

Irrigation: comportement de la vigne et qualité des vins de cépages blancs dans le Valais central

Jean-Laurent SPRING et Vivian ZUFFEREY, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche Pully, 1009 Pully

Renseignements: Jean-Laurent Spring, e-mail: jean-laurent.spring@acw.admin.ch, tél. +41 21 721 15 63



Grappes de Chasselas (à gauche), de Sylvaner (au centre) et d'Arvine (à droite), les trois cépages blancs de l'essai d'irrigation de Leytron (VS).

Introduction

Des études de caractérisation des terroirs viticoles (Seguin 1983; van Leeuwen *et al.* 1994; Tregoat *et al.* 2002) montrent qu'à côté de facteurs climatiques comme la température ou l'insolation, l'alimentation en eau joue un rôle primordial dans le comportement de la vigne et la qualité des vins. La sensibilité de la vigne au déficit hydrique est fonction de facteurs liés à la parcelle (réserve hydrique et nature du sol, mésoclimat) et de facteurs génétiques (cépages/porte-greffe; Düring et Scienza 1980) et agronomiques (Champagnol 1984). Un stress hydrique intense affaiblit les échanges gazeux

(photosynthèse et transpiration foliaires), affecte le développement végétatif (surface foliaire) et réduit la durée du cycle végétatif (arrêt de la croissance). Son effet sur les composantes du rendement est fonction du stade phénologique où il apparaît, de sa durée et de son intensité. Ainsi, le nombre de baies par grappe, leur taille et leur poids final dépendent fortement des paramètres précités. Une sécheresse excessive peut en outre réduire l'accumulation des sucres dans les baies et bloquer la maturation (Spring 1997). Dans une certaine mesure, le stress hydrique permet de concentrer les phénols du raisin par une diminution de la taille des baies et une action directe sur leur biosynthèse (Ojeda *et al.* 2001; 2002).

Les excès tout comme les manques d'eau nuisent généralement à la qualité de la vendange. Une alimentation hydrique illimitée tout au long de la saison induit un excès de vigueur qui altère la qualité de la récolte (hausse des rendements, phénomènes de dilution, réduction de la coloration des vins, etc.). Une contrainte hydrique progressive et modérée en revanche ralentit ou stoppe la croissance végétative autour de la véraison, favorisant ainsi l'enrichissement des raisins en sucres, en anthocyanes et en composés phénoliques (van Leeuwen *et al.* 1998; Carboneau 1998) et aromatiques (Rezaei et Reynolds 2010; Reynolds *et al.* 2010). Cet état se traduit au niveau édaphique par un épuisement quasi complet des réserves hydriques au cours de la maturation. Pour étudier l'influence de ce paramètre sur une gamme de cépages blancs et rouges cultivés en Suisse, un essai d'irrigation a été mis en place en 1995 sur le domaine expérimental d'Agroscope Changins-Wädenswil ACW à Leytron (VS). Cet article présente les résultats agronomiques et œnologiques des cépages blancs. Un bilan des résultats sur cépages rouges a fait l'objet d'une publication récente (Spring et Zufferey 2009).

Matériel et méthodes

L'essai a été implanté en 1995 sur le domaine expérimental d'ACW à Leytron dans le Valais central, situé à 500 m d'altitude sur un cône de déjection formé d'alluvions torrentielles. Le sol est léger, caillouteux, à forte dominance sableuse. Les précipitations annuelles moyennes s'élèvent à 636 mm. L'essai a été implanté avec sept cépages: Pinot noir, Gamay, Diolinoir et Humagne rouge pour les rouges et Chasselas, Sylvaner et Arvine pour les blancs qui font l'objet de cette publication.

Greffée sur 5BB, la vigne a été conduite en Guyot simple (180 x 100 cm) selon deux variantes:

A: non irriguée

B: irriguée au goutte-à-goutte, où 30 % de l'évapotranspiration moyenne – calculée à partir d'une moyenne de dix ans de la Station de Sion aérodrome – a été compensée entre la floraison et la véraison (en général du 15 juin au 15 août). L'apport d'eau, hebdomadaire, était de 9 l/m²/semaine (16 l/cep) durant neuf semaines, soit au total 81 l/m²/an (145 l/cep).

L'essai a été implanté en split-plot avec quatre répétitions par variante de cépage et mode d'irrigation. La récolte a été limitée en visant une production d'environ 1 kg/m² pour le Sylvaner et l'Arvine et de 1,2 kg/m² pour le Chasselas.

Résumé ■ Un essai d'irrigation conduit à Leytron (VS) sur les cépages blancs Chasselas, Sylvaner et Arvine a montré que l'absence d'irrigation entraînait une meilleure accumulation des sucres dans les baies lors de contrainte hydrique modérée. En revanche, les échanges gazeux et la concentration en sucre des moûts ont diminué en conditions de contrainte hydrique sévère et prolongée. Les taux d'acide malique et de potassium dans les moûts ont été moindres en l'absence d'irrigation tandis que la teneur en acide tartrique des vins restait plus élevée. Pour les cépages Sylvaner et Arvine, l'absence d'irrigation a conduit à la production de vins moins appréciés en dégustation (moins bouquetés et plus amers) lors de contrainte hydrique sévère, mais parfois également avec un stress hydrique plus modéré.

Alimentation hydrique de la plante

Les processus liés à la photosynthèse et à la croissance dépendent fortement de la teneur en eau dans les tissus végétaux. Une manière élégante d'évaluer la disponibilité en eau consiste à déterminer le «potentiel hydrique du feuillage». Cette mesure effectuée au moyen d'une chambre à pression permet d'évaluer la force avec laquelle l'eau est retenue dans le végétal. Plus les valeurs enregistrées sont basses (négatives), plus l'eau est retenue fortement à l'intérieur de la plante. Le suivi du potentiel hydrique en fin de nuit (potentiel hydrique de base) reflète bien l'évolution des disponibilités en eau (état des réserves hydriques du sol et profondeur d'enracinement; van Zyl 1987). L'idéal en matière d'alimentation en eau de la vigne pourrait se résumer comme suit:

- peu ou pas de contrainte hydrique au printemps et en début d'été (édification de l'appareil foliaire)
- contrainte hydrique modérée en cours de maturation, pour stopper la croissance et mettre un maximum d'assimilats à la disposition du raisin et pour reconstituer des réserves, comme le décrit Carboneau (2001).



Riou *et al.* (2001) proposent des seuils du potentiel de base pour caractériser la contrainte hydrique de la vigne:

- > -1,5 bar: absence de contrainte
- 1,5 à -3,0 bars: contrainte hydrique faible
- 3,0 à -5,0 bars: contrainte hydrique modérée
- < -5,0 bars: contrainte hydrique forte.

Le potentiel hydrique de base du feuillage, mesuré en fin de nuit (obscurité complète), a été déterminé selon les années trois à cinq fois en cours de saison, avec une chambre à pression de marque PMS Instrument and Co., modèle 1002 (Scholander *et al.* 1965). En 2003, le rapport isotopique entre le carbone 13 et le carbone 12 (ΔC^{13}) a été mesuré sur des échantillons de moûts prélevés au foulage à la vendange (Avice *et al.* 1996).

Photosynthèse, conductance stomatique, transpiration

Ces différents paramètres ont été mesurés en 2003 les 9 et 25 juillet, ainsi que les 6 et 13 août, par analyseur à infrarouge de CO₂ de type ADC-LCA3 (ADC, Hoddesdon, England), à raison de quatre feuilles par répétition pour la tranche horaire du matin (de 8h00 à 10h10 GMT) et de quatre feuilles par répétition pour l'après-midi (de 12h30 à 16h15 GMT). Les mesures ont été effectuées sur des feuilles adultes et ensoleillées de rameaux principaux (éclairage saturant > 1200 $\mu\text{mol photons/m}^2/\text{s}$).

Observations viticoles

Les contrôles effectués étaient les suivants:

- composantes du rendement: fertilité des bourgeons, poids des baies et des grappes
- taux de N, P, K, Ca et Mg des feuilles situées dans la zone des grappes à la véraison (diagnostic foliaire)
- expression végétative par pesage du poids frais de trois rognages annuels et des bois éliminés à la taille
- taux de pourriture déterminé à la vendange.

À la vendange, d'autres paramètres ont encore été examinés: le rendement et, sur les moûts au foulage, les taux de sucre, d'acidité totale, d'acides tartrique et malique, le pH, ainsi que la teneur en azote des moûts (indice de formol) selon la méthode proposée par Aerny (1996).

Vinification

Chaque procédé a fait l'objet d'une vinification au cours des millésimes 2000 à 2003. Les vins ont été vinifiés de manière standard: sulfitage (50 mg/l) des moûts, chaptalisation à 88°Oe pour le Chasselas, 90°Oe pour le Sylvaner et 92°Oe pour l'Arvine lorsque cette concentration en sucre n'était pas atteinte naturellement. Les vins ont subi une fermentation malolactique avant d'être stabilisés chimiquement et physiquement. Une filtration a précédé les analyses des vins et la mise en bouteille. Les analyses courantes des moûts ont été effectuées selon le *Manuel suisse des Denrées alimentaires*. Les vins ont été dégustés chaque année après la mise en bouteille par un collège de dégustateurs d'ACW. L'appréciation organoleptique des différents critères s'est effectuée sur une échelle de notation allant de 1 (mauvais, faible) à 7 (excellent, élevé).

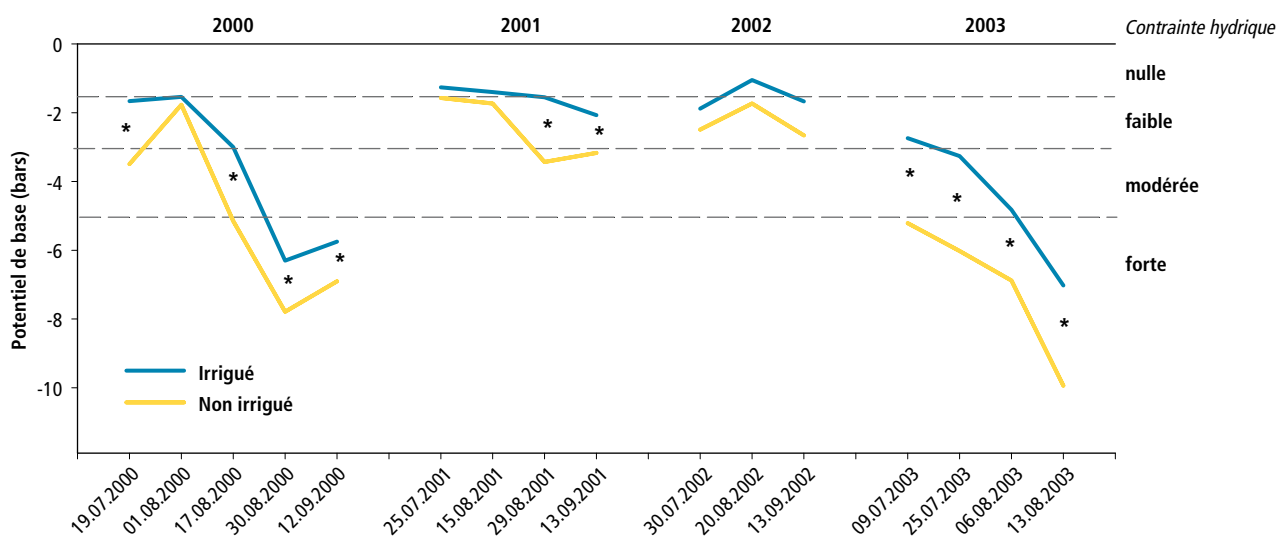


Figure 1 | Essai d'irrigation sur cépages blancs. Evolution du potentiel hydrique de base. Leytron, 2000–2003.

* = différences significatives (5%).

Résultats et discussion

Caractérisation de l'alimentation en eau de la vigne

A Leytron (VS), le potentiel hydrique de base au cours de la maturation du raisin a été suivi de 2000 à 2003 (fig.1). On distingue clairement deux années sèches: 2000 avec une contrainte hydrique forte dès la mi-août en modalité non irriguée et 2003 où la contrainte est forte dès le début des mesures, le 9 juillet. En 2001, le stress hydrique – faible en début de saison – devient modéré dès la fin d'août, alors que 2002 est une année sans ou avec une faible restriction d'eau. Dans la variante irriguée, la contrainte hydrique est absente en 2001 et en 2002, tandis qu'un stress modéré apparaît dès la mi-août en 2000 et dès la fin de juillet en 2003 pour évoluer vers une contrainte forte dès la mi-août.

En 2003, année très sèche, une analyse des isotopes du carbone C^{13}/C^{12} (ΔC^{13}) a été effectuée sur les sucres des moûts à la vendange. Il convient de savoir qu'une proportion plus importante de l'isotope C^{13} est assimilée par la plante en période de forte restriction d'eau. Cette mesure permet de bien caractériser le niveau de contrainte hydrique qui a prévalu durant la période d'accumulation des sucres dans les baies (Gau-

dillère *et al.* 1999; Zufferey et Murisier 2006). Des valeurs plus élevées (moins négatives) du rapport ΔC^{13} signalent une contrainte hydrique plus importante (tabl.2). Dans notre essai, des différences marquées de ΔC^{13} ont été notées entre les variantes irriguées et non irriguées qui reflètent bien l'état d'alimentation en eau de la vigne, mesuré par la technique du potentiel hydrique de base. Les différences entre les cépages sont, par contre, faibles. Toutefois, selon certains auteurs (van Leeuwen *et al.* 2001), le cépage aurait un effet dans la relation entre ΔC^{13} et l'alimentation hydrique de la vigne, qui traduirait une utilisation plus ou moins efficace de l'eau selon la variété. L'intérêt de l'indicateur ΔC^{13} réside dans la simplicité de sa mise en œuvre par rapport aux indicateurs classiques du régime hydrique de la vigne comme les potentiels hydriques foliaires.

Echanges gazeux

Parallèlement au suivi du potentiel hydrique de base, les échanges gazeux ont été mesurés en cours de journée sur des feuilles adultes soumises à un éclaircissement saturant durant la saison 2003. La figure 2 présente le détail des mesures de photosynthèse, de conductance

Tableau 1 | Essai d'irrigation sur cépages blancs à Leytron (VS). Mesures de discrimination isotopique du carbone (ΔC^{13}) effectuées sur les sucres des moûts prélevés au foulage en 2003

Cépage	Variante	(ΔC^{13})
Chasselas	irriguée	-25,8
	non irriguée	-23,9
Sylvaner	irriguée	-25,8
	non irriguée	-23,7
Arvine	irriguée	-25,7
	non irriguée	-24,1

Tableau 2 | Essai d'irrigation sur cépages blancs à Leytron (VS). Estimation de la sévérité du grillage du feuillage et de l'échaudage des grappes en 2003 (contrôle du 18.08.2003)

Cépage	Variante	Feuillage grillé (%)	Echaudage sur grappes (%)
Chasselas	irriguée	0,25	0,63
	non irriguée	2,50*	3,00
Sylvaner	irriguée	0,50	0,25
	non irriguée	3,50	0,88
Arvine	irriguée	0	0
	non irriguée	11,8*	0

*Significatif à $p = 0,05$.

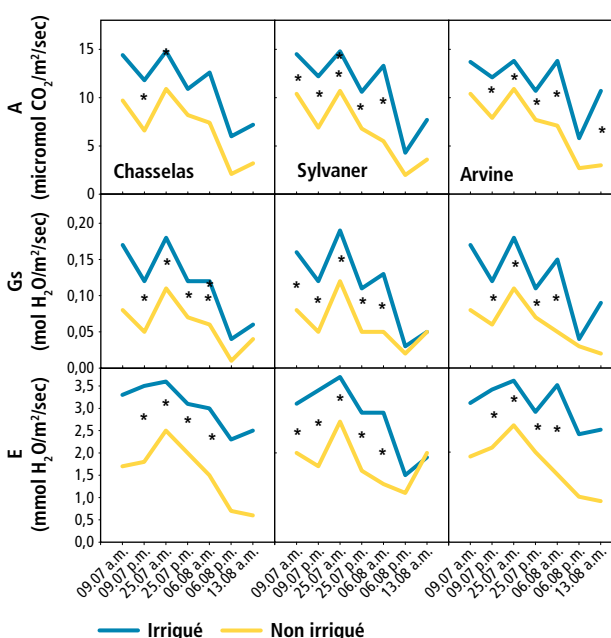


Figure 2 | Essai d'irrigation sur cépages blancs.

Activité photosynthétique, conductance stomatique et transpiration du feuillage lors de quatre journées de mesures. Leytron, 2003.

* = différences significatives (5%).

stomatique et de transpiration du feuillage lors de quatre journées en juillet et août 2003. Il apparaît qu'en période de très forte contrainte hydrique (août 2003), les valeurs du potentiel de base de l'Arvine sont un peu moins basses que celles des deux autres cépages (fig. 3), peut-être à cause des dégâts foliaires (jaunissement et chute de feuilles) liés à la sécheresse plus importante sur l'Arvine (tabl. 2) (réduction de la surface foliaire transpirante couplée à une diminution temporaire de la contrainte hydrique). En ce qui concerne les échanges gazeux, le comportement des trois cépages se rapproche, réduisant progressivement leur activité photosynthétique en fonction de la contrainte hydrique croissante, conformément aux connaissances actuelles (Schultz 2003): le déficit hydrique croissant entraîne la fermeture progressive des stomates, réduisant ainsi la photosynthèse. La diminution des échanges gazeux est déjà perceptible au-dessous d'un potentiel hydrique de base de -2 à -3 bars (début de la contrainte modérée), comme l'indiquent d'autres études (Schultz *et al.* 1996). L'activité photosynthétique des feuilles est réduite de moitié lorsque le potentiel hydrique de base atteint environ -6 bars. Nos observations correspondent à celles de Zufferey (2000) avec le cépage Chasselas.

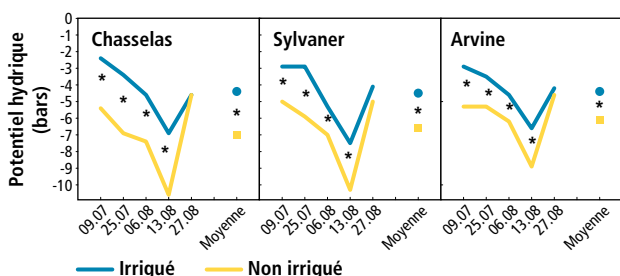


Figure 3 | Essai d'irrigation sur cépages blancs. Evolution du potentiel hydrique de base en cours de saison. Leytron, 2003. * = différences significatives (5%).

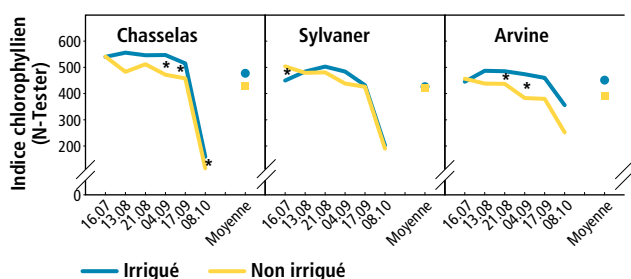


Figure 4 | Essai d'irrigation sur cépages blancs. Indice chlorophyllien (N-Tester) du feuillage. Leytron, 2003. * = différences significatives (5%).

Accidents physiologiques, problèmes phytosanitaires

Le fort stress hydrique, les températures et l'insolation très élevées de l'été 2003 ont causé des dégâts foliaires (jaunissement et dessèchement des feuilles de la base des rameaux et des feuilles mal exposées situées à l'intérieur du plan de palissage) et l'échaudage de grappes ou parties de grappes fortement exposées au soleil. Le 18 août 2003, la sévérité de ces dégâts a été évaluée. Ces résultats sont reportés dans le tableau 2. Des dégâts foliaires ont été essentiellement notés dans les variantes non irriguées soumises à un fort stress hydrique. Le cépage le plus affecté était l'Arvine avec près de 12 % du feuillage détruit, tandis que le Chasselas et le Sylvaner se révélaient beaucoup moins sensibles. Si la photosynthèse devient nulle lorsque la température des feuilles avoisine 40–45 °C (Zufferey 2000), celles-ci présentent des détériorations de coloration irréversibles (grillage) au-delà de 45–50 °C selon Kriedmann (1968). Un fort stress hydrique favorise, de surcroît, la fermeture complète des stomates et l'échauffement des feuilles par la réduction de la transpiration foliaire. En 2003, l'indice chlorophyllien (N-Tester) des feuilles principales situées dans la zone des grappes a été suivi (fig. 4). En général, cet indice a été plus faible dans les variantes non irriguées. Les différences ont été plus marquées chez l'Arvine, à cause de sa plus grande

Tableau 3 | Essai d'irrigation sur cépages blancs à Leytron (VS). Attaque de botrytis sur grappes à la vendange, 2000–2003

Cépage	Variante	Botrytis sur grappes (% d'attaque)			
		2000	2001	2002	2003
Chasselas	irriguée	0	0	0	0
	non irriguée	0	0	0	0
ppds p = 0,05		–	–	–	–
Sylvaner	irriguée	4,6	9,2	5,8	0
	non irriguée	3,0	10,5	9,6	0
ppds p = 0,05		n.s.	n.s.	n.s.	–
Arvine	irriguée	8,6	19,4	24,9	12,3
	non irriguée	9,7	19,4	24,5	2,8
ppds p = 0,05		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = non significatif.

sensibilité aux dégâts foliaires dus au stress hydrique marqué et prolongé. Sur grappes, on a noté un faible taux d'échaudage sur Chasselas en variante non irriguée tandis que les dégâts étaient pratiquement nuls sur Arvine et Sylvaner (tabl. 2).

Le taux de pourriture du raisin a été contrôlé avant la vendange. Il était généralement faible et les différences ne sont pas significatives (tabl. 3). L'irrigation au goutte-à-goutte n'a pas entraîné d'augmentation nette du taux de pourriture dans le cadre de cet essai.

Alimentation minérale de la vigne

Le tableau 4 réunit les résultats d'analyse des éléments minéraux dans les feuilles à la véraison et dans les moûts à la vendange. Des différences apparaissent

principalement dans les taux de potassium des moûts, généralement plus bas dans les variantes non irriguées avec le Sylvaner et surtout l'Arvine.

Croissance végétative

La croissance végétative estimée par le poids des trois rognages annuels montre, d'une part, l'influence des conditions climatiques de l'année (moins de croissance en année sèche) et, d'autre part, celle de l'irrigation (fig. 5). Les variantes irriguées présentent surtout une croissance significativement supérieure au dernier rognage en août (sauf en 2003), croissance tardive susceptible d'entrer en compétition avec la maturation du raisin (Carbonneau 2001). Lorsque la contrainte hydrique est nulle en période de maturation du raisin,

Tableau 4 | Essai d'irrigation sur cépages blancs à Leytron (VS). Alimentation minérale de la vigne, diagnostic foliaire et teneurs en éléments minéraux dans les moûts. Moyennes 2000–2003

Cépage	Variante	Diagnostic foliaire (% MS)					Teneur en éléments minéraux des moûts (mg/l)			Indice de formol des moûts
		N	P	K	Ca	Mg	K	Ca	Mg	
Chasselas	irriguée	2,21	0,23	1,03	3,67	0,34	2019	70	55	10,1
	non irriguée	2,24	0,20	1,13	3,54	0,33	1967	67	54	11,0
ppds p = 0,05		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sylvaner	irriguée	2,05	0,20	1,38	3,33	0,33	2180	73	67	11,6
	non irriguée	2,16	0,21	1,09	3,25	0,36	1951	76	65	11,3
ppds p = 0,05		0,05	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	18	n.s.	n.s.	n.s.
Arvine	irriguée	2,37	0,27	1,05	3,60	0,32	1808	101	83	13,7
	non irriguée	2,41	0,24	0,95	3,54	0,37	1581	100	78	15,4
ppds p = 0,05		n.s.	n.s.	0,08	n.s.	0,05	115	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = non significatif. MS = matière sèche.

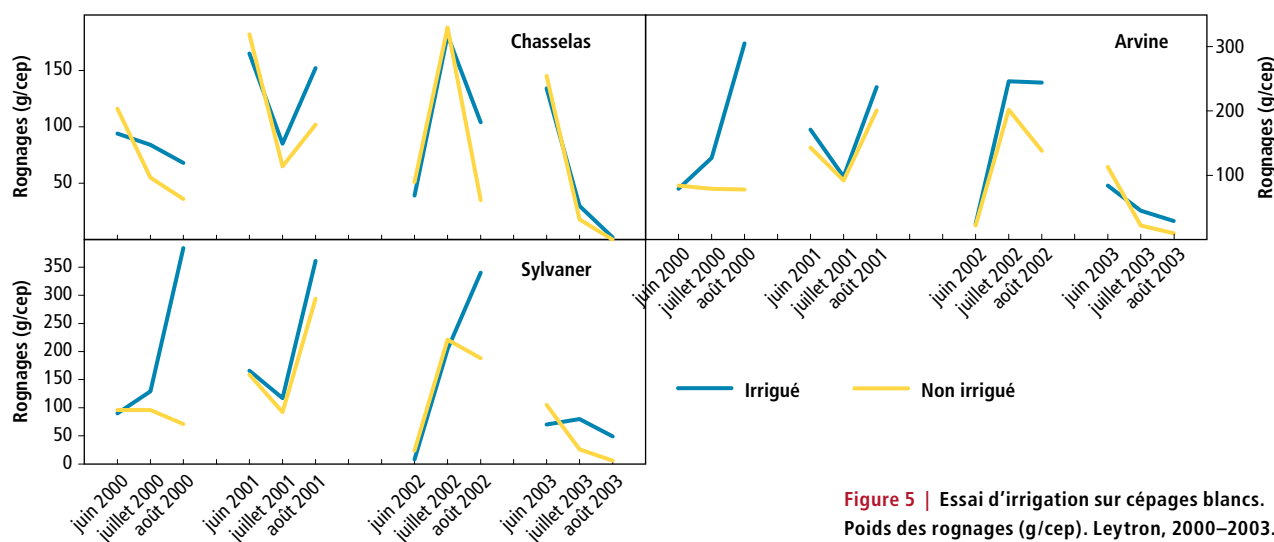


Figure 5 | Essai d'irrigation sur cépages blancs. Poids des rognages (g/cep). Leytron, 2000–2003.

l'Arvine et surtout le Sylvaner poursuivent activement leur croissance. Les poids de bois de taille (tabl. 5) ne se distinguent pas significativement entre les variantes, sauf pour le Chasselas en 2003.

Composantes du rendement

Le tableau 6 donne les moyennes 2000–2003 de la fertilité des bourgeons, des poids des baies et des grappes, de l'intensité du dégrappage effectué en été, ainsi que les rendements. Aucune différence n'est à signaler sauf le poids moyen des baies qui tend à être un peu plus faible en modalité non irriguée. Ces différences résultent essentiellement des observations faites en 2003 où le poids des baies des différents cépages a nettement diminué en variante non irriguée avec la forte contrainte hydrique intervenue tôt dans la saison.

Tableau 5 | Essai d'irrigation sur cépages blancs à Leytron (VS). Poids des bois de taille, 2000–2003

Cépage	Variante	Poids des bois de taille (g/cep)			
		2000	2001	2002	2003
Chasselas	irriguée	600	742	593	510
	non irriguée	559	738	593	410
ppds p = 0,05		n.s.	n.s.	n.s.	85
Sylvaner	irriguée	781	1008	699	478
	non irriguée	686	932	737	481
ppds p = 0,05		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Arvine	irriguée	604	711	587	392
	non irriguée	503	621	562	344
ppds p = 0,05		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = non significatif.

Teneur en sucre des moûts

La figure 6 montre l'influence marquée de l'alimentation en eau sur la richesse en sucre des moûts. Les valeurs des variantes non irriguées sont plus élevées lorsqu'une contrainte hydrique modérée intervient pendant la maturation du raisin. Cet avantage se perd lorsque la contrainte est forte et prolongée, comme en 2003, pour tous les cépages et en particulier pour le Sylvaner et l'Arvine. Cela a été également le cas en 2000 pour l'Arvine, dont le cycle végétatif est nettement plus tardif: ses raisins ont ainsi mûri dans des conditions de stress hydrique plus marqué que pour le Chasselas et le Sylvaner plus précoces.

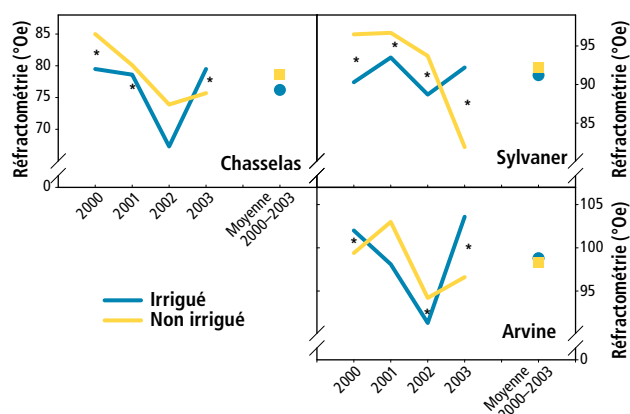


Figure 6 | Essai d'irrigation sur cépages blancs. Réfractométrie des moûts. Leytron, 2000–2003. * = différences significatives (5 %).

Tableau 6 | Essai d'irrigation sur cépages blancs à Leytron (VS). Composantes du rendement. Moyennes 2000–2003

Cépage	Variante	Fertilité des bourgeons (grappes/bois)	Intensité du dégrappage (grappes/cep)	Poids des baies (g/baie)	Poids des grappes (g/grappe)	Rendement (kg/m ²)
Chasselas	irriguée	1,94	-9,1	3,13	547	1,32
	non irriguée	1,90	-7,4	3,04	487	1,33
ppds p = 0,05		n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
Sylvaner	irriguée	1,95	-8,3	2,44	296	1,00
	non irriguée	1,93	-7,3	2,33	279	1,09
ppds p = 0,05		n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
Arvine	irriguée	1,70	-6,3	1,40	289	0,90
	non irriguée	1,75	-6,1	1,26	260	0,85
ppds p = 0,05		n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = non significatif.

Acidité des moûts et des vins

Les teneurs en acidité totale, tartrique et malique, ainsi que le pH des moûts et des vins, apparaissent dans le tableau 7. Dans les moûts, ce sont essentiellement les teneurs en acide malique qui sont plus basses, tandis

que les vins ont tendance à présenter des teneurs en acide tartrique un peu plus élevées (particulièrement pour l'Arvine) dans les variantes non irriguées, probablement en relation avec la teneur en potassium plus basse des moûts (moins de précipitation de tartrate de potassium en cours de vinification).

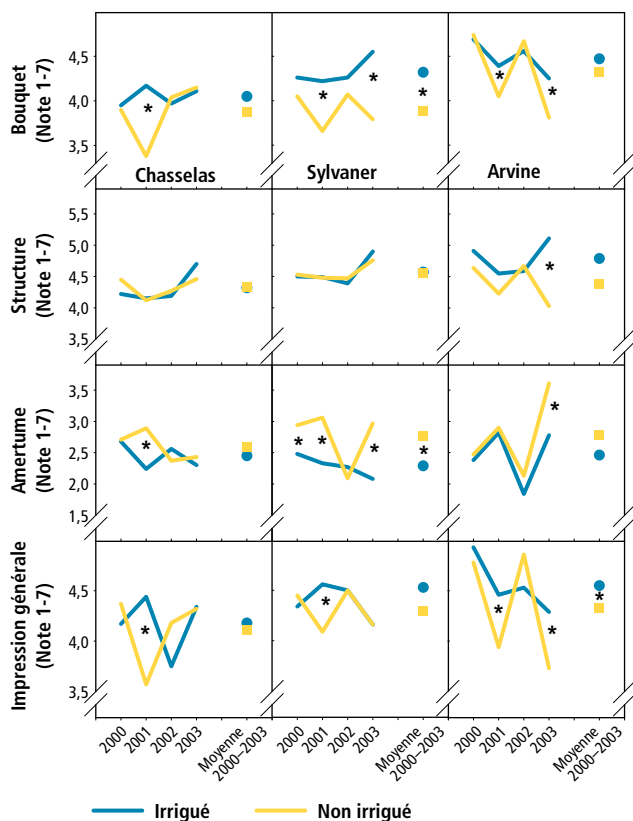


Figure 7 | Essai d'irrigation sur cépages blancs. Appréciation organoleptique. Note de 1 (= faible, mauvais) à 7 (= élevé, excellent). Leytron 2000-2003. * = différences significatives (5%).

Appréciation organoleptique

La figure 7 réunit les résultats des dégustations effectuées quelques semaines après la mise en bouteille par le collège d'ACW pour quatre critères clés: la qualité des arômes, la structure des vins, l'amertume (fréquemment associée à la problématique du stress hydrazoté) et l'appréciation générale des vins.

Globalement, l'appréciation des vins de Chasselas a peu différencié entre les modalités irriguées et non irriguées, sauf en 2001, où la variante irriguée a été préférée, notamment pour une meilleure qualité du bouquet et une moindre amertume. En revanche, les différences ont été beaucoup plus marquées avec les vins de Sylvaner, systématiquement mieux appréciés au bouquet et jugés moins amers en modalité irriguée (sauf en 2002 où le niveau de contrainte hydrique est resté faible). Pour l'Arvine, les vins de la variante irriguée ont été préférés sauf le millésime 2002, année plus humide. En 2001 et en 2003 notamment, les vins de la modalité non irriguée ont été jugés moins typés au niveau du bouquet. Lors de stress hydriques très marqués (2003), les vins de cette variante ont été également jugés beaucoup plus amers.

Tableau 7 | Essai d'irrigation sur cépages blancs à Leytron (VS). Acidité des moûts au foulage et dans les vins. Moyennes 2000-2003

Cépage	Variante	Moût au foulage				Vin en bouteille		
		pH	Acidité totale ¹ (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acide malique (g/l)	pH	Acidité totale ¹ (g/l)	Acide tartrique (g/l)
Chasselas	irriguée	3,38	5,4	5,6	2,4	3,59	3,6	1,4
	non irriguée	3,40	5,1	5,8	2,0	3,61	3,5	1,5
ppds p = 0,05		n.s.	n.s.	n.s.	0,4	-	-	-
Sylvaner	irriguée	3,29	7,6	6,4	3,4	3,70	3,8	1,2
	non irriguée	3,26	6,8	6,7	2,8	3,64	3,8	1,4
ppds p = 0,05		n.s.	n.s.	n.s.	0,5	-	-	-
Arvine	irriguée	3,01	11,3	8,0	5,2	3,37	6,0	1,4
	non irriguée	3,00	11,2	8,8	4,6	3,26	6,1	1,9
ppds p = 0,05		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	-	-

n.s. = non significatif. ¹Exprimée en acide tartrique.

Contrairement aux conclusions du même essai sur cépages rouges (Spring et Zufferey 2009), la qualité des vins des cépages blancs étudiés dans cet essai et tout particulièrement du Sylvaner et de l'Arvine, semble avoir été influencée négativement, notamment pour la finesse du bouquet et l'amertume des vins, en présence de stress hydriques marqués (2003) et même parfois plus modérés (2001).

Conclusions

L'essai d'irrigation conduit sur les cépages Chasselas, Sylvaner et Arvine sur le domaine expérimental ACW de Leytron a montré que l'absence d'irrigation entraînait:

- un ralentissement ou un arrêt de croissance plus précoce
- une meilleure accumulation des sucres en conditions de contrainte hydrique modérée
- une diminution des échanges gazeux et de la concentration en sucre des moûts en conditions de contrainte sévère et prolongée
- une diminution de la teneur en acide malique et en potassium dans les moûts
- pour les cépages Sylvaner et Arvine, la production de vins moins appréciés en dégustation (moins bouquetés et plus amers) en conditions de stress hydrique sévère (millésime 2003) mais parfois aussi modéré (millésime 2001). ■

Remerciements

Les équipes des groupes de recherche Viticulture, Œnologie et Chimie des plantes et des vins de la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW qui ont participé à cette expérimentation à la vigne, à la cave et au laboratoire sont vivement remerciées de leur précieuse collaboration.

Bibliographie

- Aerny J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 161–165.
- Avice J., Ourry A., Lemaire G. & Boucaud J., 1996. Nitrogen and carbon flows estimated by ¹⁵N and ¹³C pulse-chase labeling regrowth of alfafa. *Plant Physiol.* **112**, 281–290.
- Carbonneau A., 1998. Irrigation, vignoble et produits de la vigne. Chapitre IV, Traité d'irrigation, Jean-Robert Tiercelin, Editions TEC & DOC Lavoisier, Paris, 257–276.
- Carbonneau A., 2001. Gestion de l'eau dans le vignoble: théorie et pratique. Compte-rendu des 12^{es} journées du GESCO, Montpellier, 3–7 juillet, 3–21.
- Champagnol F., 1984. Eléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale. Ed. Champagnol F., Montpellier, 351 p.
- Düring H. & Scienza A., 1980. Drought resistance of some *Vitis* species and cultivars. Proc. 3rd Intern. Symposium on Grape Breeding, University of California, Davis, 179–189.
- Gaudillère J.-P., van Leeuwen C., Ollat N., Goutouly F. & Champagnol F., 1999. 13C/12C. Discrimination measured in tartrate and sugars in mature grapevine berries. *Acta Hort.* **493**, 63–68.
- Kriedemann P. E., 1968. Photosynthesis in vine leaves as a function of light intensity, temperature, and leaf age. *Vitis* **7**, 213–220.
- Ojeda H., Deloire A. & Carbonneau A., 2001. Influence of water deficits on grape berry growth. *Vitis* **40** (3), 141–145.
- Ojeda H., Ary C., Kraeva E., Carbonneau A. & Deloire A., 2002. Influence of pre- and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* L., cv Shiraz. *Am. J. Enol. Vitic.* **53** (4), 261–267.
- Rezaei J. H. & Reynolds A. G., 2010. Impact of vine water status on sensory attributes of Cabernet franc wines in the Niagara Peninsula of Ontario. *Journal int. Sci. Vigne Vin* **44**, 61–75.
- Reynolds A. G., De Savigny C. & Willwerth J., 2010. Riesling terroir in Ontario vineyards. The roles of soil texture, vine size and wine water status. *Le Progrès agricole et viticole* **127**, 212–222.
- 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, Montpellier, 3–7 juillet, 125–133.
- Scholander P. F., Hammel H. T., Bradstreet E. D. & Hemmingzen E. A., 1965. Sap Pressure in Vascular Plants. *Science* **148**, 339–346.
- Schultz H. R., 2003. Differences in hydraulic architecture account for near-isohydric and anisohydric behaviour of two field grown *Vitis vinifera* L. cultivars during drought. *Plant, Cell and Environment* **26**, 1393–1405.
- Schultz H. R. & Lebon E., 1996. Whole vine carbon gain and stomatal conductance during water deficit. I. Scaling up from the leaf to the canopy. In: GESCO proceedings, August 21–23, Budapest, Hungary, 151–156.
- Séguin G., 1983. Influence des terroirs viticoles sur la constitution et la qualité des vendanges. *Bulletin OIV* **623**, 3–18.

Summary**Influence of irrigation on grapevine behaviour and on wine quality of white grape varieties in central Valais**

Several irrigation treatments were conducted in Leytron (central Valais) on an homogeneous plantation of white grape cultivars Chasselas, Sylvaner et Arvine. Moderated water restriction led to a better accumulation of residual sugars in the berries. However, a strong and consistent water stress led to a decrease in the gaseous exchanges as well as to lower concentrations of residual sugars in the must. Malic acid and potassium rates in the must were lower when grapevines were not irrigated, while tartaric acid in the wine rate was higher under the same conditions. Sylvaner and Arvine wines had less bouquet and were bitterer when cultivars suffered without irrigation from a strong water restriction, but also sometimes from moderated water restriction.

Key words: irrigation, water stress, plant behaviour, wine quality.

Zusammenfassung**Einfluss der Wasserversorgung auf das Verhalten der Rebe und auf die Weinqualität weisser Rebsorten unter den Bedingungen des Zentralwallis**

Im Rahmen eines Bewässerungsversuches, der in Leytron (VS) mit den Rebsorten Chasselas, Sylvaner und Arvine durchgeführt wurde, konnte gezeigt werden, dass moderater Wasserstress eine höhere Zuckereinlagerung in den Beeren bewirkte. Eine Verminderung der Gaswechselprozesse sowie des Zuckergehaltes der Moste fand hingegen bei starker und verlängerter Einschränkung der Wasserversorgung statt. Ohne Bewässerung fielen Apfelsäure- sowie Kaligehalte der Moste tiefer aus, während dem im Wein höhere Weinsäuregehalte gemessen wurden. Die Sylvaner- und Arvineweine der nicht bewässerten Varianten schnitten in der Degustation bei starkem aber manchmal auch bei mässigem Wasserstress schlechter (weniger fruchtige und bitterere Weine) ab.

Riassunto**Influenza dell'irrigazione sul comportamento della vite e sulla qualità dei vini da vitigni bianchi nelle condizioni del Vallese centrale**

Una prova d'irrigazione, condotta a Leytron (VS), su i vitigni bianchi Chasselas, Sylvaner e Arvine, ha dimostrato che, in condizione di moderato stress idrico, l'assenza d'irrigazione si è tradotta in un migliore accumulo dei zuccheri negli acini. Per contro, in condizioni di stress idrico importante e prolungato, si è evidenziata una diminuzione degli scambi gassosi e della concentrazione zuccherina del mosto. In assenza d'irrigazione i tassi di acido malico e di potassio contenuti nei mosti risultavano inferiori, mentre il tenore in acido tartarico dei vini è rimasto più elevato. In condizioni di stress idrico importante, ma a volte anche in condizioni di stress idrico più moderato, l'assenza d'irrigazione ha condotto, nei vitigni Sylvaner e Arvine, alla produzione di vini meno apprezzati durante le degustazioni (vini con un bouquet meno intenso e più amari).

- Spring J.-L., 1997. Comportement physiologique des cépages Chasselas, Sylvaner, Gamay et Pinot noir dans les conditions sèches du Valais central. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **29** (5), 265–271.
- Spring J.-L. & Zufferey V., 2009. Influence de l'irrigation sur le comportement de la vigne et sur la qualité des vins rouges dans les conditions du Valais central. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **41** (2), 103–111.
- Tregoat O., van Leeuwen C., Chone X. & Gaudillière J.-P., 2002. Etude du régime hydrique et de la nutrition azotée de la vigne par des indicateurs physiologiques. Influence sur le comportement de la vigne et la maturation du raisin (*Vitis vinifera* L. cv Merlot, 2000, Bordeaux). *J. int. Sci. Vigne Vin* **36** (3), 133–142.
- van Leeuwen C. & Seguin G., 1994. Incidences de l'alimentation en eau de la vigne appréciée par l'état hydrique du feuillage sur le développement végétatif et la maturation du raisin. *J. int. Sci. Vigne Vin* **28**, 81–110.
- van Leeuwen C., Renard R., Leriche O., Molot C. & Soyier J. P., 1998. Le fonctionnement de trois sols viticoles du Bordelais: conséquences sur la croissance et sur le potentiel œnologique du raisin en 1997. *Revue française d'œnologie* **170**, 28–32.
- van Leeuwen C., Gaudillière J.-P. & Tregoat O., 2001. L'évaluation du régime hydrique de la vigne à partir du rapport isotopique $^{13}C/^{12}C$. L'intérêt de sa mesure sur les sucres du moût à maturité. *J. int. Sci. Vigne Vin* **35** (4), 195–205.
- van Zyl J. L., 1987. Diurnal Variation in Grapevine Water Stress as a Function of Changing Soil Water Status and Meteorological Conditions. *S. Afr. Enol. Vitic.* **8** (2), 45–50.
- Winkel T. & Rambal S., 1990. Stomatal conductance of some grapevines growing in the field under a mediterranean environment. *Agricultural and Forest Meteorology* **51**, 107–121.
- Zufferey V., 2000. Echanges gazeux des feuilles chez *Vitis vinifera* L. (cv. Chasselas) en fonction des paramètres climatiques et physiologiques et des modes de conduite de la vigne. Thèse de doctorat, EPF Zurich, 335 p.
- Zufferey V. & Murisier F., 2006. Terroirs viticoles vaudois et alimentation hydrique de la vigne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (5), 283–287.