

# Période et intensité de l'effeuillage de la vigne: bilan sur cinq cépages en Suisse

Thibaut VERDENAL<sup>1</sup>, Vivian ZUFFEREY<sup>1</sup>, Gilles BOURDIN<sup>2</sup>, Ágnes DIENES-NAGY<sup>2</sup>, Katia GINDRO<sup>2</sup>, Olivier VIRET<sup>3</sup> et Jean-Laurent SPRING<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche Agroscope de Pully, 1009 Pully

<sup>2</sup> Centre de recherche Agroscope de Changins, 1260 Nyon

<sup>3</sup> Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires, 1110 Morges

Renseignements: Thibaut Verdenal, tél. +41 58 468 65 61, e-mail: thibaut.verdenal@agroscope.admin.ch, www.agroscope.ch

**Cet article est adapté de:** Verdenal Thibaut, Zufferey Vivian, Dienes-Nagy Ágnes, Bourdin Gilles, Gindro Katia, Viret Oliver et Spring Jean-Laurent, 2019.

Timing and Intensity of Grapevine Defoliation: An extensive overview on five cultivars in Switzerland. *American Journal of Enology and Viticulture* 70 (4), 427–434.



Essai sur Gamay à Agroscope, à Changins.

## Introduction

L'effeuillage de la vigne dans la zone des grappes est une pratique courante et est généralement effectué entre la nouaison et la fermeture des grappes, afin de créer un microclimat défavorable aux maladies fongiques telles que *Botrytis cinerea* (pourriture grise) et *Erysiphe necator* (oïdium) (Sternad Lemut *et al.* 2015). Dans certains cas, il permet également d'améliorer la maturation du raisin par une meilleure exposition au soleil. Lorsqu'il est effectué après nouaison (c'est-à-dire après formation des baies), l'effeuillage n'affecte pas le rendement (Feng *et al.* 2015). À l'inverse, l'effeuillage pré-nouaison affecte le rendement (Basile *et al.* 2015) et modifie considérablement la structure et la composition des baies (sucres, acidité et polyphénols) (Palliotti *et al.* 2012; Komm & Moyer 2015).

L'effeuillage pré-nouaison présente des risques par l'induction d'une forte compétition pour les ressources entre les organes végétatifs et reproducteurs, suite à la réduction de la surface foliaire. La majeure partie du feuillage photosynthétiquement actif est enlevée à un moment où les inflorescences ont des besoins élevés en carbone et azote, obligeant la vigne à puiser davantage dans ses réserves dans le bois et les racines (Vaillant-Gaveau *et al.* 2011). Cette pratique affecte fortement la nouaison et le nombre de baies par grappe, avec des chutes de rendement pouvant atteindre 45% selon le contexte et l'intensité de l'effeuillage (Intrigliolo *et al.* 2014). Dans certaines situations, l'effeuillage pré-nouaison peut avoir des arrière-effets l'année suivante: une moindre vigueur peut être constatée, ainsi qu'une baisse de fertilité (Uriarte *et al.* 2012; Risco *et al.* 2014).

L'effeuillage pré-nouaison peut avoir un effet considérable sur la composition du moût. La maturité des raisins est parfois améliorée par rapport à celle d'une vigne non effeuillée, notamment en termes de concentration des sucres totaux et des composés phénoliques (Palliotti *et al.* 2012; Sternad Lemut *et al.* 2013), améliorant ainsi l'intensité de la couleur et la stabilité des vins rouges. Enfin, la concentration de composés volatils peut aussi augmenter dans certains cas, avec des conséquences positives sur la qualité des arômes du vin (Vilanova *et al.* 2012).

L'effeuillage pré-nouaison est une technique prometteuse dans les conditions tempérées de la Suisse. Cependant, son impact sur le rendement et la composition des raisins semble être imprévisible en fonction de nombreux facteurs biotiques et abiotiques, par exemple le type de cultivar, les conditions climatiques, la période et l'intensité de l'effeuillage. Compte tenu de l'hétérogénéité des résultats susmentionnés et du risque de perte de rendement excessive résultant

de l'effeuillage pré-nouaison, Agroscope a mis en place cinq essais agronomiques sur les cépages Chasselas, Doral, Pinot noir, Merlot et Gamay. Des résultats ont déjà été publiés séparément sur les quatre premiers cépages (Verdenal *et al.* 2016, 2017, 2018, 2019). Le présent article est un bilan de ces cinq essais. Ces expériences étaient nécessaires pour étudier les effets de l'effeuillage pré-nouaison dans les conditions du vignoble suisse, en comparaison avec d'autres périodes et intensités d'effeuillage. Une attention particulière a été accordée aux effets sur la réduction du rendement et la composition du moût et du vin.

## Matériel et méthodes

### Dispositif expérimental

Cinq essais (sur cinq cépages) ont été menés entre 2010 et 2016 dans trois vignobles expérimentaux d'Agroscope, dans les cantons de Vaud et du Tessin (Changins, Pully et Gudo). Les cinq parcelles expérimentales sont décrites dans le tableau 1.

Les essais ont été conçus de manière semblable avec cinq variantes d'effeuillage – 10 à 15 vignes chacune – répétées quatre fois dans des blocs homogènes randomisés. Les effeuillages consistaient à enlever les feuilles principales et les entre-cœurs du bas de chaque rameau sur une hauteur de 6 feuilles, à trois stades phénologiques différents:

- 1) variante témoin non effeuillée;
- 2) effeuillage à la fermeture de grappe (stade J selon l'échelle phénologique de Baggioolini), intensité 100% de la zone des grappes;
- 3) effeuillage à la floraison (stade I), 100%;
- 4) effeuillage au stade boutons séparés (stade H), 100%;
- 5) effeuillage au stade boutons séparés (stade H), 50% (variante uniquement sur Chasselas).

**Résumé** Pourquoi effeuiller la vigne? A quelle période? Avec quelle intensité? Et quels sont les risques encourus? Ces questions récurrentes sont posées chaque année dès le début de la saison végétative de la vigne, alors que le feuillage se développe, parfois même avec vigueur. La pratique d'un effeuillage pré-nouaison est une technique prophylactique intéressante pour limiter le rendement, augmenter la résistance aux maladies fongiques et modifier le profil organoleptique des vins, mais elle peut également présenter des risques. Cet article propose un tour d'horizon des connaissances actuelles sur l'effeuillage de la vigne et fait le bilan de cinq essais viticoles conduits dans les vignobles expérimentaux d'Agroscope en Suisse. Les cépages Pinot noir, Merlot, Gamay, Chasselas et Doral ont été effeuillés à différents stades phénologiques et à différentes intensités, en vue d'apporter des réponses aux vignerons.

### Mesures à la vigne

Le développement phénologique des vignes a été contrôlé à la floraison et à la véraison et exprimé en pourcentage d'inflorescences ou de grappes ayant atteint le stade phénologique au moment de l'observation. Le développement des grappes a été suivi (fertilité, poids de grappe et de baie, rendement à la vendange). Le rendement potentiel avant dégrappage (c'est-à-dire avant les vendanges en vert) a été estimé en juillet (avant fermeture des grappes) à partir d'un échantillon de 50 baies et de 10 grappes par répétition. ➤

**Tableau 1** | Description des cinq parcelles expérimentales. Données météorologiques de [www.meteosuisse.ch](http://www.meteosuisse.ch). Profils et capacités hydriques des sols estimés de Changins et Pully par la HES Changins (Nyon, CH).

Variante	Vignoble	Type de sol et réserve utile en eau	Température – Précipitations (moyenne 1981–2010)	Plantation	Densité (vignes/ha)	Porte-greffe	Taille	Période de l'essai
Chasselas	Pully (VD)	Moraine 230 mm	11,0°C 1138 mm	2007	5880	3309 C	Single Guyot	2011–2016
Pinot noir				1991	5880	3309 C	Cordon Royat	2010–2015
Doral	Changins (VD)	Moraine compacte 180 mm	10,4 °C 999 mm	2003	5880	3309 C	Single Guyot	2011–2015
Gamay				2007	5880	3309 C	Single Guyot	2010–2016
Merlot	Gudo (TI) en terrasses	Eboulis granitique < 150 mm	12,4 °C 1559 mm	2006	5200	3309 C	Single Guyot	2011–2016

Après estimation, les rendements ont été régulés (objectif 1,0 kg/m<sup>2</sup>) afin d'obtenir des résultats de vendanges et de vinifications comparables. Des échantillons de 300 baies ont été prélevés à la vendange pour analyses ultérieures. Le rapport feuille/fruit a été calculé et exprimé en mètre carré de surface foliaire exposée par kilogramme de vendange. Dans le cas de millerandage, d'échaudage ou d'une attaque fongique, le pourcentage de symptômes a été estimé sur 25 grappes par répétition.

### Microscopie

En 2013 et 2015, l'épaisseur des pellicules a été observée au microscope électronique par le laboratoire de mycologie d'Agroscope à Changins, sur des échantillons de grappes de Chasselas et de Pinot noir récoltés aux vendanges.

### Vinifications

Chaque année, les variantes ont été vendangées le même jour pour chaque cépage. Environ 50 kg de vendange ont été vinifiés par variante selon le protocole standard de la cave d'Agroscope à Changins, puis mis en bouteille dans les six mois. Tous les vins ont ensuite été décrits par le panel d'analyse sensorielle d'Agroscope selon des critères de dégustation prédéfinis.

### Analyses des moûts et des vins

Au laboratoire d'analyse des vins d'Agroscope à Changins, l'analyse des moûts et des vins a été réalisée au spectrophotomètre infrarouge (FOSS WineScan): sucres, acidité totale (équivalent acide tartrique), acides tartrique et malique, pH, azote assimilable. La concentration en polyphénols des vins a été mesurée par absorbance (indice polyphénols totaux). Les couleurs ont été décrites à l'aide de l'espace de couleur CIE L\*a\*b\* conforme à la perception des écarts de couleur par l'œil humain.

## Résultats

Les tableaux 2 et 3 présentent la synthèse des résultats par cépage, de la vigne au vin. L'effeuillage pré-nouaison (variantes effeuillées aux stades floraison et boutons séparés) a engendré des pertes de rendement avec des tendances similaires pour tous les cépages. La baisse de rendement a été proportionnelle au rendement naturel de la vigne, qui a lui-même fluctué en fonction du millésime et du cépage. Dans le cas du Chasselas, l'estimation de rendement en juillet (avant dégrappage) a montré une perte moyenne de 40% lors d'un effeuillage intensif (100% de la zone des grappes) au stade boutons séparés (tab. 2). Les grappes étaient

globalement plus petites (-30% en poids) et contenaient moins de baies (-36%). L'effeuillage d'intensité moyenne au stade boutons séparés (50%) a limité la baisse de rendement, avec une perte moindre de 18% par rapport à un effeuillage plus intense au même moment. Une baisse de rendement de 24% a été observée lors d'un effeuillage à la floraison et aucune perte significative n'a eu lieu lors d'un effeuillage à la fermeture des grappes. Les travaux de vendange en vert ont été réduits en conséquence. L'objectif de rendement de 1,0 kg/m<sup>2</sup> n'a pas été atteint certaines années dans les variantes effeuillées avant nouaison.

Le développement phénologique des vignes dans les variantes effeuillées pré-nouaison a été plus avancées que dans le témoin, comme le montrent les observations faites à la floraison et à la véraison (tab. 2 et 3): en moyenne pour le Pinot noir, 72% de la floraison était achevée au moment de l'observation, contre seulement 57% dans les trois autres traitements. Cela dit, les différences en termes de maturité des raisins à la vendange ont été négligeables. Une légère baisse de fertilité des bourgeons et de vigueur (représentée par le poids de rognage annuel) a été observée sur Chasselas et Gamay, sans compromettre la pérennité de la vigne. L'effeuillage pré-nouaison a réduit les symptômes de millerandage sur Pinot noir en 2013, ainsi que les symptômes d'échaudage sur Gamay en 2012, par rapport à un effeuillage plus tardif (tab. 3). La présence de pourriture grise sur grappes en 2013 sur Chasselas et Merlot, et en 2012 sur Pinot noir, a confirmé l'efficacité de l'effeuillage contre *Botrytis cinerea*: la résistance était clairement liée à l'intensité de l'effeuillage – qui crée un microclimat défavorable à l'inoculation du champignon – plutôt qu'à sa précocité dans la saison. L'effeuillage a également été efficace contre la pourriture acide sur Merlot en 2014. La période d'effeuillage a eu une incidence sur l'épaisseur de la pellicule des baies: sur Chasselas, le témoin non effeuillé a eu les pellicules les plus minces, suivi de l'effeuillage à la fermeture des grappes, puis de l'effeuillage avant fleur (tab. 2). Des résultats similaires ont été obtenus sur Pinot noir (tab. 3).

Le rapport feuille/fruit était proche de 1,0 m<sup>2</sup>/kg en moyenne pour les cinq cépages. Il a été régulièrement plus faible dans la variante effeuillée à la fermeture des grappes et a pu être limitant certaines années en termes d'accumulation des sucres dans les raisins, notamment pour le Chasselas et le Merlot. L'effeuillage à la floraison a entraîné une baisse d'acide malique et d'azote assimilable dans le moût, avec des variations plus ou moins marquées en fonction du cépage. Pour les cépages rouges, l'acidité des moûts (totale, tartrique et

**Tableau 2 | Mesures au vignoble, composition des moûts à la vendange, analyses chimique et sensorielle des vins pour les cépages Doral et Chasselas. Moyennes des millésimes. Pour chaque cépage, les nombres d'une même ligne suivis de lettres différentes sont significativement différents (test Newman-Keuls, P < 0,05). Les résultats de l'analyse sensorielle sont des notes sur une échelle de 1 à 7.**

Cépages		Doral				Chasselas				Chasselas		
Variantes d'effeuillage	Période d'effeuillage	Période d'effeuillage				Période d'effeuillage				Intensité d'effeuillage		
		Pas d'effeuillage	Fermeture de grappe	Floraison	Boutons séparés	Pas d'effeuillage	Fermeture de grappe	Floraison	Boutons séparés	Pas d'effeuillage	50% zone des grappes	100% zone des grappes
Floraison (%)		49 b	48 b	52 b	58 a	53 a	48 ab	53 a	43 b	53 a	49 a	43 b
Véraison (%)		36 c	37 c	41 b	43 a	-	-	-	-	-	-	-
Azote foliaire (% matière sèche)		2,5 b	2,5 b	2,5 b	2,6 a	1,6	1,6	1,7	1,8	1,6 b	1,6 b	1,8 a
Potassium foliaire (% matière sèche)		1,1	1,1	1,2	1,2	1,3 a	1,0 b	1,0 b	1,0 b	1,3 a	1,2 b	1,0 c
Poids de rognage (g/cep)		198	182	193	200	682 a	600 b	567 b	546 b	682 a	613 ab	546 b
Poids bois de taille (g/m)		51	52	50	51	64 a	62 a	56 b	54 b	64 a	57 ab	54 b
Surface foliaire exposée (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> sol)		1,1 a	0,8 b	0,9 b	0,9 b	1,3 a	1,0 b	1,0 b	1,0 b	1,3 a	1,2 b	1,0 c
Fertilité des bourgeons (grappes/rameau)		1,8	1,8	1,8	1,7	1,9 a	1,9 ab	1,9 ab	1,8 b	1,9 a	1,9 b	1,8 b
Poids grappe à la vendange (g)		195 a	183 a	143 b	130 b	399 a	402 a	338 ab	265 b	399 a	374 a	265 b
Nombre baies par grappes		149 a	147 a	129 ab	105 b	210 a	201 a	160 b	124 c	210 a	182 a	124 b
Poids baie à la vendange (g)		1,5 ab	1,5 a	1,4 b	1,4 b	3,0	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	2,9
Épaisseur pellicule des baies (µm)		-	-	-	-	119 c	138 b	-	179 a	119 b	-	179 a
Dégrappage (grappes coupées par cep)		3,0 a	3,0 a	1,6 ab	0,4 b	8,8 a	8,3 a	7,3 b	5,5 c	8,8 a	7,7 b	5,5 c
Rapport feuille-fruit (m <sup>2</sup> /kg)		1,4 a	1,1 b	1,2 ab	1,4 a	1,2	0,9	0,9	1,0	1,2	1,0	1,0
Estimation rendement en juillet (kg/m <sup>2</sup> )		1,5 a	1,6 a	1,3 ab	1,1 b	4,1 a	3,8 a	3,1 b	2,4 c	4,1 a	3,4 b	2,4 c
Rendement réel à la vendange (kg/m <sup>2</sup> )		0,8 a	0,8 a	0,7 ab	0,7 b	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1
<i>Botrytis cinerea</i> en 2013 (% symptomes)		-	-	-	-	11 a	4 b	4 b	4 b	11 a	7 ab	4 b
Sucres solubles (°Brix)		22,0	21,8	22,2	22,2	18,2 a	17,9 ab	17,8 b	18,0 ab	18,2	18,2	18
Acidité totale (g/L ac, tart.)		9,0	8,9	9,0	9,0	7,0	7,0	7,2	7,0	7,0	6,9	7,0
Acide tartrique (g/L)		8,1	8,2	8,3	8,1	5,8	5,9	5,9	5,8	5,8	5,8	5,8
Acid malique (g/L)		2,9 a	2,7 bc	2,6 c	2,8 ab	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,3	3,5
pH		3,1	3,1	3,1	3,1	3,30 ab	3,30 ab	3,27 b	3,31 a	3,3	3,3	3,3
Azote assimilable (mg N/L)		188 a	186 a	173 b	184 a	181	188	174	189	181	171	189
Clarté L*		98	98	98	98	99	99	99	99	99	99	99
Couleur a* (axe vert-rouge)		-2	-2	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Couleur b* (axe bleu-jaune)		10	10	9	10	4 b	5 a	4 b	4 b	4	4	4
Intensité couleur		4,6	4,6	4,6	4,6	3,7	3,8	3,8	3,8	3,9	3,8	3,9
Fruité		4,2	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,3	4,2
Herbacé		1,9	1,9	1,8	1,8	2,0	2,0	2,1	2,0	2,0	1,9	2,0
Qualité du bouquet		4,1	4,1	4,1	4,1	3,9	4,0	3,9	4,0	4,1	4,2	4,2
Acidité		4,3	4,2	4,3	4,3	4,1 b	4,1 b	4,3 a	4,2 b	4,2	4,2	4,3
Amertume		2,5	2,6	2,6	2,6	2,5	2,4	2,4	2,5	2,2	2,3	2,5
Impression générale		4,1	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,8	3,9	4,1	4,1	4,0

malique) a été généralement plus élevée dans les témoins non effeuillés. En termes de dégustation, les différences entre variantes ont été plus marquées sur vins rouges, surtout sur Pinot noir. Les vins rouges ont montré des différences remarquables en termes de couleur et de concentrations en polyphénols (notamment anthocyanes), l'effeuillage avant fleur donnant les vins les

plus concentrés. Bien que les différences n'aient pas été significatives chaque année, les vins issus de la variante non effeuillée ont été souvent dépréciés, avec des couleurs moins intenses, des arômes plus végétaux et une acidité plus marquée que les variantes effeuillées. L'effeuillage pré-nouaison n'a pas présenté d'intérêt pour la qualité des vins blancs.



**Tableau 3 | Mesures au vignoble, composition des moûts à la vendange, analyses chimique et sensorielle des vins pour les cépages Doral et Chasselas. Moyennes des millésimes. Pour chaque cépage, les nombres d'une même ligne suivis de lettres différentes sont significativement différents (test Newman-Keuls, P < 0,05). Les résultats de l'analyse sensorielle sont des notes sur une échelle de 1 à 7.**

Cépages	Pinot noir				Gamay				Merlot			
	Période d'effeuillage				Période d'effeuillage				Période d'effeuillage			
Variantes d'effeuillage	Pas d'effeuillage	Fermeture de grappe	Floraison	Boutons séparés	Pas d'effeuillage	Fermeture de grappe	Floraison	Boutons séparés	Pas d'effeuillage	Fermeture de grappe	Floraison	Boutons séparés
Floraison (%)	58 b	58 b	56 b	72 a	53 b	52 b	55 b	62 a	50	47	47	48
Véraison (%)	51 a	40 b	44 ab	52 a	45 a	31 c	31 c	39 b	36 c	37 c	41 b	43 a
Azote foliaire (% matière sèche)	2,2 b	2,3 a	2,3 ab	2,3 a	2,1	2,2	2,2	2,2	2,4	2,5	2,5	2,5
Potassium foliaire (% matière sèche)	1,4	1,4	1,5	1,5	1,1 c	1,1 bc	1,2 ab	1,3 a	1,8 b	1,8 b	2,0 a	2,0 a
Poids de rognage (g/cep)	470	488	475	518	321 a	286 ab	256 b	280 ab	843	865	757	752
Poids bois de taille (g/m)	62	63	61	61	45 a	42 b	39 b	40 b	0,29	0,28	0,3	0,29
Surface foliaire exposée (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> sol)	1,4 a	1,1 c	1,1 c	1,2 b	1,1 a	0,8 b	0,8 b	0,8 b	1,2 a	1,0 b	1,0 b	1,0 b
Fertilité des bourgeons (grappes/rameau)	1,7	1,7	1,7	1,7	2,1	2,1	2,2	2,1	1,6 a	1,6 ab	1,6 ab	1,5 b
Poids grappe à la vendange (g)	176 a	165 a	124 b	119 b	154 a	143 ab	125 ab	114 b	192 a	189 a	162 b	141 c
Nombre baies par grappes	151 a	148 a	106 b	98 b	146 a	142 a	119 b	106 b	–	–	–	–
Poids baie à la vendange (g)	1,6 a	1,5 a	1,4 b	1,4 b	2,2	2,1	2,1	2,1	1,8 a	1,8 a	1,7 b	1,7 b
Épaisseur pellicule des baies (µm)	110 c	149 b	–	219 a	–	–	–	–	–	–	–	–
Dégrappage (grappes coupées par cep)	3,5 a	2,7 a	1,6 ab	0,3 b	4,1	2,7	3,2	1,6	1,8	1,3	1,2	0,5
Rapport feuille-fruit (m <sup>2</sup> /kg)	1,6	1,3	1,4	1,8	1,1 a	0,8 c	0,9 b	1,0 ab	1,1 ab	1,0 b	1,1 ab	1,3 a
Estimation rendement en juillet (kg/m <sup>2</sup> )	1,5 a	1,4 a	1,2 b	1,0 c	1,8 a	1,6 ab	1,6 ab	1,3 b	1,4 b	1,3 b	1,2 a	1,0 a
Rendement réel à la vendange (kg/m <sup>2</sup> )	0,9 a	0,9 ab	0,8 b	0,8 b	1,0 ab	1,0 a	0,9 b	0,9 b	1,0 a	1,0 a	0,9 b	0,8 c
Millerandage en 2013 (% sur grappe)	66 a	63 a	42 b	26 c	–	–	–	–	–	–	–	–
Echadage en 2012 (% sur grappe)	–	–	–	–	2,5 c	6,9 a	5,5 ab	3,6 bc	–	–	–	–
<i>Botrytis cinerea</i> en 2012 (% sur grappe)	8,3 a	1,2 b	0,2 b	0,3 b	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Botrytis cinerea</i> en 2013 (% sur grappe)	–	–	–	–	–	–	–	–	17 a	0 b	0 b	0 b
Pourriture acide en 2014 (% sur grappe)	–	–	–	–	–	–	–	–	54 a	37 b	33 b	29 b
Sucres solubles (°Brix)	22,1	22,1	22,4	22,4	21,6	21,4	21,6	21,6	21,0 a	20,6 b	20,8 ab	20,8 ab
Acidité totale (g/L ac, tart.)	11,2 a	10,8 b	10,4 c	10,8 b	10,1	9,8	9,8	9,9	6,6 a	6,2 c	6,3 bc	6,4 b
Acide tartrique (g/L)	7,6 a	7,5 a	7,1 b	7,2 b	7,8	7,7	7,7	7,8	5,8 a	5,5 b	5,6 b	5,6 b
Acid malique (g/L)	5,4 a	5,1 a	4,8 b	5,2 a	4,2 a	3,9 b	3,9 b	3,9 b	3,3 a	3,0 b	3,0 b	3,2 b
pH	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,8	3,7	3,7	3,8
Azote assimilable (mg N/L)	150 b	166 a	132 c	147 b	185	180	170	179	158 a	146 b	135 c	138 bc
Indice polyphénols totaux	29 b	29 b	31 ab	33 a	36	35	37	37	41	41	44	44
Anthocyanes (mg/L)	293 b	311 ab	303 ab	331 a	474	463	482	496	532 b	574 a	605 a	608 a
Clarté L*	47 a	45 ab	43 bc	41 c	31	32	30	30	26 a	23 b	21 c	21 c
Couleur a* (axe vert-rouge)	50	50	50	52	56	56	56	56	53 a	52 ab	51 b	51 b
Couleur b* (axe bleu-jaune)	25 c	27 bc	29 ab	30 a	31	31	31	32	34	33	32	33
Intensité couleur	4,1 c	4,2 bc	4,3 ab	4,4 a	4,6	4,7	4,7	4,7	5,1 b	5,2 a	5,3 a	5,3 a
Fruité	4,2 b	4,4 a	4,4 a	4,4 a	4,3	4,3	4,3	4,4	4	4,1	4,2	4,2
Herbacé	2,0 a	1,8 b	1,8 b	1,8 b	2,0	2,0	2,0	1,9	2,5	2,3	2,4	2,3
Epicé	2,5	2,6	2,6	2,7	2,5	2,5	2,6	2,6	3,0	3,0	3,0	3,0
Qualité du bouquet	4,2 b	4,4 a	4,4 a	4,4 a	4,1	4,3	4,3	4,4	4,1	4,1	4,2	4,2
Volume	4,2 b	4,2 b	4,3 ab	4,4 a	4,2	4,2	4,2	4,3	4,4	4,5	4,5	4,5
Acidité	4,2	4,1	4,2	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	3,9	3,9	3,9	3,9
Intensité tannique	4,3	4,3	4,4	4,5	4,3	4,3	4,3	4,3	4,6	4,7	4,7	4,7
Tannins secs	2,9	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,8	2,7	2,9	2,7	2,9	2,9
Tannins souples	3,3	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	3,6	3,5	3,5
Tannins charpentés	3,1 b	3,1 b	3,4 a	3,4 a	3,2	3,1	3,3	3,3	3,5	3,7	3,8	3,7
Amertume	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	2	1,9	2,1	2,1
Impression générale	4,0 b	4,2 ab	4,2 ab	4,3 a	4,1	4,1	4,1	4,2	4,1	4,3	4,2	4,2

## Conclusions

Dans le contexte de nos essais, nous pouvons retenir les points suivants (tab. 4).

- L'effeuillage de la vigne est une mesure prophylactique efficace contre les maladies fongiques. Son impact est surtout lié à l'intensité de l'effeuillage, qui crée un microclimat défavorable aux maladies fongiques.
- Un effeuillage intensif pré-nouaison peut entraîner jusqu'à 40% de baisse de rendement. La modération de l'intensité et de la précocité de l'effeuillage pré-nouaison permet de réduire son impact sur le rendement. A l'inverse, l'effeuillage après nouaison n'a aucun effet sur le rendement.
- Dans certaines conditions restrictives (par exemple, jeunes vignes, contrainte hydrique), des arrière-effets sur la fertilité des bourgeons et sur la vigueur de la vigne peuvent apparaître après plusieurs années d'effeuillage intensif pré-nouaison.
- Un effeuillage pré-nouaison aide à produire des vins rouges aux couleurs et structures plus intenses, avec une acidité plus faible. A l'inverse, cette technique n'a pas présenté d'intérêt pour la qualité des vins blancs. ■

### Remerciements

Les auteurs remercient vivement l'équipe du groupe Viticulture pour leur rigueur dans l'entretien du vignoble expérimental, Stéphane Burgos (Changins) pour la réalisation des profils de sols, l'équipe du groupe Œnologie pour la qualité des vinifications et l'équipe du groupe Analyse des vins pour la précision de ses analyses.

### Bibliographie

- Basile B., Caccavello G., Giaccone M. & Forlani M., 2015. Effects of early shading and defoliation on bunch compactness, yield components, and berry composition of aglianico grapevines under warm climate conditions. *American Journal of Enology and Viticulture* **66** (2), 234–243.
- Feng H., Yuan F., Skinkis P. A. & Qian M. C., 2015. Influence of cluster zone leaf removal on Pinot noir grape chemical and volatile composition. *Food Chemistry* **173**, 414–23.

- Gómez I., Revert J., Esteve M. D., Climent M. D., Martínez A., Jiménez J. & Intrigliolo D. S., 2012. Effects of early defoliation in grape yield and quality in Mandó, an autochthon cultivar of South East Spain. *International Society for Horticultural Science (ISHS)*, Leuven, Belgium, 365–370.
- Intrigliolo D. S., Llacer E., Revert J., Esteve M. D., Climent M. D., Palau D. & Gómez I., 2014. Early defoliation reduces cluster compactness and improves grape composition in Mandó, an autochthonous cultivar of *Vitis vinifera* from southeastern Spain. *Scientia Horticulturae* **167**, 71–75.
- Komm B. L. & Moyer M. M., 2015. Effect of Early Fruit-Zone leaf removal on canopy development and fruit quality in riesling and sauvignon blanc. *American Journal of Enology and Viticulture* **66**, 424–434.
- Palliotti A., Gardi T., Berrios J. G., Civardi S. & Poni S., 2012. Early source limitation as a tool for yield control and wine quality improvement in a high-yielding red *Vitis vinifera* L. cultivar. *Scientia Horticulturae* **145**, 10–16.
- Risco D., Pérez D., Yeves A., Castel J. R. & Intrigliolo D. S., 2014. Early defoliation in a temperate warm and semi-arid Tempranillo vineyard: wine performance and grape composition. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **20** (1), 111–122.
- Sternad Lemut M., Sivilotti P., Butinar L., Laganis J. & Vrhovsek U., 2015. Pre-flowering leaf removal alters grape microbial population and offers good potential for a more sustainable and cost-effective management of a Pinot noir vineyard. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **21** (3), 439–450.
- Uriarte D., Picón J., Mancha L. A., Blanco J., Prieto M. H., Moreno D., Gamero E., Valdés E., Risco D., Castel J. R. & Intrigliolo D. S., 2012. Early defoliation of Tempranillo grapevines in semi-arid terroirs of Spain. *International Society for Horticultural Science (ISHS)*, Leuven, Belgium, 299–306.
- Vaillant-Gaveau N., Maillard P., Wojnarowicz G., Gross P., Clement C. & Fontaine F., 2011. Inflorescence of grapevine (*Vitis vinifera* L.): a high ability to distribute its own assimilates. *Journal of Experimental Botany* **62** (12), 4183–90.
- Verdenal T., Zufferey V., Spring J.-L., Rösti J., Dienes-Nagy Á., Lorenzini F. & Viret O., 2016. Intérêts et risques de l'effeuillage précoce du cépage *Vitis vinifera* Doral dans le canton de Vaud. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **48** (3), 176–182.
- Verdenal T., Zufferey V., Spring J.-L., Koestel C., Rösti J., Dienes-Nagy Á., Belcher S., Lorenzini F. & Gindro K., 2018. Intensité et précocité de l'effeuillage sur vigne de Chasselas dans le canton de Vaud. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **50** (3), 148–155.
- Verdenal T., Zufferey V., Spring J.-L., Dienes-Nagy Á., Belcher S., Lorenzini F., Koestel C., Rösti J. & Gindro K., 2018. L'effeuillage pré-floral du Pinot noir limite le rendement et modifie la composition des vins. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **50** (5), 276–283.
- Verdenal T., Zufferey V., Dienes-Nagy Á., Bourdin G. & Spring J.-L., 2019. L'effeuillage préfloral sur Merlot: impact à la vigne et sur les vins dans le contexte du Tessin. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **51** (6), 338–345.
- Vilanova M., Diago M. P., Genisheva Z., Oliveira J. M. & Tardaguila J., 2012. Early leaf removal impact on volatile composition of Tempranillo wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **92** (4), 935–942.

Période d'effeuillage	Etat sanitaire	Rendement	Qualité des moûts et des vins
 Boutons séparés Stade BBCH: H	++	--	0 / ++ Selon le cépage et les conditions climatiques
 Boutons séparés Stade BBCH: H Effeuillage moins intensif	+	-	0 / + Selon le cépage et les conditions climatiques
 Floraison Stade BBCH: I	++	-	0 / + Selon le cépage et les conditions climatiques
 Fermeture de grappe Stade BBCH: L	++	0	0 Le rapport feuille-fruit doit demeurer suffisant

**Tableau 4 | Synthèse des essais d'effeuillage sur Pinot noir et Chasselas (Pully), Gamay et Doral (Changins) et Merlot (Tessin).**

Résultats comparés à un témoin non effeuillé.

- ++ effet très positif
- + effet positif
- 0 pas d'effet
- effet négatif
- effet très négatif

**Summary** ■ **Period and intensity of vine leaf removal: Assessment of five grape varieties in Switzerland.** Why shall we defoliate the vines? Which period? Which intensity? And at what risk? These recurrent questions are asked every year at the beginning of the vegetative season of the vine, while the canopy is developing, sometimes even with vigor. Pre-flowering leaf removal is an interesting prophylactic technique to control yield, increase resistance to fungal diseases and modify the organoleptic profile of wines, but it can also present risks. This article provides an overview of the current knowledge on vine leaf removal and reports on five trials conducted in the experimental vineyards of Agroscope in Switzerland. Pinot noir, merlot, gamay, chasselas and doral grape varieties were defoliated at different phenological stages and different intensities, in order to provide answers to the wine-growers.

**Key words:** leaf removal, yield regulation, wine composition.

**Zusammenfassung** ■ **Zeitpunkt und Intensität der Entlaubung bei Reben: Bilanz für fünf Rebsorten in der Schweiz.** Warum werden im Rebbau die Blätter ausgedünnt? Welches ist der ideale Zeitpunkt? Wie stark sollen die Blätter ausgedünnt werden? Welches sind die Risiken? Diese Fragen stellen sich jedes Jahr zu Beginn der Vegetationsperiode, wenn sich das Laub entwickelt, teils sogar mit starker Wuchskraft. Die frühzeitige Entlaubung ist eine interessante prophylaktische Technik, um den Ertrag zu begrenzen, die Resistenz gegen Pilzkrankheiten zu erhöhen und das organoleptische Profil der Weine zu verändern, sie kann aber auch Risiken bergen. Dieser Artikel gibt einen Überblick über den aktuellen Wissensstand zur Entlaubung der Reben und berichtet über fünf Weinbauversuche, die von Agroscope in den Versuchsfeldern in der Schweiz durchgeführt wurden. Die Rebsorten Pinot noir, Merlot, Gamay, Chasselas und Doral wurden in verschiedenen phänologischen Stadien und mit unterschiedlicher Intensität entlaubt, um Antworten auf die Fragen der Winzer zu finden.

**Riassunto** ■ **Sfogliatura della vite: quando e quanto? Bilancio su cinque vitigni in Svizzera** Perché sfoltire i pampini? Quando e quanto? E quali sono i possibili rischi? Sono queste le domande ricorrenti che si ripropongono ogni anno all'inizio della stagione vegetativa della vite, quando si sviluppa il fogliame, a volte anche rigogliosamente. La sfogliatura precoce è una tecnica profilattica interessante – ma non priva di rischi – per limitare la resa, aumentare la resistenza alle malattie fungine e modificare il profilo organolettico dei vini. Questo articolo fornisce una panoramica delle conoscenze attuali in materia di sfogliatura della vite e presenta cinque esperimenti realizzati nei vigneti sperimentali di Agroscope in Svizzera. I vitigni Pinot noir, Merlot, Gamay, Chasselas e Doral sono stati sfogliati in diverse fasi fenologiche e con intensità differenti, allo scopo di fornire risposte ai viticoltori.