



# Distance interligne et hauteur de la haie foliaire en viticulture

## 2. Incidence sur le statut hydrique de la vigne

V. ZUFFEREY et F. MURISIER, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre viticole du Caudoz, 1009 Pully

@ E-mail: [vivian.zufferey@acw.admin.ch](mailto:vivian.zufferey@acw.admin.ch)  
Tél. (+41) 21 72 11 560.

### Introduction

La distance interligne et la hauteur de la haie foliaire déterminent largement l'exposition de la surface foliaire externe à la radiation solaire et, par voie de conséquence, influent sur l'état hydrique et thermique du feuillage, ainsi que sur les échanges gazeux de la végétation avec l'atmosphère (photosynthèse et transpiration).

Dans un article précédent (Zufferey et Murisier, 2003), nous avons montré l'importance de l'ombrage mutuel des rangs voisins et du potentiel d'interception lumineuse en fonction de l'interligne et de la hauteur des plans de palissage. L'impact de l'ombre projetée des rangs adjacents sur l'activité photosynthétique du feuillage avait également été présenté. Dans cet article, nous souhaitons évaluer l'influence des paramètres du mode de conduite tels que la distance interligne et la hauteur de la haie foliaire sur l'état hydrique de la vigne (cv. Chasselas). Les aspects agronomiques de cet essai seront traités dans un prochain article.

### Matériel et méthodes

#### Dispositif expérimental

La parcelle expérimentale mise en place en 1994 est située au domaine viticole de Leytron (VS) sur un coteau exposé au sud/sud-ouest dont la pente s'élève à environ 8% (fig. 1). Le sol, composé essentiellement de graviers et de sable, contient des éléments marneux et schisteux; il est léger, profond et très caillouteux (fig. 2) et se compose de 5% d'argile, 15% de limon et 80% de sable.

#### Résumé

L'influence des paramètres de conduite tels que la distance interligne et la hauteur de la haie foliaire sur le statut hydrique de la vigne (cv. Chasselas) a été étudiée de 1996 à 1998 au domaine expérimental d'Agroscope Changins-Wädenswil à Leytron en Valais.

En période de forte sécheresse des sols, les systèmes de conduite à surface foliaire exposée élevée (faible distance interligne et hauteur du feuillage importante) ont subi une contrainte hydrique plus marquée que les systèmes à faible surface foliaire exposée. Les échanges gazeux (photosynthèse et transpiration foliaires) ont également diminué avec des volumes importants de végétation.



Fig. 1. Vue générale du domaine de Leytron (VS).



Fig. 2. Sol léger et graveleux de Leytron (VS).

La parcelle est caractérisée par un taux de matière organique de 1,2% et une teneur en calcaire total de 25%.

Les rangs de vigne sont orientés N-S, décalés de 15° dans la direction nord-est/sud-ouest. L'essai est implanté avec le cépage Chasselas greffé sur 5C et conduit en Guyot simple avec une hauteur de tronc de 70 cm. Dans notre étude, seules deux distances interligne (120 et 180 cm) ont été examinées (fig. 3). La distance de plantation sur le rang est de 75 cm. La charge en bourgeons s'élève à six par souche. La récolte a été réglée à 1,4 kg/m<sup>2</sup>. Le sol a été maintenu libre de végétation.

## Mesure des surfaces foliaires

La mesure de la surface foliaire a été réalisée selon la méthode proposée par Carbonneau (1976) en mesurant la surface foliaire totale de la végétation. La surface foliaire d'une feuille s'obtient selon la formule: aire =  $\varphi (L_1 + L_2)^2$ . Le facteur  $\varphi$  a été calculé à l'aide des coefficients variétaux tels que l'allongement, l'écartement des nervures et la découpeure du limbe. Chez le Chasselas,  $\varphi$  s'élève à 0,488 (Ziegler, 1990). L'aire de toutes les feuilles d'un rameau principal ainsi que celle de ses feuilles secondaires ont été estimées. Différents rameaux représentatifs de la vigueur moyenne des souches ont ainsi été mesurés.

La notion de surface externe du couvert végétal (SECV) (Murisier, 1996) correspond au pourtour de l'enveloppe foliaire. Elle est représentée par la formule suivante:  $SECV = [(2 \times H) + e] / E$  où H = la hauteur de la haie foliaire, e = l'épaisseur de la végétation

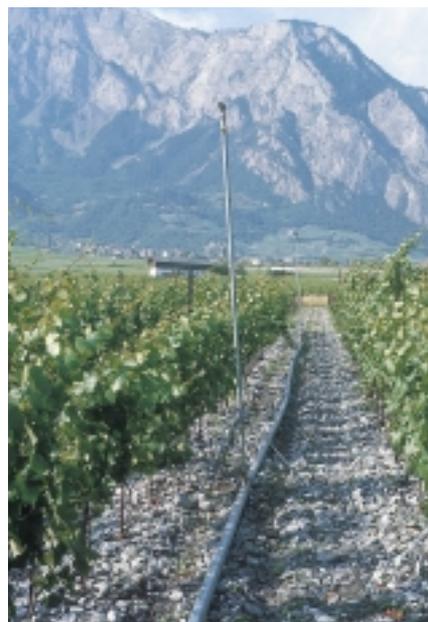


Fig. 3. Variante avec écartement des rangs à 180 cm et une hauteur de feuillage de 120 cm. Leytron (VS).

et E = la distance interligne. La surface foliaire exposée (SFE) proposée par Carbonneau (1989) comprend le pourtour moyen de l'enveloppe de la végétation en tenant compte des discontinuités importantes de la végétation et de la porosité du feuillage.

## Mesure de l'état hydrique et des échanges gazeux

L'état hydrique de la vigne a été déterminé par la mesure du potentiel hydrique des feuilles ( $\psi$ ) au moyen de la chambre à pression (PMS instruments CO, modèle 1002). Elle a été effectuée en fin de nuit pour déterminer le potentiel hydrique de base ( $\psi_B$ ) à un éclaircissement incident inférieur à 30  $\mu\text{mol photons/m}^2 \text{ s}$ . En cours de journée (au milieu de l'après-midi), le potentiel hydrique foliaire ( $\psi_{F \text{ MIN}}$ ) a été réalisé sur les feuilles pleinement exposées au soleil ayant servi au contrôle des échanges gazeux, immédiatement après leur mesure. Ces échanges ont été étudiés avec un appareil de type LI 6250 (ADC-LCA3) en système ouvert, analyseur à infrarouge équipé d'une chambre à assimilation du type Parkinson.

Une grande partie des résultats présentés dans cet article provient d'un travail de diplôme effectué à l'EPF de Zurich (Caloz, 1997).

## Résultats

### Surfaces foliaires totales et exposées

La surface foliaire totale exprimée par cep n'a presque pas varié en fonction de la distance interligne (tabl. 1). Par contre, si la surface foliaire totale est rapportée à la surface de sol (SFT/m<sup>2</sup> de sol), l'accroissement de la distance entre les rangs a entraîné sa diminution. L'augmentation de la hauteur du feuillage de 80 à 120 cm a provoqué une majoration de 68% de la surface foliaire des souches avec un écartement de rangs de 120 cm, et de 37% seulement avec une distance interligne de 180 cm.

La surface externe du couvert végétal (SECV) a été importante lorsque la distance interligne était faible (120 cm) et la hauteur de haie foliaire élevée (120 cm); la SECV correspondait, dans ce cas, théoriquement à 2,25 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> de sol (tabl. 2). En réalité, en tenant

Tableau 1. Surfaces foliaires totales (SFT) exprimées par cep et par m<sup>2</sup> de sol en fonction de la distance interligne et de la hauteur de la haie foliaire. Chasselas, Leytron (VS), 1997.

Interligne	Hauteur	SFT/cep (m <sup>2</sup> )	SFT/m <sup>2</sup> de sol (m <sup>2</sup> )
120 cm	80 cm	1,31	1,46
	120 cm	2,20	2,44
180 cm	80 cm	1,53	1,13
	120 cm	2,10	1,56
	ppds = 0,05	0,30	0,28

Tableau 2. Surface externe du couvert végétal (SECV) et surface foliaire exposée (SFE) en fonction de la distance interligne et de la hauteur de la haie foliaire. Chasselas, Leytron (VS), 1997.

Interligne	Hauteur	SECV (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> de sol)	SFE (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> de sol)
120 cm	80 cm	1,58	1,25
	120 cm	2,25	1,80
180 cm	80 cm	1,05	0,90
	120 cm	1,50	1,25
	ppds = 0,05	–	0,20

compte des trous dans la végétation, la SFE n'atteignait que 1,8 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> de sol pour les mêmes paramètres expérimentaux. De manière générale, la SFE était de 15-25% inférieure à la SECV qui ne tient pas compte des discontinuités dans la végétation. L'augmentation de la hauteur du feuillage et le rapprochement des rangs ont entraîné ainsi une majoration de la SFE.

## Statut hydrique de la vigne et échanges gazeux

Les valeurs du potentiel hydrique de base ( $\psi_B$ ) en cours de saison sont présentées dans le tableau 3. Lorsque la contrainte hydrique est devenue importante (27 août), les valeurs les plus négatives ont été enregistrées dans les rangs à haute densité de plantation ( $E = 120$  cm) et grande hauteur de palissage ( $H = 120$  cm). Pour une même hauteur de feuillage, les valeurs  $\psi_B$  ont été les plus basses dans la haute densité de plantation (interligne 120 cm), traduisant ainsi un stress hydrique plus important. On observe une relation entre la SFE des différents systèmes de conduite et les valeurs minimales de  $\psi_B$ : l'augmentation de la SFE s'est accompagnée d'un accroissement de la contrainte hydrique (valeurs plus négatives du  $\psi_B$ ).

Pendant la période de faible contrainte hydrique ( $\psi_B > -3$  bars), les valeurs minimales du potentiel hydrique ( $\psi_{F\text{ MIN}}$ ) mesurées au cours de la journée du 13 août étaient de -11 à -12 bars pour toutes les distances interlignes et hauteurs du feuillage (tabl. 4). Dans ces conditions, l'assimilation maximale ( $A_{\text{max}}$ )

**Tableau 5. Mesures du potentiel hydrique de base ( $\psi_B$ ), du potentiel foliaire minimal ( $\psi_{F\text{ MIN}}$ ), de la photosynthèse ( $A_{\text{max}}$ ) et de la transpiration ( $E_{\text{max}}$ ) maximales, ainsi que de l'efficacité instantanée de l'eau (WUE) en fonction de la hauteur de la haie foliaire. Chasselas, Leytron (VS), 27 août 1997.**

	Interligne 120 cm		ppds = 0,05
	H = 80 cm	H = 120 cm	
$\psi_B$ (bars)	-6,0	-6,8	*
$\psi_{F\text{ MIN}}$ (bars)	-12,2	-13,1	n.s.
$A_{\text{max}}$ ( $\mu\text{mol}$ )	9,7	8,4	*
$E_{\text{max}}$ (mmol)	3,2	2,8	*
WUE (A/E)	2,6	2,3	*

était encore élevée et atteignait 12,0 à 14,3  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{ s}$ . Lorsque la contrainte hydrique est devenue modérée à forte (27 août), les valeurs minimales du ( $\psi_{F\text{ MIN}}$ ) de l'ordre de -12 à -13 bars enregistrées en cours de journée se sont avérées pénalisantes pour la photosynthèse (tabl. 5). L'assimilation maximale a été réduite de 30 à 40%, surtout avec le grand volume de végétation ( $H = 120$  cm). La conductance stomatique, la transpiration maximale ( $E_{\text{max}}$ ) et l'efficacité instantanée de l'eau (WUE) ont également décliné. Cette réduction était là aussi particulièrement marquée avec les variantes à haute haie foliaire.

De manière générale, les systèmes de conduite à SFE élevée génèrent une photosynthèse et une transpiration importantes. Il en résulte une consommation plus rapide des réserves hydriques du sol et un ralentissement précoce de la croissance végétative. Il s'agit, dans ce cas, d'une contrainte hydrique «modérée» induite par l'exposition de la

végétation (Carbonneau, 1986). Divers auteurs (Archer et Strauss, 1989; Hunter, 1998) indiquent, par ailleurs, que les hautes densités de plantation, et notamment les interlignes étroits, présentent des valeurs de  $\psi_B$  et de  $\psi_{F\text{ MIN}}$  plus négatives que les faibles densités. Ces tendances sont confirmées par des teneurs plus élevées en acide abscissique dans la sève xylémique des feuilles de rangs étroits (Hunter, 1998). La conductance stomatique y est plus faible et la capacité photosynthétique légèrement réduite. Nos observations confirment en tous points ces résultats. De plus, lorsque la contrainte hydrique est élevée, les systèmes de conduite dont la végétation est volumineuse et exposée à l'éclairement direct peuvent s'avérer partiellement pénalisants pour la photosynthèse (Zufferey, 2000). En effet, des systèmes à SFE très élevée présentent, durant une partie de la journée, des feuilles plus chaudes que l'air. Ce phénomène se traduit quelquefois par une difficulté à éliminer les calories supplémentaires apportées par le rayonnement solaire à travers la transpiration. Par ailleurs, les mesures de l'état hydrique des feuilles de ces systèmes en situation de sécheresse lors de journées chaudes indiquent qu'elles sont plus sèches (potentiel hydrique plus négatif) et qu'elles transpirent moins que les feuilles de systèmes à SFE limitée (Katerji *et al.*, 1986). La photosynthèse plus faible enregistrée dans ces situations serait à rapprocher des phénomènes de «stress thermique et hydrique» momentanés.

Toutefois, une contrainte hydrique modérée résultant d'une bonne exposition du feuillage et/ou de caractéristiques pédologiques ne nuit pas forcément à la photosynthèse (Schneider, 1985; Zufferey, 2000). En cours de maturation, elle permet de surcroît, par son action modératrice sur la croissance, d'orienter préférentiellement les assimilats vers les baies, le vieux bois et les racines.

**Tableau 3. Evolution du potentiel hydrique de base ( $\psi_B$ ) en relation avec la distance interligne et la hauteur de la haie foliaire. Chasselas, Leytron (VS), 1997.**

Interligne	Hauteur	$\psi_B$ (bars)			
		17.07.	08.08.	27.08.	18.09.
120 cm	80 cm	-1,2	-1,1	-6,0	-1,7
	120 cm	-1,7	-1,1	-6,8	-2,0
180 cm	80 cm	-1,4	-1,2	-5,2	-1,6
	120 cm	-1,3	-1,2	-6,6	-1,7
	ppds = 0,05	0,4	n.s.	0,7	n.s.

n.s. = non significatif.

**Tableau 4. Mesures du potentiel hydrique foliaire minimal ( $\psi_{F\text{ MIN}}$ ) observé en milieu de journée et de la photosynthèse maximale ( $A_{\text{max}}$ ) enregistrée au cours de la journée du 13 août 1997, en fonction de la distance interligne et de la hauteur de la haie foliaire. Chasselas, Leytron (VS).**

	Interligne 120 cm		Interligne 180 cm		ppds = 0,05
	H = 80 cm	H = 120 cm	H = 80 cm	H = 120 cm	
$\psi_{F\text{ MIN}}$ (bars)	-11,2	-11,3	-11,3	-12,1	n.s.
$A_{\text{max}}$ ( $\mu\text{mol}$ )	12,0	13,5	14,3	13,3	1,5

## Conclusions

- La surface foliaire totale exprimée par m<sup>2</sup> de sol a diminué avec l'accroissement de la distance inter-ligne en raison de la plus faible densité de plantation.
- Par contre, la surface foliaire totale des souches n'a que très peu varié en fonction de l'écartement des rangs.
- L'augmentation de la hauteur de la haie foliaire et le rapprochement des rangs ont entraîné une majoration de la surface de végétation qui peut être exposée à l'éclairement direct (SFE).
- Les systèmes de conduite à SFE élevée ont fourni des valeurs plus négatives de potentiel hydrique foliaire ( $\psi$ ), traduisant un manque d'eau plus important que dans les systèmes à SFE limitée.
- Une contrainte hydrique modérée résultant d'une bonne exposition du feuillage à l'éclairement direct est toutefois considérée comme bénéfique par son action modératrice sur la croissance végétative et par son influence sur la répartition des assimilats vers les baies et les parties pérennes de la vigne.

## Remerciements

Nous remercions chaleureusement Geneviève Caloz de son excellent travail de diplôme réalisé sur le domaine expérimental de Leytron (VS), ainsi que l'ensemble du personnel pour son précieux soutien technique.

## Bibliographie

- Archer E. & Strauss H. C., 1989. The Effect of Plant Spacing on the Water Status of Soil and Grapevines. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* **10** (2), 49-58.
- Caloz G., 1997. Influence de la densité de plantation et du rapport feuille-fruit sur le comportement physiologique et le potentiel qualitatif de la vigne. Travail de diplôme, ETH Zurich, 81 p.
- Carbonneau A., 1976. Analyse de croissance des feuilles du sarment de la vigne: estimation de la surface foliaire par échantillonnage. *Conn. Vigne Vin* **10** (2), 141-159.
- Carbonneau A., 1986. Stress modérés sur le feuillage induits par le système de conduite et régulation photosynthétique de la vigne. In: *Physiologie de la vigne. 3<sup>e</sup> Symposium international sur la physiologie de la vigne.* 24-27 juin, 1986, Bordeaux, France, 378-385.
- Carbonneau A., 1989. L'exposition utile du feuillage: définition du potentiel du système de conduite. Systèmes de conduite de la vigne et mécanisation. OIV Ed., Paris, 13-33.

## Summary

### Inter-row distance and height of hedge foliage. 2. Incidence on the vine water status

The influence of canopy management factors, such as inter-row distances and height of hedge foliage, on vine water status (cv. Chasselas) was studied from 1996 to 1998 on the experimental estate of the Agroscope Changins-Wädenswil at Leytron (Wallis, Switzerland).

Training systems which have a high surface area of exposed foliage (low inter-row spacing and foliage of significant height) developed greater water stress than systems with smaller areas of exposed foliage during periods of extreme climatic conditions and drought. In addition, in vines with large plant volumes, a reduction in gaseous exchanges (photosynthesis and leaf transpiration) was observed.

**Key words:** inter-row distance, surface area of exposed foliage, water status.

## Zusammenfassung

### Reihenabstand und Laubwandhöhe. 2. Einfluss auf dem Wasserzustand der Rebe

Zwischen 1996 und 1998 wurde im Versuchsweinberg von Agroscope Changins-Wädenswil in Leytron, Wallis, der Einfluss von den Erziehungssystemparametern wie Reihenabstand und Laubwandhöhe auf dem Wasserzustand der Rebe studiert.

In grossen klimatischen Wasserbedarf- und Bodenaustrocknungsperioden, haben die Erziehungssysteme die eine hohe exponierte Blattfläche aufweisen (kleinen Reihenabstand und grosse Laubwandhöhe) ausgeprägteren Wasserstress entwickelt als die Systeme mit kleiner exponierter Blattfläche. Im Fall von wichtigen Vegetationsvolumen wurde auch eine Verminderung der Gaswechsell (Photosynthese und Blatt-transpiration) beobachtet.

## Riassunto

### Distanza interfila e altezza della parete fogliare. 2. Incidenza sullo stato idrico della vite

Dal 1996 al 1998 sono stati studiati gli influssi dei parametri del sistema d'allevamento quali la distanza interfila e l'altezza della parete fogliare sullo stato idrico della vite (cv. Chasselas) nel vigneto sperimentale di Agroscope Changins-Wädenswil a Leytron, Vallese.

In periodi di forte domanda climatica e di inaridimento dei suoli, i sistemi d'allevamento che presentano una superficie fogliare esposta elevata (piccola distanza interfila e altezza parete fogliare importante) hanno sviluppato uno stress idrico più marcato rispetto ai sistemi a debole superficie fogliare esposta. Con dei volumi di vegetazione importanti è stata ugualmente osservata una diminuzione degli scambi gassosi (fotosintesi e traspirazione fogliare).

Schneider C., 1985. Influence de la suppression des entre-cœurs de souches de vigne sur le microclimat lumineux et la récolte. *Conn. Vigne Vin* **19**, 17-30.

Ziegler R., 1990. Einfluss von Pflanzdichte und Belastung (Triebzahl) auf das Wachstum der Weinrebe, auf die Reifeentwicklung der Trauben und auf den Ertrag. Travail de diplôme ETH, Zurich.

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 de l'EPF Zurich, 335 p.

Zufferey V. & Murisier F., 2003. Distance interligne et hauteur de la haie foliaire. 1. Incidence sur le potentiel d'interception lumineuse et la photosynthèse de la vigne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (5), 285-288.