
1	67-68	Schaub L., Cazelles O. et Holliger E.: Feu bactérien: situation actuelle
1	65-66	Viret O. et Siegfried W.: Les anilinopyrimidines contre la tavelure
1	61-63	Viret O., Bloesch B., Fabre A.-L. et Siegfried W.: Prédiction des infections de la tavelure pour toutes les régions arboricoles du pays sur Internet

En collaboration avec Agridea

- 6 (au centre) **Carlen Ch., Carron C.-A. et Amsler P.:** Données de base pour la fumure des plantes aromatiques et médicinales
- 4 235-243 **Linder Ch., Viret O., Spring J.-L., Droz P. et Dupuis D.:** Viticulture intégrée et bio-organique: synthèse de sept ans d'observations
- 2 135-136 **Zürcher M., Leumann M., Carint D. et Amsler P.:** SOA: un projet pour encourager une arboriculture fruitière rentable en Suisse

Médiplant

- 4 215-217 **Quennoz Mélanie, Simonnet X., Vergères C. et Hausammann Huguette:** L'argousier, une espèce pour l'industrie cosmétique
- 4 219-223 **Quennoz Mélanie, Vergères C., Hausammann Huguette et Simonnet X.:** Les rosiers pour la production d'huile à usage cosmétique
- 3 189-193 **Simonnet X., Gaudin M., Jacquemettaz P., Piantini U. et Rey Ch.:** Stade phénoécologique et qualité des hampes florales du genépi blanc

Nouveautés de l'Ecole d'ingénieurs de Changins

- 3 203-204 Les levures *Brettanomyces*, problème international, même en Suisse
- 4 251 Les étudiants de l'Ecole d'ingénieurs de Changins (EIC) brillent au 1^{er} Concours européen de viti-viniculture
- 5 321-322 Le site Internet de l'EIC fait peau neuve
- 6 377-378 Etat des vignes l'année suivant une très forte grêle. Observations à Lavaux après la chute du 18 juillet 2005

Ecole d'ingénieurs de Changins

- 5 297-302 **Ducruet J., Silvestri Anne-Claire et Hippenmeyer P.:** Etude comparative de différents filtres tangentiels en œnologie

Projet «Fûts de chêne» de l'Ecole d'ingénieurs de Changins:

- 3 150 **Auer Judith:** Fûts de chêne du terroir pour vins du terroir
- 4 226 **Auer Judith:** Elevage des vins du terroir en fûts de chêne du terroir: introduction générale
- 6 379-387 **Auer Judith, Rawyler A. et Dumont-Beboux N.:** Elevage des vins du terroir en fûts de chêne du terroir
- 3 151-158 **Rawyler A., Auer Judith et Dumont-Beboux Nicole:** Maîtrise de la chauffe artisanale des fûts de chêne en tonnellerie
- 4 227-231 **Horisberger D.:** Les «Terroirs Chênes» suisses

Chroniques

- 2 143 Les Oïdiums de Suisse (*Erysiphacées*)
- 3 206 Produire des fruits en agriculture biologique
- 4 245-247 Maladie de la sharka: état des lieux en Suisse en 2005
- 4 248-249 *Monilinia fructicola*, une maladie de quarantaine des arbres fruitiers
- 4 233 Le prix Rudolf Maag 2006 attribué à un chercheur d'Agroscope ACW
- 5 288 *Anciennes variétés fruitières cultivées à l'Arboretum national du Vallon de l'Aubonne*

Agenda + memento agricole 2007

L'agenda, un outil de travail...

- Semainier avec 2 pages par semaine.
- Pages de notes.

Le memento, un outil d'information...

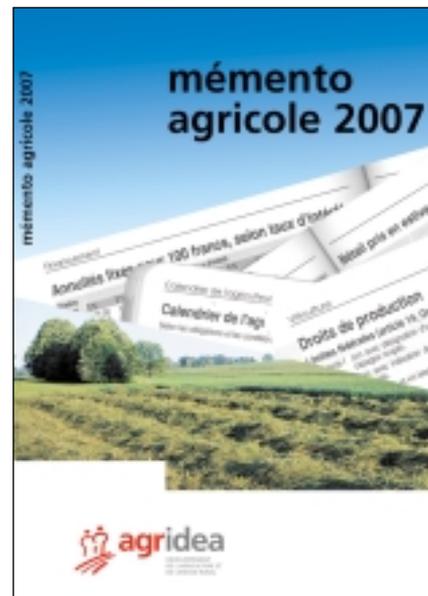
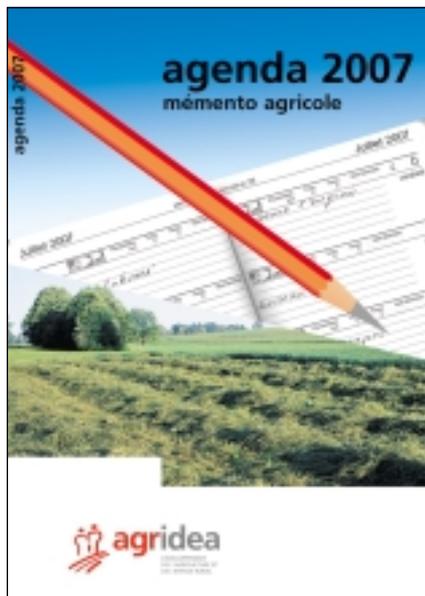
- 244 pages réparties sur 5 chapitres.
- 500 adresses d'organisations professionnelles.

Deux outils pratiques...

- Format de poche.
- Fourre de protection unique = 2 en 1.
- Signet de repérage pour le memento.

Deux outils bon marché...

Le tout pour Fr. 22.- seulement (TVA comprise, frais de port en sus). Etes-vous déjà abonné au memento agricole? Avec l'abonnement, vous recevez automatiquement votre agenda + memento agricole année après année. De plus, vous bénéficiez d'un prix préférentiel: Fr. 15.- au lieu de Fr. 22.-.



Renseignements:

Agridea, Astrid Maillard,
av. des Jordils 1,
CP 128, 1000 Lausanne 6,
tél. 021 619 44 70, fax 021 617 02 61,
e-mail: astrid.maillard@agridea.ch

Visitez notre site Internet
www.agridea.ch

Eternit présent à Swissbau 2007 avec un stand spectaculaire

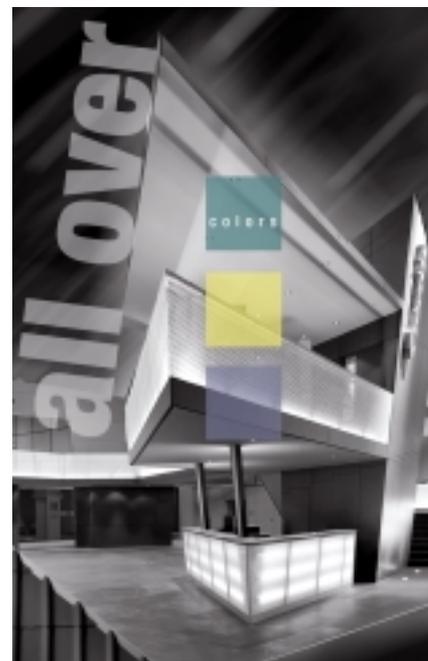
Le prochain salon de la construction Swissbau se tiendra du 23 au 27 janvier 2007 à Bâle. Eternit (Suisse) SA sera présent avec un stand spectaculaire, tout en fibres-ciment.

Le fabricant de produits en fibres-ciment Eternit (Suisse) SA partagera une importante surface avec le fabricant de matériaux isolants swisspor SA et le constructeur de fenêtres Dörig Fenster Service SA. Ces trois entreprises de l'enveloppe du bâtiment font toutes partie de la holding de Bernhard Alpstätig. Leur stand collectif leur permettra de combiner de manière judicieuse la présentation de leurs produits et l'accueil généreux de leurs visiteurs.

L'architecture des trois stands, habillés de fibres-ciment, est spectaculaire et futuriste, évoquant des vaisseaux spatiaux. Avec leurs surfaces inclinées et leurs angles aigus, les trois stands démontrent les multiples possibilités d'application des produits de chaque entreprise. Des passerelles relient les trois parties en une structure spatiale continue, formant ainsi un ensemble urbanistique qui cerne une place centrale propice aux rencontres et aux échanges. Comptoirs d'information, bistro ou bar seront autant d'invitations à venir

discuter directement avec les collaborateurs compétents.

Les trois unités seront habillées de différents produits d'Eternit (Suisse) SA. Celle de swisspor SA sera revêtue de plaques de façade NATURA à la coloration transparente, celle de Dörig Fenster Service SA de plaques TEKTURA aux couleurs couvrantes et celle d'Eternit (Suisse) SA de produits CARAT teints dans la masse. Plusieurs teintes seront combinées sur chaque stand afin de permettre à l'univers chromatique du fibres-ciment de s'exprimer pleinement. Le stand d'Eternit (Suisse) SA présentera en outre les produits actuels et de nombreuses nouveautés des domaines de la toiture, de la façade, de la construction intérieure et du jardin. Une attention particulière sera portée au thème actuel «all over», qui propose un matériau de revêtement de toiture et de façade uniforme. Des plaques échantillon, des constructions et des références seront également exposées selon un graphisme séduisant.



Les nouvelles gammes de teintes sont en particulier attendues avec impatience.

Renseignements

Eternit (Suisse) SA, M^{me} Michèle Iten,
8867 Niederurnen,
Tél. +41 (0)55 617 13 14,
fax +41 (0)55 617 12 72,
www.eternit.ch

FELCO expert
SWISS + MADE

FELCO 200/210 FELCO 800

FELCO SA
CH-2206 Les Geneveys-sur-Coffrane
T +41 328 581 466 • F +41 328 571 930
info@felco.ch • www.felco.ch

BUCHER
vaslin

**Un nouveau nom pour de
plus grandes perspectives.**

BUCHER COMMUNICATION 7894

Vaslin Bucher devient Bucher Vaslin

BP 70028 - F - 49290 Chalonnes sur Loire
Tél. +33 (0)2 41 74 50 50 - www.buchervaslin.com



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de
l'économie DFE

Station de recherche

Agroscope Changins-Wädenswil ACW



DONNÉES DE BASE POUR LA FUMURE DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES





Données de base pour la fumure des plantes aromatiques et médicinales

C. CARLEN et C.-A. CARRON, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre des Fougères, 1964 Conthey
P. AMSLER, Agridea Lausanne, CP 128, 1000 Lausanne 6

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

Introduction

Les données de base pour la fumure des plantes aromatiques et médicinales (PAM) sont destinées aux vulgarisateurs et aux producteurs afin de planifier et d'effectuer une fertilisation raisonnée de ces cultures. Les informations sur la fumure des PAM, publiées dans le classeur «fiches techniques» d'Agridea, étaient basées sur la littérature étrangère et sur des observations dans les cultures. Diverses études en Allemagne (Bomme et Nast, 1998) et ces dernières années en Suisse (Carlen *et al.*, 2003) ont montré qu'il est nécessaire de réactualiser ces normes.

Ces données de base pour la fumure contiennent toutes les informations utiles pour une fertilisation raisonnée des PAM en fournissant à la plante une nutrition minérale équilibrée, tout en respectant l'environnement.

Buts et principes d'une fumure raisonnée

L'objectif d'une fertilisation raisonnée consiste à fournir à la plante une nutrition minérale équilibrée et adaptée pour obtenir une croissance optimale et une production de qualité, tout en maintenant la fertilité des sols et en respectant l'environnement. La fertilisation n'est pas le seul facteur dans la nutrition des plantes. Les conditions de sol, de climat et les pratiques culturales interagissent fortement avec les mécanismes d'absorption des différents minéraux. Avant toute réflexion sur les apports de fertilisants, il faut tenir compte des potentialités du site pour les plantes aromatiques et médicinales en considérant divers aspects comme la structure du sol, sa teneur en matière organique, le climat, les techniques culturales et la rotation des cultures.

La norme de fumure pour les éléments minéraux principaux tels que phosphore, potassium et magnésium correspond aux prélèvements des plantes, dans un site adapté et sur un sol normalement

pourvu en nutriments et en eau. La norme de fumure pour ces éléments peut être adaptée au rendement estimé et corrigée en fonction de l'état de fertilité du sol. Ces mesures permettent d'éviter des carences et des déséquilibres nutritionnels (antagonismes) préjudiciables à la culture.

En revanche, la norme pour la fumure azotée ne correspond en général pas uni-

quement aux prélèvements effectifs: elle est définie aussi en fonction de la minéralisation de l'azote du sol d'un site dans des conditions pédo-climatiques moyennes. La norme de fumure azotée peut être adaptée proportionnellement au rendement estimé et au comportement végétatif de la plante. En fractionnant les apports d'azote, les pertes par lessivage sont nettement réduites.



Normes de fumure

Les normes de fumure des différentes plantes aromatiques et médicinales correspondent aux quantités nécessaires pour obtenir un rendement moyen de bonne qualité sur un sol considéré comme normalement pourvu. Pour le phosphore, le potassium et le magnésium, elles sont principalement basées sur les exportations par les récoltes (tabl.1).

Pour la fumure azotée, ces normes dépendent des prélèvements des plantes, de leur période de croissance et de la minéralisation de l'azote organique du sol (celle-ci dépend du climat, de la teneur en matière organique du sol, du précédent cultural, du travail du sol,

Tableau 1. Prélèvements en azote, en phosphore, en potassium et en magnésium et norme de fumure pour les plantes aromatiques et médicinales.

Culture	Rendement MS (t/ha)	Prélèvement par la récolte (kg/ha)				NORME DE FUMURE (kg/ha)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Achillée des collines	6,5	138	49	257	18	100	50	220	20
Alchémille jaunâtre	5,0	84	35	125	16	70	40	125	15
Aneth*	3,0	87	23	213	10	80	30	190	10
Arnica* fleurs* feuilles*	0,4 1,0	10 33	4 11	12 52	2 5	30	20	50	5
Basilic*	5,0	96	28	116	16	100	30	120	15
Camomille matricaire fleurs* feuilles*	1,2 3,0	24 34	8 16	48 44	3 4	50	25	80	5
Edelweiss	2,5	39	18	95	6	40	20	90	5
Fenouil* graines* commun feuilles*	1,5 3,0	69 59	32 24	64 173	7 15	80	50	160	20
Genépi blanc	1,5	32	18	39	6	30	20	40	5
Guimauve officinale racines feuilles	4,0 3,0	86 40	47 29	104 86	13 10	100	60	170	20
Hysope officinale	4,5	101	29	139	14	80	30	130	15
Livèche	8,0	201	54	248	26	150	60	230	25
Marjolaine cultivée*	3,5	96	29	118	9	80	30	110	10
Marrube blanc	5,0	146	30	227	17	120	30	200	20
Mauve verticillée	5,0	199	62	269	25	150	60	240	25
Mélisse officinale	5,0	141	41	173	34	110	50	160	30
Menthe orangée	5,5	110	45	199	12	90	50	180	15
Menthe poivrée	5,5	135	55	269	15	110	60	240	15
Millepertuis perforé*	4,0	105	40	119	10	90	40	110	10
Monarde fistuleuse	4,5	74	30	131	14	65	30	120	15
Origan	4,0	90	30	126	14	80	30	120	15
Ortie dioïque	5,0	206	61	275	31	150	60	250	30
Pimprenelle voyageuse racines* feuilles*	2,5 3,5	24 113	12 53	35 212	4 14	110	60	210	20
Plantain lancéolé	5,0	168	38	250	22	120	40	230	20
Primevère off. (plante entière)*	2,5	53	16	92	14	30	10	50	10
Romarin	4,5	71	22	108	16	60	30	110	15
Sarriette des jardins*	6,0	144	56	222	19	110	55	200	20
Sauge officinale	5,0	147	35	198	15	120	40	180	15
Sureau noir	0,6	24	8	18	5	60	20	60	10
Thym vulgaire, serpolet	4,0	68	21	105	9	60	30	100	10
Véronique officinale	2,0	42	17	66	8	40	20	70	10
Verveine officinale, odorante	4,0	110	34	118	14	90	40	120	15

MS = matière sèche; pour les espèces pluriannuelles, les rendements considérés sont ceux de la 2^e année de culture.
*Prélèvement selon Bomme et Nast (1998).

Tableau 2. Prélèvements en azote, phosphore, potassium et magnésium et norme de fumure pour des groupes des plantes aromatiques et médicinales en fonction du rendement.

Groupes d'espèces en fonction du rendement (exprimé en matière fraîche)	Rendement MS (t/ha)	Prélèvement par la récolte (kg/ha)				NORME DE FUMURE (kg/ha)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Petit (5 t MF/ha)	0,8	45	17	60	9	40	15	60	10
Moyen (15 t MF/ha)	2,5	80	30	155	16	70	30	160	15
Gros (35 t MF/ha)	5,0	121	39	177	17	120	40	200	20
Très gros (50 t MF/ha)	7,5	200	54	248	26	160	50	250	25

MS = matière sèche. MF = matière fraîche.

Tableau 3. Programme d'analyse recommandé.

Profondeur de sol: 2-20 cm	Analyses de base «Carte de visite»					ÉTAT DE FERTILITÉ					
						Eléments disponibles à long terme Extrait à l'acétate d'ammonium + EDTA			Eléments facilement disponibles Extrait à l'eau		
	Granul.	CEC	MO	pH	CaCO ₃	P	K	Mg	P	K	Mg
Première analyse (nouvelle parcelle)											
Sol	x	(x)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Contrôles périodiques de l'état de fertilité (tous les cinq à dix ans)											
Sol	–	–	x ¹	x	–	x	x	x	(x)	(x)	(x)

¹A répéter tous les dix ans. Analyse recommandée aussi lors d'importantes corrections en matière organique. Ne pas prélever un échantillon après un amendement organique (pendant un an) pour éviter de fausser les résultats.

etc.). Pour les cultures pluriannuelles avec des récoltes successives durant toute la période de végétation (achillée, hysope, marrube, mélisse, menthe, monarde, origan, ortie, plantain, romarin, sarriette, sauge, thym, véronique, verveine) ou des cultures annuelles avec une longue durée de végétation (aneth, guimauve, livèche, marjolaine, mauve, pimprenelle), la norme est d'environ 20% inférieure aux prélèvements de la plante en azote pour tenir compte de la minéralisation de l'azote du sol. Pour les cultures récoltées tôt dans la saison, comme l'edelweiss et le genépi, ou avant le début d'août, comme l'alchémille, l'arnica, le millepertuis ou la camomille, la norme de fumure azotée est réduite d'environ 10% par rapport aux prélèvements.

Pour le basilic, la norme de fumure azotée correspond au prélèvement afin de favoriser le rendement et la teneur en huile essentielle des feuilles (Marquard et Kroth, 2002). Pour le fenouil, la norme de fumure azotée a été nettement réduite par rapport aux prélèvements afin de ne pas trop stimuler la croissance végéta-

tive au détriment de la formation des graines (Dachler et Pelzmann, 1999).

Pour la primevère récoltée uniquement pour ses fleurs (0,5-0,7 t de fleurs/ha), la norme des principaux éléments fertilisants correspond à environ 50% des prélèvements de la plante entière. Pour



le sureau, en revanche, la norme de fumure a été augmentée comparative-ment au prélèvement de récoltes similaires chez d'autres espèces fruitières (Bertschinger *et al.*, 2003), afin d'assurer une bonne croissance de l'arbre.

Pour les exploitations qui ont relativement peu de surfaces de plantes aromatiques et médicinales, des normes simplifiées ont été définies par groupes d'espèces en fonction de leur rendement (tabl. 2). Ces normes sont intégrées dans le Suisse-Bilanz, un instrument de planification et de contrôle qui sert à analyser si les bilans d'azote et de phosphore de l'exploitation sont équilibrés, conformément aux exigences écologiques définies dans l'Ordonnance sur les paiements directs.

Sols et exigences des plantes

Le choix du lieu de culture des plantes aromatiques et médicinales requiert une bonne connaissance des exigences

Tableau 4. Barème d'interprétation du taux de matière organique selon le taux d'argile du sol (d'après Bertschinger *et al.*, 2003).

Taux d'argile du sol	APPRÉCIATION DU TAUX DE MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL (%)		
	Pauvre	Normal	Elevé
< 10% (sol léger)	< 1,1	1,1 à 2,5	> 2,5
10-30% (sol moyen)	< 1,5	1,5 à 3,5	> 3,5
> 30% (sol lourd)	< 2,3	2,3 à 4,0	> 4,0

Tableau 5. Barème d'interprétation du pH (H₂O) (Ryser *et al.*, 2001).

pH (H ₂ O)	APPRÉCIATION AGRONOMIQUE
< 5,3	fortement acide
5,3-5,8	acide
5,9-6,7	faiblement acide
6,8-7,2	neutre
7,3-7,6	faiblement alcalin
> 7,6	alcalin



pédo-climatiques de chacune d'elles. Les exigences liées au sol diffèrent selon les espèces: le thym préfère les conditions plutôt sèches et la menthe, les conditions plutôt humides. L'arnica affectionne les sols acides et le genépi, les sols légers et maigres. Bien connaître le sol et les conditions climatiques du lieu de culture permet de faire un premier choix parmi les espèces pour s'assurer une production qualitativement et quantitativement satisfaisante.

Analyse de sol et interprétation des résultats

Prélèvement du sol

L'analyse de sol est un outil essentiel du plan de fumure et de la protection de l'environnement. Le prélèvement est pratiqué dans un secteur où la nature du sol et le comportement de la culture sont reconnus comme homogènes. Pour que les échantillons soient représentatifs de la zone à étudier, il faut prélever la terre à une douzaine d'endroits régulièrement répartis (par exemple en diagonale). La profondeur du prélèvement est de 2 à 20 cm (après élimination de la matière organique fraîche de surface).

Analyses de base «carte de visite»

Les analyses de base décrivant les propriétés du sol (carte de visite) doivent être effectuées avant la reprise d'une nouvelle parcelle (tabl. 3). Elles peuvent être répétées lorsque des problèmes généraux de fertilité surviennent. Pour la **caractérisation d'un sol**, diverses analyses sont recommandées: granulométrie, calcaire total, calcaire actif, capacité d'échange des cations (CEC) et taux de saturation. Ces analyses et les barèmes d'interprétation sont décrits dans diverses données de base pour la fumure (Bertschinger *et al.*, 2003; Spring *et al.*, 2003; Ryser *et al.*, 2001).

Pour la **matière organique (MO)**, il est conseillé de faire des contrôles périodiques (tous les dix ans). La plupart des réactions physiques et chimiques dans le sol sont influencées par la présence de la MO et la connaissance de



sa teneur est indispensable. Le résultat de l'analyse révèle le taux de MO totale du sol. Il est exprimé en % du poids. Si l'échantillon de terre a été correctement prélevé et qu'il ne contient pas de MO fraîche, le résultat représente en fait le taux d'humus. L'interprétation se fait selon le tableau 4.

Le **pH** est la mesure de l'alcalinité ou de l'acidité d'un sol (tabl. 5). Dans le sol, le pH influence l'activité biologique et l'assimilabilité des éléments minéraux. Le pH ne varie pas beaucoup à court terme. Sa mesure à des intervalles plus courts que dix ans se justifie surtout en sols neutres et acides.

Analyse de sol pour P, K, Mg

Méthodes d'analyse du sol

L'appréciation de l'état de fertilité d'un sol se fait par deux méthodes d'extraction différentes:

- à l'acétate d'ammonium + EDTA (AAE10)
- à l'eau (H₂O10)

Lorsque l'état de fertilité des sols est satisfaisant, le contrôle périodique n'intervient que tous les cinq à dix ans (tabl. 3). En cas de déséquilibre important, le délai doit être ramené à maximum cinq ans. Lorsque la première analyse indique une bonne corrélation entre les deux méthodes d'extraction (pas plus

Tableau 6. Barème d'appréciation des résultats d'analyse de sol pour P, K et Mg, selon la méthode d'extraction à l'acétate d'ammonium + EDTA (rapport 1:10) pour sol minéral (0 à 5% MO). Valeurs exprimées en mg par kg de terre sèche (d'après Bertschinger *et al.*, 2003).

Sol (% argile)	Appréciation	Facteurs correction	Éléments de réserve disponibles à long terme		
			P	K	Mg
< 10%	Pauvre	1,5	< 20		
	Médiocre	1,4-1,3	20-40	≤ 60	
	Satisfaisant	1,2-0,8	50-90	110-240	< 50-110
	Riche	0,7-0,1	95-125	270-405	120-230
	Très riche	0,0	≥ 130	≥ 420	≥ 250
10-30%	Pauvre	1,5	< 10		
	Médiocre	1,4-1,3	10-25	≤ 40	< 50
	Satisfaisant	1,2-0,8	40-80	80-200	50-200
	Riche	0,7-0,1	85-115	230-380	225-390
	Très riche	0,0	≥ 120	≥ 400	≥ 425
> 30%	Pauvre	1,5	< 10		< 60
	Médiocre	1,4-1,3	10-20	< 40	60-100
	Satisfaisant	1,2-0,8	30-70	40-170	140-300
	Riche	0,7-0,1	75-105	200-350	325-475
	Très riche	0,0	≥ 110	≥ 380	≥ 500

d'une classe de fertilité de différence), on peut en général renoncer à l'extrait à l'eau lors du contrôle périodique.

Extraction à l'acétate d'ammonium + EDTA

La méthode d'extraction à l'acétate d'ammonium + EDTA (AAE10) sert avant tout à déterminer les éléments de réserve disponibles à long terme. En culture biologique, sauf dans les cas graves de malnutrition des plantes, l'analyse de terre se limite à la détermination des éléments de réserve. Par contre, avec les sols possédant un pH supérieur à 7,6, l'extrait par AAE10 est difficile à interpréter; il est alors préférable de baser l'appréciation de la richesse du sol et du plan de fumure sur l'extrait à l'eau.

Extraction à l'eau

La méthode d'extraction à l'eau (H₂O10) est conseillée pour une première analyse, en cas de difficulté de nutrition des plantes ou pour des sols avec un pH supérieur à 7,6.

Etat de fertilité en P, K et Mg

Le barème d'appréciation des résultats d'analyses de sol pour P, K et Mg est établi à la fois en fonction de la teneur du sol en argile et du résultat d'analyse obtenu. La structure des tableaux 6 et 7 permet d'obtenir directement le facteur de correction de la norme pour la culture correspondante. L'appréciation de



l'état de fertilité est répartie en cinq classes, selon le facteur de correction obtenu.

Pour les cultures de plantes médicinales et aromatiques (dont les exigences sont similaires à celles de cultures annuelles comme les cultures maraîchères), le facteur de correction de la norme provenant de la réserve (AAE10) est pondéré une fois et celui de la fraction facilement disponible (H₂O10) deux fois (Ryser *et al.*, 1995).

Besoins et apport d'éléments nutritifs

P, K et Mg

La norme de fumure pour ces éléments correspond à la quantité de chaque élément qu'il faut apporter dans un sol

dont l'état de fertilité est satisfaisant. Le niveau de rendement des cultures considéré pour la définition de la norme est atteint dans la plupart des exploitations. Toutefois lorsque, dans certaines régions ou parcelles (zones limites pour les PAM, sol superficiel, pas d'irrigation, etc.), les rendements sont régulièrement inférieurs, les normes doivent être réduites de manière proportionnelle. A l'inverse, pour des rendements systématiquement plus élevés, les normes sont renforcées proportionnellement: par exemple, pour 10% de rendement en plus, la norme est majorée de 10%. Lorsqu'il s'agit de différences occasionnelles, il n'est pas nécessaire de les prendre en compte. Pour les cultures pluriannuelles, l'année de la mise en place des plantes, la norme de fumure doit être réduite en fonction du rendement estimé. En plus des adaptations en fonction du rendement, la norme peut être corrigée selon l'état de fertilité du sol (tabl. 6 et 7). L'objectif de la fumure en phosphore, potassium et magnésium est d'atteindre un niveau de fertilité du sol satisfaisant à long terme.

Il est possible d'apporter le phosphore en une fois pour trois à quatre ans, en particulier lorsque les quantités nécessaires sont faibles ou qu'elles sont apportées sous forme organique comme du fumier ou du compost. L'application du potassium et du magnésium se fait de préférence au printemps avant le début de végétation.

Tableau 7. Barème d'appréciation des résultats d'analyses de sol pour P, K, Mg, selon la méthode d'extraction à l'eau (rapport 1:10) pour sol minéral (0 à 5% MO). Valeurs exprimées en mg par kg de terre sèche (Bertschinger *et al.*, 2003).

Sol (% argile)	Appréciation	Facteurs correction	Éléments facilement disponibles (solubles à l'eau)		
			P	K	Mg
< 10%	Pauvre	1,5	< 4	< 10	< 4
	Médiocre	1,4-1,3	4-6	10-15	4-6
	Satisfaisant	1,2-0,8	8-12	20-40	8-15
	Riche	0,7-0,1	13-23	45-75	16-28
	Très riche	0,0	≥ 24	≥ 80	≥ 30
10-30%	Pauvre	1,5	< 2	< 10	< 5
	Médiocre	1,4-1,3	2-3	10-15	5-7
	Satisfaisant	1,2-0,8	4-8	20-40	10-25
	Riche	0,7-0,1	9-15	45-75	28-46
	Très riche	0,0	≥ 16	≥ 80	≥ 50
> 30%	Pauvre	1,5	< 1	< 5	< 8
	Médiocre	1,4-1,3	1-1,5	5-8	8-12
	Satisfaisant	1,2-0,8	2-4	10-20	15-30
	Riche	0,7-0,1	4,5-7,5	23-38	33-56
	Très riche	0,0	≥ 8	≥ 40	≥ 60

Tableau 8. Arrière-effet de l'azote lié au retournement de prairie, d'engrais verts et au travail du sol (ces valeurs sont sujettes à d'importantes fluctuations liées au site et aux conditions météorologiques) (adapté de Neuweiler *et al.*, 2006).

Source d'azote		Arrière-effet (kg/ha)	
Prairies (chaumes, après la fauche)	Prairies naturelles ou temporaires (trois ans et plus)	10-30	
	Prairies temporaires de deux ans	0-10	
	Prairies temporaires d'un an	0	
Engrais verts	Légumineuses, phacélie, colza, chou de Chine	30	
	Seigle, tournesol	20	
	Avoine, graminées	10	
Fourniture d'azote par la matière organique (MO) du sol: par travail du sol ou sarclage à partir du mois de mai (juin en zone de montagne), à condition que l'humidité et la structure du sol soient optimales		< 5% de MO	15
		5-12% de MO	20
		> 12% de MO	25

Azote

L'azote est un élément qui influence fortement la vigueur des plantes aromatiques et médicinales. Le manque d'azote réduit principalement la vigueur et la production des cultures. L'excès d'azote engendre surtout un problème environnemental par le lessivage important de cet élément et peut augmenter la sensibilité de la plante aux maladies et ravageurs. La norme azotée doit être corrigée selon le rendement estimé, de la même façon que celles de P, K et Mg. En cas de forts besoins en azote, l'apport doit impérativement être fractionné pour

éviter le lessivage, ce qui permet en outre d'améliorer son efficacité. Chaque apport ne doit pas dépasser 60 kg N/ha. Les épandages peuvent avoir lieu au printemps au départ de la végétation et après la première coupe en mai/juin; un troisième apport peut être prévu pour les cultures qui ont des besoins élevés en azote.

Sources d'éléments nutritifs

Azote du sol

D'un point de vue agronomique, la fourniture d'éléments nutritifs par le sol est surtout importante pour l'azote. La mise à disposition de l'azote pour les plantes par le sol dépend fortement du potentiel de minéralisation de la parcelle. Les principaux facteurs qui influencent la minéralisation sont la teneur en matière organique du sol, le précédent cultural et le travail du sol (tabl. 8).

Tableau 9. Restitution en phosphore, potassium et magnésium des résidus de récolte. Les cultures de plantes aromatiques et médicinales non mentionnées dans ce tableau ne donnent pas ou que très peu de résidus de récolte.

Culture	Résidus de récolte (t/ha)	Résidus de récolte (kg/ha)		
		P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Arnica feuilles*	1,0	11	52	5
Camomille feuilles*	3,0	16	44	4
Fenouil feuilles*	2,5	24	173	15
Guimauve feuilles	3,0	29	86	10
Pimprenelle feuilles*	3,5	53	212	14

*Selon Bomme et Nast (1998).

Résidus de récolte (P, K, Mg)

Pour planifier la fumure d'une culture, les résidus éventuels en phosphore, potasse et magnésium de la culture précédente doivent être pris en compte. Les cultures de plantes aromatiques et médicinales elles-mêmes laissent très peu de résidus de récolte (tabl. 9). Pour la plupart d'entre elles, toutes les parties aériennes sont récoltées.

Engrais de ferme

Dans la plupart des cas, les engrais de ferme de l'exploitation (purin et fumier) permettent de couvrir une bonne partie des besoins des cultures. L'efficacité et la gestion économique de la fumure imposent que toutes les exploitations qui ont du bétail utilisent judicieusement leurs engrais de ferme. Des valeurs indicatives sur leurs teneurs en éléments fertilisants peuvent aider l'agriculteur à apprécier quantitativement et qualitativement les engrais de ferme. Les *Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages* précisent les valeurs fertilisantes des engrais de ferme (Ryser *et al.*, 2001).

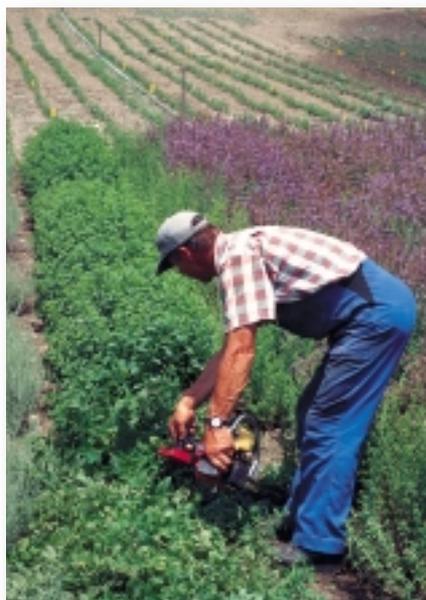
En culture de plantes aromatiques et médicinales, le fumier, le purin ou le lisier sont utilisés principalement avant la plantation pour des raisons d'hygiène alimentaire.

Engrais du commerce

En Suisse, la majorité des plantes médicinales et aromatiques sont cultivées selon les directives de l'agriculture biologique. Les engrais du commerce autorisés dans ce système de production figurent sur la *Liste des intrants* éditée chaque année par l'Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL).

Fumure en agriculture biologique

En principe, toutes les recommandations du présent document sont applicables à la culture biologique. Quelques particularités cependant peuvent être relevées dans l'utilisation des engrais en culture biologique. Le principe de base de ce système de production consiste à exploiter le sol avec ménagement et à y maintenir une activité biologique élevée. La stimulation de la vie du sol responsable de la transformation de l'azote doit résulter de l'augmentation de la part des légumineuses dans la rotation et de l'utilisation ciblée de compost et d'engrais de ferme. Par rapport à un labour, l'incorporation superficielle des engrais de ferme et des déchets de récolte favorise la minéralisation de l'azote et augmente son utilisation par la plante. Divers engrais du commerce sont autorisés pour les exploitations biologiques



(*Liste des intrants* du FiBL). Les directives spécifiques en matière de fumure en agriculture biologique figurent dans les différents cahiers des charges.

Fumure et environnement

Une fumure respectueuse de l'environnement garantit le maintien à long terme de la fertilité du sol, maîtrise les pertes évitables d'éléments fertilisants et contribue à ne pas charger les eaux de surface ou la nappe phréatique. Pour maintenir la fertilité du sol à long terme et réduire les charges sur l'environnement, le cycle des éléments nutritifs doit être fermé à l'échelle de l'exploitation, et ainsi le bilan équilibré. Il est conseillé de n'appliquer des engrais qu'après avoir contrôlé la fertilité du sol par une analyse de terre. Lorsqu'un apport est nécessaire, il faut tenir compte des besoins spécifiques et momentanés de la plante afin que ces éléments puissent être absorbés.

Il incombe à tous les agriculteurs d'arriver à programmer la fumure de leur domaine en fonction de ces données de base, avec leur expérience et l'aide de la vulgarisation, pour que la fertilisation soit appliquée au bon moment et qu'elle corresponde aux besoins des plantes.

Bibliographie

- Bertschinger L., Gysi C., Häseli A., Neuweiler R., Pfammatter W., Ryser J.-P., Schmid A. & Weibel F., 2003. Données de base pour la fumure en arboriculture fruitière. FAW Fascicule n° 15, ACW-Wädenswil, 48 p.
- Bomme U. & Nast D., 1998. Nährstoffzug und ordnungsgemässe Düngung im Feldbau von Heil- und Gewürzpflanzen. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen* 3, 82-90.
- Carlen C., Carron C.-A. & Rey C. (2003). La fertilisation en culture biologique: normes et choix des engrais. Actes du 5^e colloque Médipiant, Evolène, 63-67.
- Dachler M. & Pelzmann H., 1999. Arznei- und Gewürzpflanzen. Österreichischer Agrarverlag, Klosterneuburg, 353 p.
- Marquard R. & Kroth E., 2002. Anbau und Qualitätsanforderungen ausgewählter Arzneipflanzen II. Buchedition Agrimedia GmbH, Bergen/Dumme, 191 p.
- Neuweiler R., Gilli C., Freund M., Koch W., Wigger A., Koller M. & Moos D., 2006. Fumure. Manuel des légumes. Union maraîchère suisse, Berne, 71-96.
- Ryser J.-P., Walther U. & Flisch R., 2001. Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages. *Rev. suisse Agric.* 33 (3), 80 p.
- Ryser J.-P., Gysi Ch. & Heller W., 1995. Analyse de terre et interprétation en cultures spéciales. *Rev. suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 27 (4), 365-372.
- Spring J.-L., Ryser J.-P., Schwarz J.-J., Basler P., Bertschinger L. & Häseli A., 2003. Données de base pour la fumure en viticulture. *Rev. suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 35 (4), 24 p.