

# Conséquences physiologiques de l'effeuillage de la vigne – Revue de littérature

Thibaut VERDENAL, Vivian ZUFFEREY, Jean-Laurent SPRING et Olivier VIRET, Agroscope, 1009 Pully

Renseignements: Thibaut Verdenal, e-mail: thibaut.verdenal@agroscope.admin.ch, tél. +41 21 721 15 60, www.agroscope.ch



Cépage Doral effeuillé arrivant à maturité.

## Introduction

La pratique de l'effeuillage des vignes n'est pas récente puisque, en 1798 déjà, il était prescrit «d'ôter quelques feuilles à chaque cep: quand les vignes sont fortes, qu'elles poussent avec vigueur, et quand elles ont

beaucoup de raisins» (Reymondin 1798). Ces dernières années, l'effeuillage de la vigne suscite un regain d'intérêt depuis que son rôle ne se borne plus uniquement à réduire la croissance excessive des rameaux ou la densité du feuillage, mais qu'il est également considéré comme un outil pour ajuster la composition finale des raisins et améliorer le potentiel de qualité des vins. Par définition, l'effeuillage consiste à enlever un nombre variable de feuilles dans la zone des grappes sur des vignes à végétation abondante et entassée (Reynier 2005). Cette pratique culturale courante en Suisse s'effectue le plus souvent en été entre la nouaison et la véraison. Cependant, malgré cette large utilisation, notamment en fonction du terroir, du cépage et du millésime, les études menées à ce jour n'ont pas confirmé d'amélioration systématique de la composition des raisins ou de la qualité des vins (Guidoni *et al.* 2008; Price *et al.* 1995; Zoecklein *et al.* 1992). Par ailleurs, le choix entre effeuillage manuel et mécanique a été discuté par plusieurs auteurs auparavant (Percival *et al.* 1994; Intrieri *et al.* 2008) et ne sera pas présenté dans cet article. Cette revue de littérature vise à rassembler les connaissances actuelles sur les mécanismes physiologiques induits par l'effeuillage de la vigne et à faire le point sur les paramètres à prendre en compte pour améliorer la qualité des vins.

### Etat sanitaire amélioré

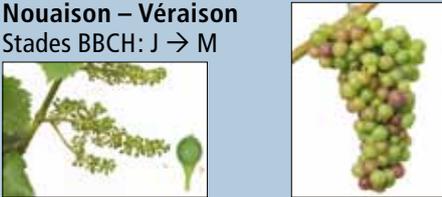
L'effeuillage limite efficacement l'incidence des principales maladies fongiques (pourriture grise, mildiou, oïdium), comme l'ont vérifié de nombreux auteurs (Zoecklein *et al.* 1992; Percival *et al.* 1994; Maigre 2004). Cela s'explique avant tout par un microclimat de la grappe qui leur est moins favorable (meilleure aération) et par une meilleure pénétration des produits phytosanitaires (Huglin et Schneider 1998). Grâce à un effeuillage précoce, les grappes sont mieux exposées aux traitements anti-botrytis habituellement réalisés au moment de la fermeture de la grappe. A l'inverse, un effeuillage quatre semaines après la véraison s'est avéré trop tardif pour limiter efficacement le développement de la pourriture (Smith *et al.* 1988).

### Choix de la période et de l'intensité

Le tableau 1 récapitule les différentes périodes d'effeuillage possibles. Le choix de la période doit se faire judicieusement en fonction des résultats escomptés. Un effeuillage précoce proche de la floraison aura des conséquences importantes sur la physiologie de la vigne, allant de la baisse du rendement à la modification de la composition du moût, comme il est dit plus loin. A l'inverse, un effeuillage tardif réalisé juste avant la récolte permettra uniquement un gain de temps à la vendange, estimé à 20 % à l'échelle de la parcelle (CIVC 2011). Enfin, un effeuillage après véraison peut être nuisible si le rapport feuille-fruit est insuffisant. En effet, la suppression de feuilles adultes en pleine activité photosynthétique diminue l'alimentation des inflorescences ou des grappes à une période parfois critique sur le plan physiologique. Ce manque est proportionnel au nombre de feuilles supprimées (Reynier 2005). Par conséquent, l'effeuillage doit être raisonné en fonction du cépage et de paramètres tels que la vigueur, le risque de coulure et le risque d'échaudage.

**Résumé** L'effeuillage de la vigne est une pratique courante dans les vignobles septentrionaux. Cette synthèse bibliographique tente de rassembler les connaissances actuelles sur cette technique culturale. Les différentes périodes d'effeuillage sont passées en revue. Les avantages liés à ce procédé (meilleur état sanitaire) et les risques qui en découlent (coulure, échaudage) sont également présentés. Une attention particulière est portée aux mécanismes physiologiques compensatoires de la vigne qui entrent en jeu après un effeuillage. Plus l'effeuillage est réalisé tôt dans la saison, plus les conséquences sur la physiologie de la vigne sont importantes. La relation entre l'effeuillage et la composition des moûts est discutée. L'effeuillage précoce avant la nouaison suscite actuellement un nouvel intérêt pour augmenter le potentiel qualitatif des vins en arômes et en polyphénols.

Tableau 1 | Périodes d'effeuillage et leurs conséquences

Période d'effeuillage	Etat sanitaire	Rendement	Gain de temps à la récolte	Qualité des moûts
<b>Boutons séparés – Nouaison</b> Stades BBCH: H → J 	++	--	+	- / +++ Selon le cépage et les conditions climatiques
<b>Nouaison – Véraison</b> Stades BBCH: J → M 	++	- / 0	+	- / + Selon le cépage et les conditions climatiques
<b>Après véraison</b> Stades BBCH: M → N 	+	0	+	- / 0 Le rapport feuille-fruit doit demeurer suffisant
<b>Juste avant la récolte</b> Stade BBCH: N 	0	0	++ Effeuilage ciblé sur les grappes	0

Effet très négatif (- -), négatif (-), neutre (0), positif (+), très positif (+ +).

### Risques de coulure et d'échaudage

Réalisé avant la nouaison, l'effeuillage a d'importantes conséquences sur la formation des grappes. Plusieurs auteurs (Coombe 1959; Ollat et Gaudillère 1998; Poni *et al.* 2005; Poni *et al.* 2008; Intrieri *et al.* 2008; Lohitnavy *et al.* 2010) ont montré les conséquences négatives de l'effeuillage précoce sur la nouaison. La disponibilité des ressources en glucides au moment de la floraison est en effet fondamentale pour la qualité de la nouaison. Un effeuillage partiel avant ou pendant la floraison réduit le nombre et la taille des baies nouées, augmentant ainsi le rapport pellicule-fruit (Intrieri *et al.* 2008). Le rendement en est alors grandement affecté. Les grappes, plus lâches, bénéficient toutefois d'une meilleure aération. En revanche, un effeuillage après la nouaison n'affecte que la taille des baies sans diminuer leur nombre (Harris 1968 *in*: Kliewer 1970). Maigre (2004) a aussi montré que le poids des grappes et des baies de Chasselas était plus faible chez les vignes effeuillées. Ces baies présentaient aussi des teintes plus dorées. Sur les cépages Thompson seedless et Cabernet franc, Kliewer (1970) et Hunter et Visser (1990) ont même démontré que plus l'effeuillage est précoce, plus le poids des baies diminue.

Selon la température et l'exposition au soleil, le risque d'échaudage peut également augmenter (Berg-

qvist *et al.* 2001) et nécessiter un effeuillage plus modéré ou sur un seul côté du rang. Dans les climats chauds en particulier, l'échaudage des grappes peut provoquer une mauvaise coloration des baies (Price *et al.* 1995). Cependant, les pellicules des raisins de vignes effeuillées avant la nouaison semblent plus résistantes et présentent moins de symptômes d'échaudage en fin de saison que celles de vignes effeuillées plus tardivement (Schildberger *et al.* 2011).

### Effets sur le développement de la vigne

Dans des essais sur Pinot noir (Fournioux 1997a), des vignes ont été effeuillées entièrement et les nouvelles feuilles enlevées au fur et à mesure de leur apparition. Cet effeuillage total et régulier de la vigne a entraîné une vitesse de croissance plus lente, des entre-nœuds plus courts, un mauvais aoûtement des pousses effeuillées et une réduction globale de la vigueur. Cela dit, les pousses effeuillées ont présenté une reprise de croissance plus lente pendant laquelle l'organogenèse foliaire s'est poursuivie. Au final, le nombre de feuilles formées était plus élevé sur les rameaux effeuillés, lorsque ceux-ci n'étaient pas rognés. Un effeuillage tardif, quant à lui, n'a pas suscité de reprise de croissance du bourgeon terminal. Dans d'autres essais avec effeuillage partiel, Fournioux a observé que la vitesse de croissance du rameau était favorisée par la présence de jeunes feuilles, tandis que les feuilles adultes induisaient plutôt un arrêt de croissance et influençaient l'aoûtement des rameaux. Kliewer et Fuller (1973) ont également constaté que les entre-nœuds étaient significativement plus courts dans les variantes effeuillées sévèrement. Champagnol (1984) confirme que le transport des produits de la photosynthèse par la sève élaborée (flux libérien) a une direction différente selon le point du rameau considéré et son âge. Ainsi, à la véraison, le flux libérien issu des jeunes feuilles continue de répondre aux besoins de croissance des rameaux, tandis que celui des feuilles adultes alimente plutôt les grappes.

Avant la nouaison, la demande des jeunes feuilles en carbone est forte et prioritaire par rapport à l'alimentation des fruits. Puis, à la véraison, ces tendances s'inversent (Coombe 1962). En d'autres termes, lors d'un effeuillage préfloral, le développement végétatif l'emporte sur le reproductif, alors que c'est l'inverse après la nouaison (Fournioux 1997b). Effeuiller la vigne trois ou quatre semaines après la véraison, lorsque les baies sont en pleine accumulation des sucres, peut ainsi constituer un grand stress au détriment de la maturation si le rapport feuille-fruit est insuffisant (Candolfi-Vasconcelos *et al.* 1994).



Chasselas effeuillé au stade fermeture de la grappe.

Par ailleurs, la fertilité des bourgeons n'a pas été pénalisée l'année suivante par l'effeuillage modéré de trois à quatre feuilles dans la zone des grappes (Kliewer et Smart 1989). Sanchez et Dokoozlian (2005) expliquent que l'effet négatif attendu sur l'initiation des bourgeons est entièrement compensé par l'amélioration du microclimat lumineux des bourgeons maintenus à la base des sarments lors de la taille pour la production de l'année suivante. Un effeuillage trop intensif sur le cépage Sultana a tout de même réduit la fertilité des bourgeons l'année suivante (May *et al.* 1969).

### Une forte capacité de compensation

Dans leur expérimentation sur Pinot noir, Candolfi-Vasconcelos *et al.* (1991) ont constaté que les feuilles principales compensent l'absence des entre-cœurs, d'une part en augmentant leur efficacité physiologique et d'autre part en retardant leur sénescence. Par ailleurs, Kliewer et Fuller (1973) indiquent que, quelle que soit la sévérité de l'effeuillage appliqué à la nouaison, le développement des entre-cœurs a considérablement augmenté. Or, les entre-cœurs deviennent organes-sources dès qu'ils ont deux feuilles adultes

(Hale et Weaver 1962 *in*: Kliewer 1970). Selon Poni *et al.* (2008), le rapport feuille-fruit final d'une vigne effeuillée précocement dépasse même celui d'une vigne non effeuillée, notamment grâce à la repousse des entre-cœurs et à la baisse du rendement par rameau. De plus, la réduction des échanges gazeux de la photosynthèse disparaît vingt jours après l'effeuillage.

La vigne a également la faculté de puiser des glucides dans ses réserves lorsque sa surface foliaire a été significativement réduite (Zufferey *et al.* 2012). Kliewer et Antcliff (1970) ont prouvé que jusqu'à 40 % des sucres accumulés dans les baies peuvent provenir des organes de réserve de la vigne (bois, racines). D'ailleurs, plusieurs auteurs (Kliewer et Fuller 1973; Hüelschäffer *et al.* 1993; Candolfi-Vasconcelos *et al.* 1994) ont pu mettre en évidence que l'effeuillage réduisait l'accumulation de la matière sèche dans les troncs, les racines et les rameaux, par la mesure des poids secs.

Sur Pinot noir, la suppression de la moitié des feuilles d'un cep influence plus le poids des raisins que leur état de maturité (Fournioux 1997c). Selon le même auteur, il existerait un «pool» métabolique des produits de photosynthèse accessibles à toutes les grappes, >



Effeuillage du Doral au stade boutons séparés.

quelle que soit leur position par rapport aux feuilles. Avant lui, May *et al.* (1969) affirmaient déjà que l'effeuillage de certains rameaux entraînait une baisse générale de ce «pool» métabolique, sans grandes différences entre les rameaux effeuillés ou non. Champañol (1984) compare ainsi les organes exportateurs et consommateurs à des vases communicants reliés par le flux libérien.

Marangoni *et al.* (1986) ont étudié les effets de l'effeuillage sur la composition de la sève brute (pleurs) sur Cabernet franc: les concentrations d'azote total et d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) dans la sève baissent significativement, tandis que la quantité de sève produite par jour, les concentrations de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), de potassium (K), de phosphore (P), de calcium (Ca), de magnésium (Mg) et le pH restent constants.

Précisons que toutes ces expérimentations ont été menées sur quelques millésimes. Les conséquences physiologiques de l'effeuillage devraient être suivies à

plus long terme pour voir si ces mécanismes de compensation peuvent se reproduire indéfiniment année après année.

#### Qualité des moûts

L'influence de l'effeuillage sur la qualité des moûts varie fortement, notamment selon le cépage et le terroir, mais aussi selon la période et l'intensité. Un effeuillage tardif n'a pas ou peu d'effet sur la composition finale du moût (Smith 1988; Zoecklein *et al.* 1992; Percival *et al.* 1994; Maigre 2004; Kemp *et al.* 2011). Néanmoins, selon de nombreux chercheurs (Smart 1985; Reynolds *et al.* 1986; Bledsoe *et al.* 1988; Kliewer et Smart 1989; Arnold et Bledsoe 1990; Ollat et Gaudillère 1998; Petrie *et al.* 2003; Poni *et al.* 2005; Tardaguila *et al.* 2010), un effeuillage raisonné avant la véraison et le changement du microclimat de la grappe qui en découle peuvent avoir les conséquences suivantes sur la composition du moût:



Merlot effeuillé au stade pleine fleur.

- une faible augmentation du taux de sucre
- une baisse de l'acidité totale, essentiellement due à la baisse de l'acide malique
- une légère baisse de l'acidité tartrique
- une baisse du pH, principalement due à la baisse du taux de potassium
- aucune variation du taux de calcium
- une augmentation de la concentration en anthocyanes
- une augmentation de l'indice de polyphénols totaux (IPT).

Smart (1985) explique que le taux de potassium des moûts est positivement associé à la forte densité foliaire et à la proportion de feuilles ombragées. Le pH étant avant tout lié au taux de potassium (Bledsoe *et al.* 1988), l'effeuillage induit par conséquent un taux de potassium et un pH plus faibles. Reynolds *et al.* (1986) expliquent que les fruits et les feuilles exposés à la lumière augmentent la synthèse et la translocation de l'acide tartrique vers les grappes, ce qui justifie sa faible variation. Enfin, Zoecklein *et al.* (1998) ont pu démontrer le lien entre l'effeuillage de la vigne et la hausse des précurseurs aromatiques en quantifiant les glycosyl-glucoses (GG). En plus des paramètres déjà mentionnés, les effets de l'effeuillage dépendent également du millésime: lors d'années moins favorables à la maturation du raisin, l'effeuillage peut significativement améliorer la qualité de la vendange, mais s'avérer moins indiqué dans des conditions plus chaudes (Guidoni *et al.* 2008): un ensoleillement important et de fortes températures peuvent en effet faire baisser la teneur en acides aminés et en azote assimilable des moûts lorsque la vigne est effeuillée (Bertamini et Malossini 1998) et entraîner une mauvaise coloration des baies (Price *et al.* 1995).

## Conclusions

- Facile à mettre en œuvre et sans répercussion sur l'environnement, l'effeuillage de la vigne améliore significativement l'état sanitaire de la vendange. L'intérêt porté aujourd'hui à cette pratique se justifie aussi dans la recherche de l'optimisation de la qualité des raisins et des vins.
- Cependant, les conséquences de l'effeuillage sur les mécanismes physiologiques de la vigne varient fortement selon son intensité, sa période de réalisation, mais aussi en fonction du terroir, du cépage et du millésime.
- L'effeuillage précoce (avant nouaison) apparaît particulièrement intéressant pour le potentiel qualitatif des vins. Toutefois, ses conséquences à long terme sur le vieillissement de la vigne sont encore mal connues. Il s'avère nécessaire d'étudier plus en détail les possibilités et les limites de cette pratique dans le contexte des vignobles septentrionaux.
- Agroscope suit actuellement plusieurs essais sur des cépages locaux dans les cantons de Vaud et du Tessin, dans le but d'évaluer l'intérêt qualitatif de l'effeuillage précoce.

### Qualité des vins

Peu d'études traitent des conséquences de l'effeuillage sur la qualité des vins et les résultats peuvent paraître contradictoires si leurs contextes respectifs ne sont pas pris en compte. Dans certains essais notamment sur vins blancs, les vignes effeuillées précocement ont donné des vins plus maigres, moins appréciés, présentant parfois même des arômes de vieillissement atypique (Schreieck *et al.* 2009). Zoecklein *et al.* (1998) confirment qu'une exposition excessive des raisins au soleil peut entraîner le développement d'arômes indésirables dans les vins. De leur côté, Smith *et al.* (1988) et Arnold et Bledsoe (1990) ont montré que l'effeuillage précoce sur Sauvignon blanc, Chardonnay et Cabernet sauvignon menait à une diminution des arômes végétaux (haricot, poivron vert), liée à la baisse du taux de pyrazine, et à une augmentation de certains précurseurs aromatiques (terpènes) et d'alcools en C6, ce qui a entraîné de meilleures appréciations lors de la dégustation. Zoecklein *et al.* (1998) ont fait des analyses plus approfondies des vins de Riesling. La concentration en monoterpènes (géraniol, nérol, linalol) et en alcools aromatiques (alcool benzyl, 2-phényléthanol) est significativement plus élevée lorsque les vignes sont effeuillées. Murisier et Ferretti (2004) indiquent aussi que les vins de Merlot issus de vignes effeuillées fin juillet ont été légèrement préférés à ceux de vignes-témoins non effeuillées, ce qui se justifie en partie par une meilleure intensité de la couleur liée à une plus forte concentration en anthocyanes. Au-delà de l'amélioration de l'intensité colorante, Tardaguila *et al.* (2008) insistent également sur la meilleure qualité et la persistance des tanins en bouche des vins issus de vignes effeuillées. Enfin, le millésime lui-même joue un rôle prépondérant sur les variations de teneurs en polyphénols (Kemp *et al.* 2011). ■

## Bibliographie

- Arnold R. A. & Bledsoe A. M., 1990. The effect of various leaf removal treatments on the aroma and flavour of Sauvignon blanc wine. *Am. J. Enol. Vitic.* **41**, 74–76.
- Bergqvist J., Dokoozlian N., Ebisuda N., 2001. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the central San Joaquin Valley of California. *Am. J. Enol. Vitic.* **52** (1), 1–7.
- Bertamini M. & Malossini U., 1998. Free amino acid levels of must: effect of canopy management and microclimatic conditions on vines. 10<sup>es</sup> journées du GESCO, Changins, Suisse, 144–149.
- Bledsoe A. M., Kliewer W. M. & Marois J. J., 1988. Effects of timing and severity of leaf removal on yield and fruit composition of Sauvignon blanc grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* **39** (1), 49–54.
- Candolfi-Vasconcelos M. C. & Koblet W., 1991. Influence of partial defoliation on gas exchange parameters and chlorophyll content of field-grown grapevines – Mechanisms and limitations of the compensation capacity. *Vitis* **30**, 129–141.
- Candolfi-Vasconcelos M. C., Candolfi M. P. et Koblet W., 1994. Translocation of carbon reserves from the woody storage tissues into the fruit as a response to defoliation stress during the ripening period in *Vitis vinifera*. *Planta*. **192**, 567–573.
- Champagnol F., 1984. *Éléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale*. Ed. Champagnol, 351 p.
- CIVC, 2011. *Viticulture durable en Champagne, guide pratique. Le Vigneron Champenois, hors-série*, Ed. CIVC, Epernay, 220 p.
- Coombe B. G., 1959. Fruit-set and development in seeded grape varieties as affected by defoliation, topping, girdling, and other treatments. *Am. J. Enol. Vitic.* **10**, 85–100.
- Coombe B. G., 1962. The effect of removing leaves, flowers and shoot tips on fruit set in *Vitis vinifera* L. *J. Hortic. Sci.* **37**, 1–15.
- Fournioux J. C., 1997a. Influences foliaires sur le développement végétatif de la vigne. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **31** (4), 165–183.
- Fournioux J. C., 1997b. Influences foliaires sur le développement et la maturation des grappes (1<sup>re</sup> partie). *Progrès agricole et viticole* **114** (17), 359–372.
- Fournioux J. C., 1997c. Influences foliaires sur le développement et la maturation des grappes (suite et fin). *Progrès agricole et viticole* **114** (18), 387–395.
- Guidoni S., Oggero G., Cravero S., Rabino M., Cravero M. & Balsari P., 2008. Manual and mechanical leaf removal in the bunch zone (*Vitis vinifera* L., cv. Barbera): Effects on berry composition, health, yield and wine quality, in a warm temperature area. *J. int. Sci. Vigne Vin* **42** (1), 49–58.
- Hügelschäfer P., Bettner W. & Kiefer W., 1993. Influence of leaf number of main shoots on the quality of White Riesling grapes. *Vitic. enol. Sci.* **48**, 121–123.
- Huglin P. & Schneider C., 1998. *Biologie et écologie de la vigne*, 2<sup>e</sup> édition. Ed. Tec & Doc., Paris, 370 p.
- Hunter J. J. & Visser J. H., 1990. The effect of partial defoliation on growth characteristics of *Vitis vinifera* Cab. Sauv. II. Reproductive growth. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* **11** (1), 26–32.
- Intrieri C., Filippetti I., Allegro G., Centinari M. & Poni S., 2008. Early defoliation (hand vs mechanical) for improved crop control and grape composition in Sangiovese. *Austr. J. Grape Wine Res.* **14**, 25–32.
- Kemp B. S., Harrison R. & Creasy G. L., 2011. Effect of mechanical leaf removal and its timing on flavan-3-ol composition and concentrations in *Vitis vinifera* L. cv. Pinot Noir wine. *Aust. J. Grape Wine Res.* **17** (2), 270–279.
- Kliewer W. M. & Smart R. E., 1989. Canopy manipulation for optimizing vine microclimate, crop yield and composition of grapes. In: Wright C. J. Manipulation of fruiting. Ed. Butterworths, London, 275–292.
- Kliewer W. M., 1970. Effect of time and severity of defoliation on growth and composition of Thompson seedless grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* **21**, 37–47.
- Kliewer W. M. & Antcliff A. J., 1970. Influence of defoliation, leaf darkening and cluster shading on the growth and composition of Sultana grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* **21**, 26–36.
- Kliewer W. M. & Fuller R. D., 1973. Effect of time and severity of defoliation on growth of roots, trunk, and shoots of Thompson seedless grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* **24**, 59–64.
- Lohitnavy N., Bastian S. & Collins C., 2010. Early leaf removal increases flower abscission in *Vitis vinifera* Semillon. *Vitis* **49** (2), 51–53.
- Maigre D., 2004. Défeuillage et éclaircissement des grappes en viticulture. Essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. I. Influence sur le microclimat des grappes. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **36** (3), 165–172.
- Maigre D., 2004. Défeuillage et éclaircissement des grappes en viticulture. Essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. II. Influence sur la qualité du raisin et du vin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **36** (4), 223–229.
- Marangoni B., Vitagliano C. & Peterlunger E., 1986. The effect of defoliation on the composition of xylem sap from Cab. Franc grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* **37**, 259–262.
- May P., Shaulis N. J. & Antcliff A. J., 1969. The effect of controlled defoliation in the Sultana vine. *Am. J. Enol. Vitic.* **20**, 237–250.
- Murisier F. & Ferretti M., 2004. Essai de défeuillage de la zone des grappes sur Merlot au Tessin. Effets sur la qualité des raisins et des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **36** (6), 355–359.
- Ollat N. & Gaudillère J. P., 1998. The effect of limiting leaf area during stage I of berry growth on development and composition of berries of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* **49**, 251–258.
- Petrie P. R., Trought M. C. T., Howell G. S. & Buchan G. D., 2003. The effect of leaf removal and canopy height on whole-vine gas exchange and fruit development of Sauv. Blanc. *Func. Plant. Biol.* **30**, 711–717.
- Percival D. C., Fisher K. H., & Sullivan J. A., 1994. Use of fruit zone LR with Riesling grapevines. II. Effect on fruit composition, yield, and occurrence of bunch rot. *Am. J. Enol. Vitic.* **45**, 133–139.
- Poni S., Bernizzoni F. & Briola G., 2005. Effects of early LR on cluster morphology, shoot efficiency, and grape quality in two *Vitis vinifera* cultivars. Proceedings of the 7th international symposium on grapevine, 217–225.
- Poni S., Casalini L., Bernizzoni F., Civardi S. & Intrieri C., 2006. Effects of early defoliation on shoot photosynthesis, yield components, and grape composition. *Am. J. Enol. Vitic.* **57** (4), 397–407.
- Poni S., Bernizzoni F., Civardi S. & Libelli N., 2008. Effects of pre-bloom LR on growth of berry tissues and must composition in two red *Vitis vinifera* L. cultivars (IT). *Austr. J. Grape and Wine Res.* **15**, 185–193.
- Price S. F., Breen P. J., Valaladao M. & Watson B. T., 1995. Cluster sun exposure and quercetin in grapes and wine. *Am. J. Enol. Vitic.* **46**, 187–194.
- Raymondin P. F., 1798. *L'art du vigneron*. Impr. aux dépens de l'auteur, Lausanne, 405 p.
- Reynier A., 2005. *Manuel de viticulture*. 9<sup>e</sup> édition. Ed. Tec & Doc., Paris, 550 p.
- Reynolds A. G., Pool R. M. & Mattick L. R., 1986. Influence of cluster exposure on fruit composition and wine quality of Seyval Blanc grapes. *Vitis* **25**, 85–95.
- Sanchez L. A. & Dokoozlian N. K., 2005. Bud microclimate and fruitfulness in *Vitis vinifera* L. *Am. J. Enol. Vitic.* **56** (4), 319–329.
- Schildberger B. & Kaltenbrunner J., 2011. Sonnenbrand an Weintrauben: Frühe Entblätterung für bessere Trauben. *Der Winzer* **67** (6), 6–7.
- Schrieck P., Volker J., Boos M., Ludewig B. & Littek T., 2009. Wann und wie stark entblättern? *Der Badische Winzer* **juin 2009**, 25–29.
- Smart R. E., 1985. Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. I. Definition of canopy microclimate. *Vitis* **24**, 17–31.
- Smart R. E., 1985. Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. II. Effects on must and wine composition. *Vitis* **24**, 119–128.
- Smart R. E., 1987. Influence of light on composition and quality of grapes. *Acta Hortic.* **206**, 37–43.

**Summary**

**Physiological consequences of vine defoliation – a review of literature**

Leaf removal is a common practice in northern vineyards. This review of literature aims at gathering the knowledge about this cultivation technique. The different defoliation periods are reviewed. Risks (flower abortion, sun burn) and advantages (rot control) of this process are also presented giving a particular attention to the compensatory physiological mechanisms following vine defoliation. Earlier is defoliation realized, more significant will be the consequences on the vine physiology. The link between defoliation and must quality is discussed. There is an actual revival of interest in early defoliation before berry set as a way to increase the quality potential of wines in terms of aromas and polyphenols.

**Key words:** grapevine, defoliation, physiology, wine quality.

**Zusammenfassung**

**Physiologischen Auswirkungen vom Entblättern der Reben – ein Literaturverzeichnis**

Das Entblättern der Traubenzone ist in den nördlichen Weinbaugebieten eine häufig angewendete Massnahme zur Qualitätsteigerung. Die vorliegende Literaturzusammenfassung gibt einen Überblick über den Stand der Kenntnisse auf diesem Gebiet. Der Zeitpunkt des Auslaubens sowie deren Auswirkungen auf Verrieselung, Sonnenbrand- und Fäulnisrisiko werden besprochen. Ebenso wird aufgezeigt, welche physiologischen Auswirkungen das Entblättern auf die Rebe hat. Je früher das Auslauben vorgenommen wird, umso stärker wirkt sich dies auf die physiologischen Vorgänge in der Rebe aus. Der Zusammenhang zwischen frühem Auslauben und dem Einfluss auf die Mostzusammensetzung wird diskutiert. Das frühe Auslauben zum Zeitpunkt des beginnenden Beerenzwachstums (Stad. 71) steht zur Zeit im Zentrum des Interesses. Man erhofft sich davon positive Auswirkungen auf die Aroma- und Polyphenolbildung.

**Riassunto**

**Conseguenze fisiologiche della sfogliatura della vite: rassegna della letteratura**

La sfogliatura della vite è una pratica corrente nei vigneti settentrionali. Questa sintesi bibliografica mira a riassumere le attuali conoscenze su questa tecnica colturale, passando in rassegna i diversi periodi di sfogliatura. Sono pure presentati i vantaggi legati a questo procedimento (migliore stato sanitario) e i rischi che ne derivano (colatura e avvizzimento). Un'attenzione particolare è dedicata ai meccanismi fisiologici compensatori della vite che entrano in gioco in seguito a una sfogliatura. Più la sfogliatura è realizzata presto nella stagione, più importanti sono le conseguenze sulla fisiologia della vite. La correlazione tra la sfogliatura e la composizione dei mosti è discussa. La sfogliatura precoce prima dell'allegagione conosce attualmente una recrudescenza al fine di aumentare il potenziale qualitativo dei vini in aromi e in polifenoli.

- Smith S., Codrington I. C., Robertson M. & Smart R. E., 1988. Viticultural and oenological implications of leaf removal in NZ vineyards. Proceedings of the second international cool climate viticulture and oenology symposium, January, 1988, Auckland, New Zealand, 127–133.
- Tardaguila J., Diago M. P., Martinez de Toda F., Poni S. & Vilanova M., 2008. Effects of timing of leaf removal on yield, berry maturity, wine composition and sensory properties of Grenache, grown under non irrigated conditions. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 42 (4), 221–229.
- Tardaguila J., Martinez de Toda F., Poni S. & Diago M. P., 2010. Impact of early leaf removal on yield, berry maturity and wine composition of *Vitis vinifera* L. Graciano and Carignan. *Am. J. Enol. Vitic.* 61, 372–381.
- Zoecklein B. W., Wolf T. K., Duncan N. W., Judge J. M. & Cook K., 1992. Effects of fruit zone LR on yield, fruit composition, and fruit rot incidence of Chardonnay and white Riesling grapes (Virginia). *Am. J. Enol. Vitic.* 43 (2), 139–148.
- Zoecklein B. W., Wolf T. K., Marcy J. E. & Jasinski Y., 1998. Effect of fruit zone leaf thinning on total glycosides and selected aglycone concentrations of Riesling grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 49 (1), 35–43
- Zufferey V., Murisier F., Vivin P., Belcher S., Lorenzini F., Spring J. L. & Viret O., 2012. Réserves glucidiques de la vigne (cv. Chasselas): influence du rapport feuille-fruit. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 44 (4), 216–224.