



Influence de la densité de plantation sur le comportement agronomique de la vigne et sur la qualité des vins: essai sur Chasselas

1. Résultats agronomiques

F. MURISIER et V. ZUFFEREY, Station fédérale de recherches en production végétale de Changins, Centre viticole du Caudoz, CH-1009 Pully

@ E-mail: francois.murisier@rac.admin.ch
Tél. (+41) 21 72 11 560.

Résumé

Un essai d'écartement des rangs combiné avec différentes hauteurs de haie foliaire et différents niveaux de rendement a été mis en place en 1986 avec le cépage Chasselas au domaine expérimental de la Station fédérale de Changins à Pully (VD). Pour une même charge en rameaux et un même nombre de grappes par cep, l'accroissement de l'écartement des rangs a provoqué une augmentation du rendement par cep, mais une forte réduction du rendement par unité de surface sans amélioration de la teneur en sucre des moûts. Avec un même niveau de récolte à la surface, la richesse en sucre des moûts a eu tendance à diminuer avec l'écartement des rangs. La réaction a été identique pour le poids des bois de taille. La distance interligne a eu peu d'influence sur l'acidité des moûts, le poids de la baie, la fertilité des bourgeons, le taux de pourriture et la teneur en éléments minéraux des feuilles. La surface foliaire exposée par kilo de raisin permet de bien expliquer les variations du taux de sucre.

Introduction

En Suisse, les systèmes de conduite de la vigne ont essentiellement évolué en relation avec le développement de la mécanisation (MURISIER, 1984). Le système traditionnel en gobelet sur échelas avec des densités de plantation supérieures à 10 000 cep/ha se maintient encore dans certains vignobles en terrasses ou en forte pente, souvent très morcelés et peu accessibles aux machines. Dans des vignes de faible pente (< 20%) facilement mécanisables, des systèmes palissés à forte densité de plantation (~10 000 pieds/ha) sont utilisés avec un haut niveau de mécanisation grâce au tracteur enjambeur qui permet de conserver des rangs étroits (1,10 à 1,40 m). Dans les pentes moyennes, le choix de la mécanisation s'est porté sur le tracteur interligne. Cette option a exigé un écartement des rangs proportionnel à l'outil de traction. Avec l'emploi de gros tracteurs agricoles, en particulier dans les exploitations mixtes,

l'interligne atteignait ou dépassait même les trois mètres avec des systèmes de cultures larges de type Lenzmoser (MOSER, 1960). Avec l'apparition de tracteurs viticoles toujours plus étroits tout en restant suffisamment puissants, l'interligne a pu être à nouveau réduit. La tendance s'oriente, selon les situations et le type de tracteur choisi, vers des interlignes allant de 1,50 à 2,20 m. Dans les fortes pentes, il est possible d'atteindre un bon degré de mécanisation en orientant les rangs en travers de la pente et en créant des banquettes généralement soutenues par des talus herbeux. Ce système garantit par ailleurs une bonne protection contre l'érosion (MURISIER, 1981). Le niveau de mécanisation dépend surtout de la largeur des banquettes. Les banquettes larges permettent l'utilisation de tracteurs vigneron, tandis qu'avec des banquettes étroites, la mécanisation se limite le plus souvent à des transporteurs ou véhicules à chenilles étroits. Plus la distance entre les banquettes est grande et plus la den-

sité de plantation est faible; dans ces cas, le dédoublement des plans de végétation (ascendant et retombant) permet d'augmenter la surface foliaire exposée, sans modifier l'écartement des rangs (MURISIER *et al.*, 2001 et 2002; ZUFFEREY *et al.*, 2001). La densité de plantation peut varier en fonction de deux facteurs: la distance entre les rangs et celle entre les cep sur le rang. Nos essais effectués sur Merlot (MURISIER et FERRETTI, 1996; PELOSSI, 1993) ont montré que la distance entre les cep n'exerçait que peu d'effets sur le comportement de la vigne et sur la qualité des vins, dans la mesure où le développement végétatif était suffisant pour occuper l'espace disponible. Pour étudier l'influence de la densité de plantation en ne faisant varier que la distance entre les rangs, un essai a été mis en place en 1986 au domaine expérimental de la Station fédérale de Changins à Pully (VD). Les premiers résultats de l'essai ont déjà fait l'objet de publications (MURISIER et ZIEGLER, 1991; ZIEGLER, 1990).



Fig. 1 a et b. Essai d'écartement des rangs et de hauteur de la haie foliaire sur Chasselas à Pully (VD). Vues générales.

Tableau 1. Essai de densité de plantation. Caractéristiques expérimentales.

| | Période expérimentale | Interligne (cm) | | 120 | | 160 | | 200 | | 240 | | | |
|--------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| | | Intercep (cm) | Ceps/ha | 85 | 9800 | 85 | 7350 | 85 | 5880 | 85 | 4900 | | |
| Haie foliaire (cm) | 1992-1995 | 85 | | 115 | | 85 | | 115 | | 85 | | 115 | |
| | 1996-2000 | 75 | 100 | 125 | 75 | 100 | 125 | 75 | 100 | 125 | 75 | 100 | 125 |
| Niveau rendement | 1992-1995 | 1 grappe/bois | | 1 grappe/bois | | 1 grappe/bois | | 1 grappe/bois | | 1 grappe/bois | | 1 grappe/bois | |
| | 1996-2000 | 1 gr./bois | 1,4 kg/m ² | 1 gr./bois | 1,4 kg/m ² | 1 gr./bois | 1,4 kg/m ² | 1 gr./bois | 1,4 kg/m ² | 1 gr./bois | 1,4 kg/m ² | 1 gr./bois | 1,4 kg/m ² |

Lieu: Pully; année de plantation: 1986; cépage: Chasselas; taille: guyot simple; porte-greffe: 3309.

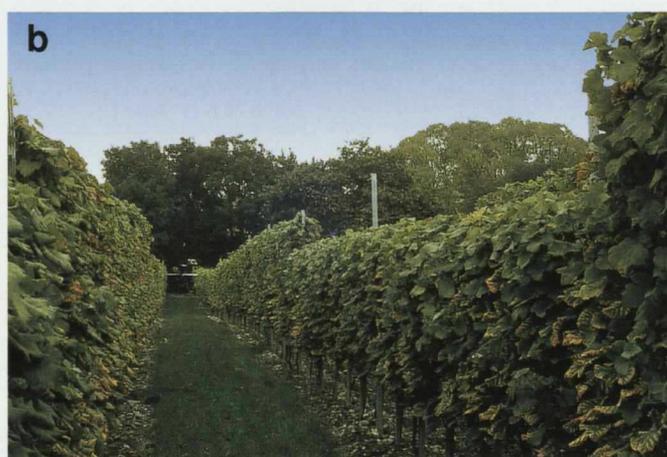


Fig. 2 a et b. Quatre distances interlignes (120, 160, 200 et 240 cm) et trois hauteurs de la haie foliaire (75, 100 et 125 cm) ont été combinées.

Dispositif expérimental

Le domaine expérimental de Pully se trouve sur un coteau exposé au sud avec une pente variant de 10 à 20%. Le sol de la parcelle expérimentale est de texture moyenne (12% d'argile) et normalement pourvu en matière organique (1,5%). Tous les interlignes sont enherbés avec, dès 1998, une suppression estivale de l'enherbement par désherbage chimique. Quatre distances interlignes ont été comparées avec différentes hauteurs de haie foliaire et deux niveaux de rendements (tabl. 1; fig. 1 et 2). L'essai a été implanté avec le cépage Chasselas greffé sur 3309 et comprend quatre répétitions. La taille a été faite en guyot simple. La charge en rameaux a été maintenue constante pour l'ensemble des variantes à sept bois par cep, ce qui correspond à des densités de rameaux allant de 34 300 à 68 600 par ha.

Pour la présentation des résultats, nous avons considéré deux périodes d'essai: la première porte sur les années 1992 à 1995 où l'effet des quatre interlignes a été étudié avec deux hauteurs de feuillage (85 et 115 cm) et un niveau de rendement (une grappe par bois); la deuxième va de 1996 à 2000 où les quatre interlignes ont été combinés avec trois haies foliaires (75, 100 et 125 cm) et deux niveaux de rendement (une grappe par bois et 1,4 kg/m²).

Contrôles

Les mesures et observations ont porté sur la fertilité des bourgeons, le rendement, le taux de sucre, l'acidité des moûts, le taux d'attaque de pourriture et le poids des bois de taille. Dès 1996, la surface foliaire exposée a été mesurée selon les méthodes proposées par CARBONNEAU (1976), MURISIER (1996) et MURISIER et ZUFFEREY (1997), en tenant compte du périmètre de la végétation et de l'importance des trous. Le poids de la baie a été contrôlé par prélèvement au hasard de 200 baies par échantillon. L'analyse foliaire (limbe et pétiole) a également été réalisée dès 1996 et a porté sur les déterminations de N, P, K, Ca et Mg.

Des mesures d'intensité lumineuse et d'échanges gazeux ont aussi été effectuées dans cet essai et ont déjà fait l'objet de publications (ZUFFEREY, 1994 et 2000; ZUFFEREY *et al.*, 1998). Des microvinifications ont été réalisées sur différentes années d'essai. Les résultats analytiques et organoleptiques portant sur les vins feront l'objet d'une deuxième publication.

Résultats et discussion

Période d'essai 1992-1995

Rendement, sucres, acidité des moûts (fig. 3)

Pour une même charge en rameaux (7 bois/cep), une même distance intercep et un même niveau de rendement (1 grappe/bois), l'accroissement de l'interligne a eu tendance à provoquer une augmentation du rendement par cep allant en moyenne des années de 8 à 23% selon la largeur de l'interligne. Malgré cet effet, le rendement par unité de surface (kg/m²) a fortement diminué avec l'accroissement de la distance entre les

rangs. Les différences de rendement entre les deux hauteurs de feuillage (85 et 115 cm) sont faibles. Une légère tendance à des rendements plus élevés dans les variantes avec le moins de feuillage est perceptible; elle peut s'expliquer par le fait que ces variantes sont rognées pour la première fois juste avant floraison, ce qui peut favoriser la nouaison. Les teneurs en sucre (°Oe) ont été très proches pour l'ensemble des quatre interlignes comparés, avec des différences rarement significatives. L'accroissement de la haie foliaire a amélioré la teneur en sucre quel que soit l'écartement des rangs. La forte réduction du rendement par unité de sur-

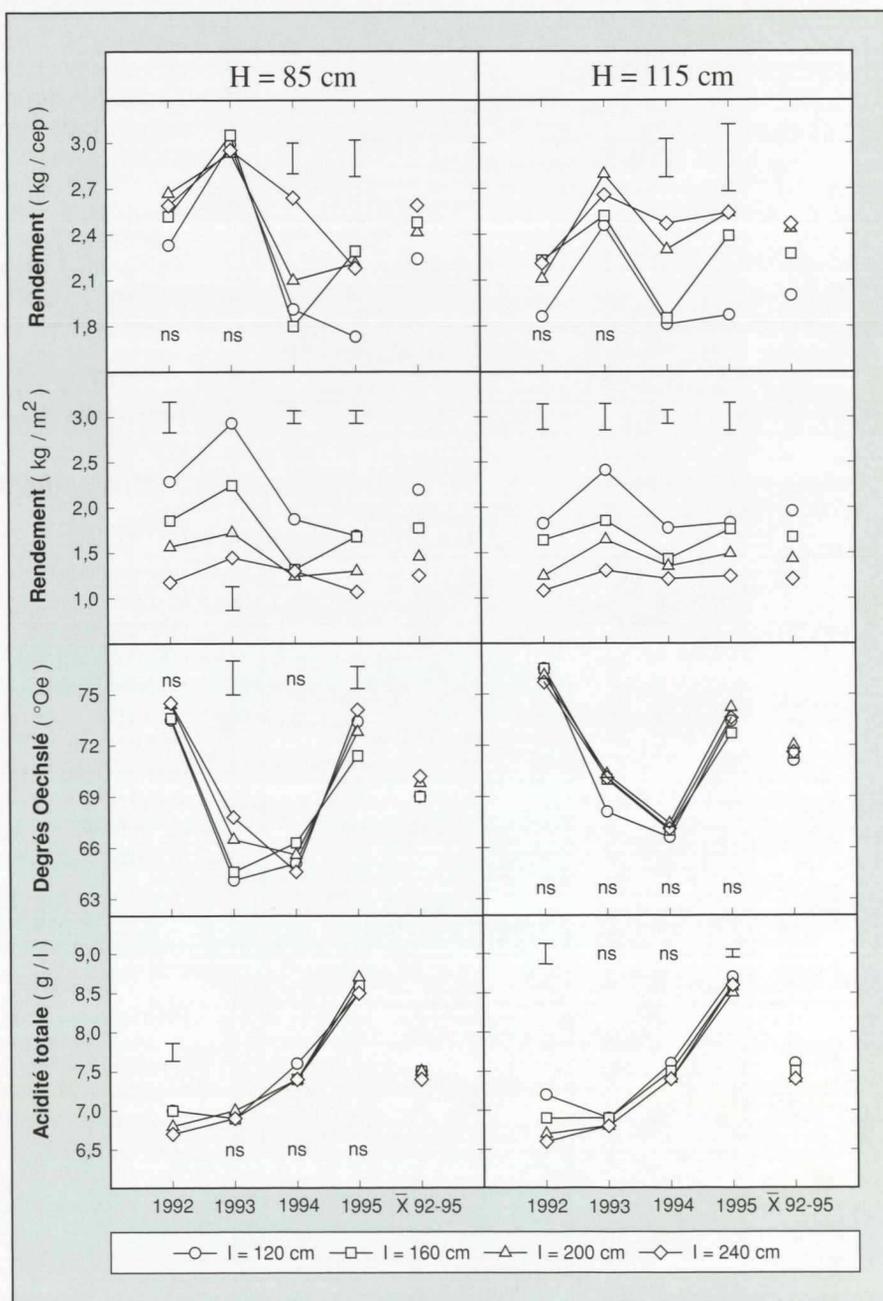
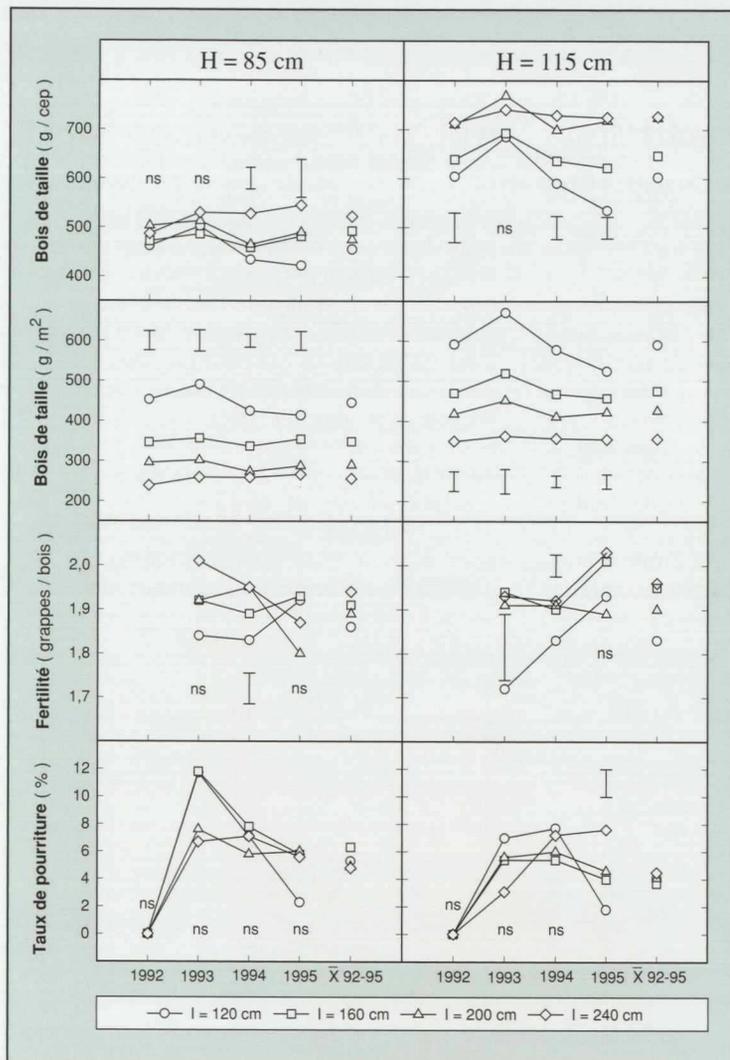


Fig. 3. Essai de densité de plantation sur Chasselas à Pully (VD). Effets sur le rendement, la teneur en sucre (°Oe) et l'acidité totale des moûts (exprimée en acide tartrique). Période 1992-1995. H = hauteur du feuillage; I = interligne; I = ppds 0,05; n.s. = non significatif.



◁ Fig. 4. Essai de densité de plantation sur Chasselas à Pully (VD). Effets sur le poids des bois de taille, la fertilité des bourgeons et le taux de pourriture. Période 1992-1995. H = hauteur du feuillage; I = interligne; I = ppds 0,05; n.s. = non significatif.

face n'a pas amélioré la teneur en sucre. L'acidité totale des moûts n'a été que très faiblement influencée par la distance interligne. Lorsque les différences ont été significatives (exemple: 1992), l'acidité des moûts a tendance à diminuer avec l'écartement, ce qui peut s'expliquer par une meilleure exposition des grappes au soleil (moins d'ombre portée).

Poids des bois de taille, fertilité et taux de pourriture (fig. 4)

Le poids des sarments à la taille s'est comporté de manière semblable au rendement. L'augmentation de l'interligne a entraîné un accroissement des poids des bois de taille par cep (4 à 20% selon l'écartement). En revanche, le poids des bois par unité de surface a fortement baissé avec l'augmentation de l'interligne.

La fertilité des bourgeons a été peu influencée par l'écartement. Quand les écarts ont été significatifs (exemple: 1994), les variantes avec des rangs plus serrés ont eu tendance à présenter des taux de fertilité légèrement plus bas, ce qui pourrait provenir d'un moindre éclaircissement des bourgeons (ombre portée) au cours de l'initiation florale. L'écartement des rangs n'a pas eu d'effet notable sur le taux de pourriture des raisins qui a été généralement faible dans cet essai.

Période d'essai 1996-2000

➤ Niveau de rendement: 1 grappe/bois

Rendement, sucres, acidité (tabl. 2)

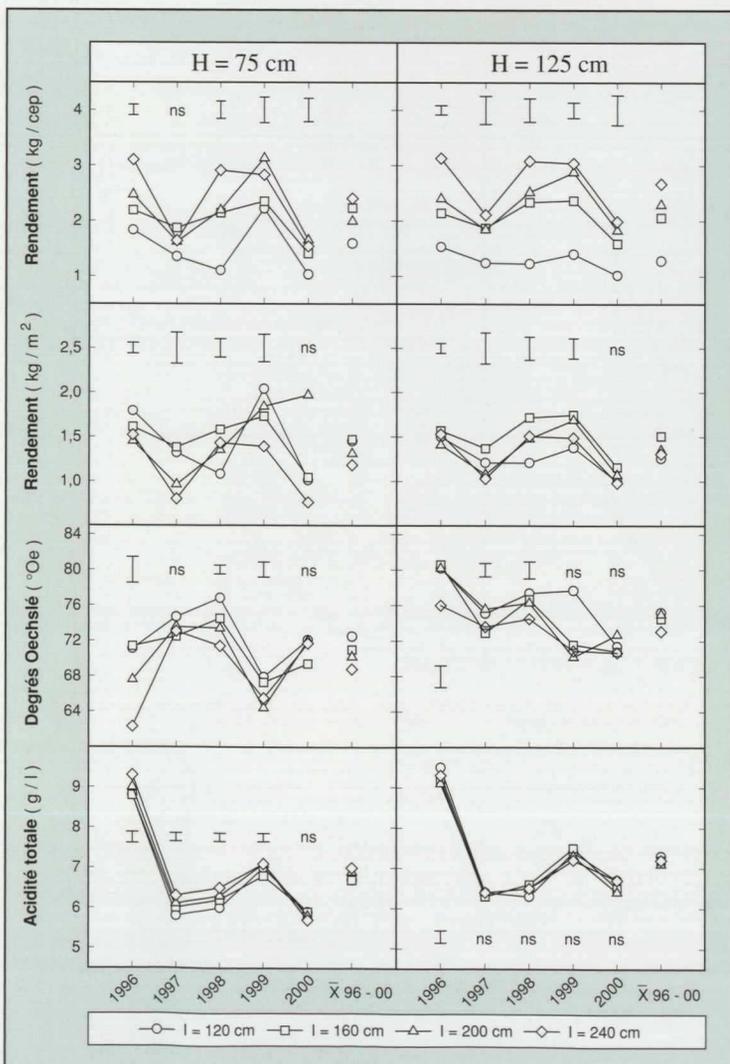
Les résultats obtenus durant la période d'essai 1996-2000, avec le même niveau de rendement que pour la période 1992-1995 (1 grappe/bois), confirment totalement les résultats de la première période.

L'accroissement de l'interligne a fait augmenter le rendement par cep et cela de manière d'autant plus marquée que la hauteur de feuillage était élevée. Le rendement par unité de surface a toutefois sensiblement diminué avec l'élargissement des rangs.

La richesse en sucre n'a pas été influencée par la distance interligne; par contre, elle a été améliorée par l'élévation de la haie foliaire. L'écartement des rangs n'a pas eu d'effet sur l'acidité des moûts, tant au niveau de l'acidité totale que des acidités malique et tartrique (résultats non présentés).

Poids des bois de taille, fertilité (tabl. 2)

Les poids des bois de taille ont évolué comme les rendements, avec un accroissement du poids par cep et une réduction du poids par unité de surface lorsque l'interligne augmentait. Les différences de fertilité ont été faibles, la tendance allant, comme déjà observé pour la première période d'essai, à une amélioration de la fertilité avec l'élargissement des rangs.



◁ Fig. 5. Essai de densité de plantation sur Chasselas à Pully (VD). Effets sur le rendement, la teneur en sucre (°Oe) et de l'acidité totale des moûts (exprimée en acide tartrique). Période 1996-2000. Niveau de rendement: 1,4 kg/m². H = hauteur du feuillage; I = interligne; I = ppds 0,05; n.s. = non significatif.

➤ **Niveau de rendement:**
1,4 kg/m²

Rendement, sucres, acidité

(fig. 5)

Dans cet essai, le rendement recherché a été de 1,4 kg/m² pour toutes les variantes par un dégrappage sélectif. Cet objectif n'a pas toujours été atteint chaque année, en particulier dans les variantes à grand écartement. Toutefois, en moyenne des cinq années, l'objectif de rendement a été à peu près obtenu. La recherche d'un même rendement par unité de surface exige que la production par cep soit augmentée proportionnellement à l'écartement des rangs.

En dehors de l'effet bénéfique des hauteurs du feuillage, la richesse en sucre a eu tendance à diminuer avec l'accroissement de la distance interligne contrairement à la variante où le rendement a été limité à 1 grappe/bois. Il apparaît que la teneur en sucre est plus liée au rendement par cep qu'à la production par unité de surface. L'acidité totale des moûts a été peu influencée par l'écartement des rangs. Elle a été un peu plus élevée dans les variantes à 125 cm de feuillage par rapport à une haie foliaire de 75 cm. Les contrôles faits au niveau de l'acide tartrique, de l'acide malique et du pH des moûts (résultats non présentés) ne mettent que rarement en évidence des différences significatives. L'acide malique et le pH ont été très peu influencés par l'écartement et la hauteur du feuillage, alors que l'acide tartrique a eu tendance à légèrement augmenter avec l'écartement des rangs.

Poids des bois de taille et des baies, surface foliaire exposée (fig. 6)

Avec un rendement visé à 1,4 kg/m², contrairement à l'essai conduit avec un rendement limité à 1 grappe/bois, le poids des bois de taille par cep n'a progressé que faiblement avec l'accroissement de l'interligne. Le poids des bois de taille par unité de surface a ainsi été plus fortement réduit avec l'augmentation de la distance entre les rangs.

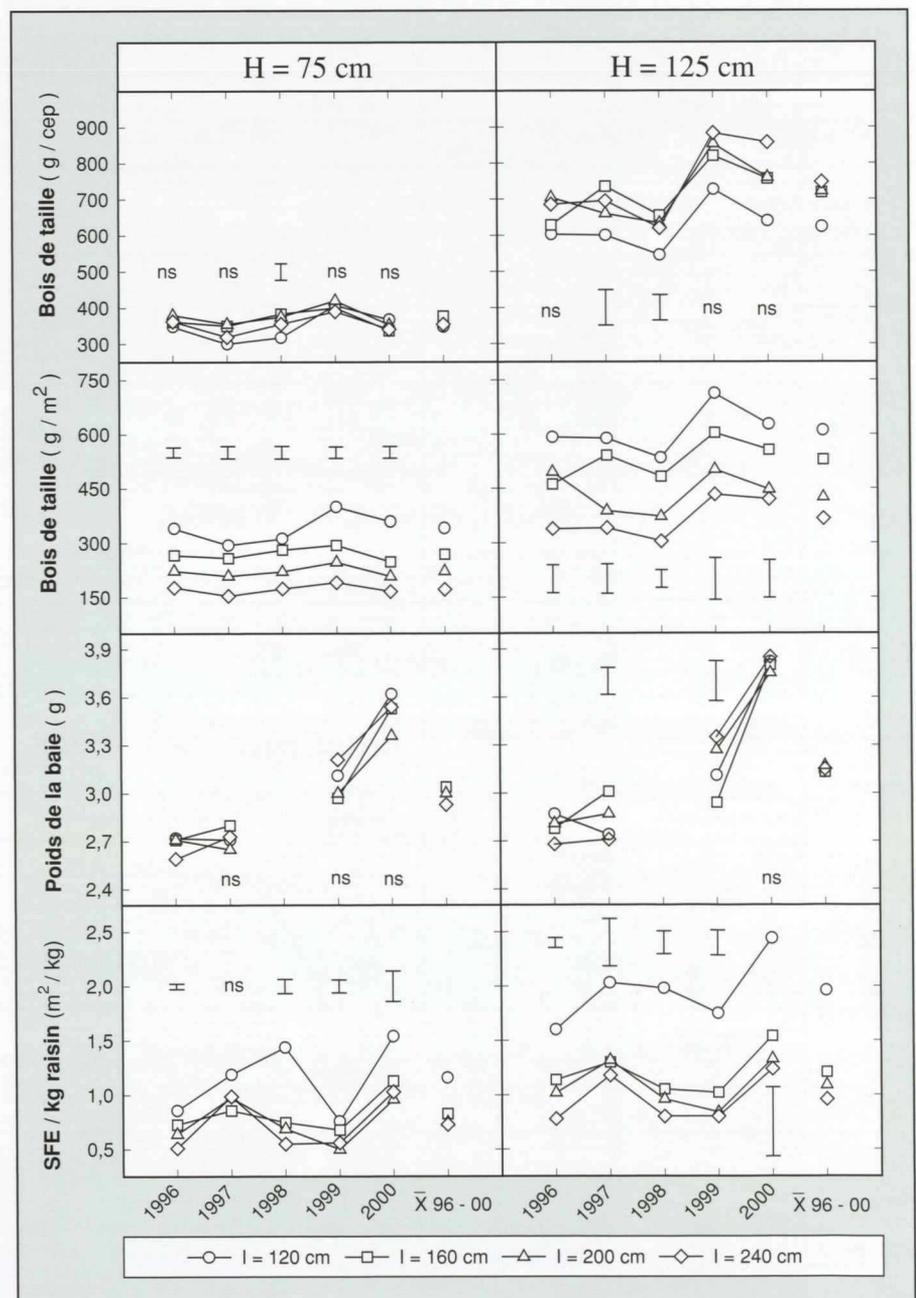
Le poids de la baie n'a pratiquement pas été influencé par l'interligne. Le poids des baies de la variante avec

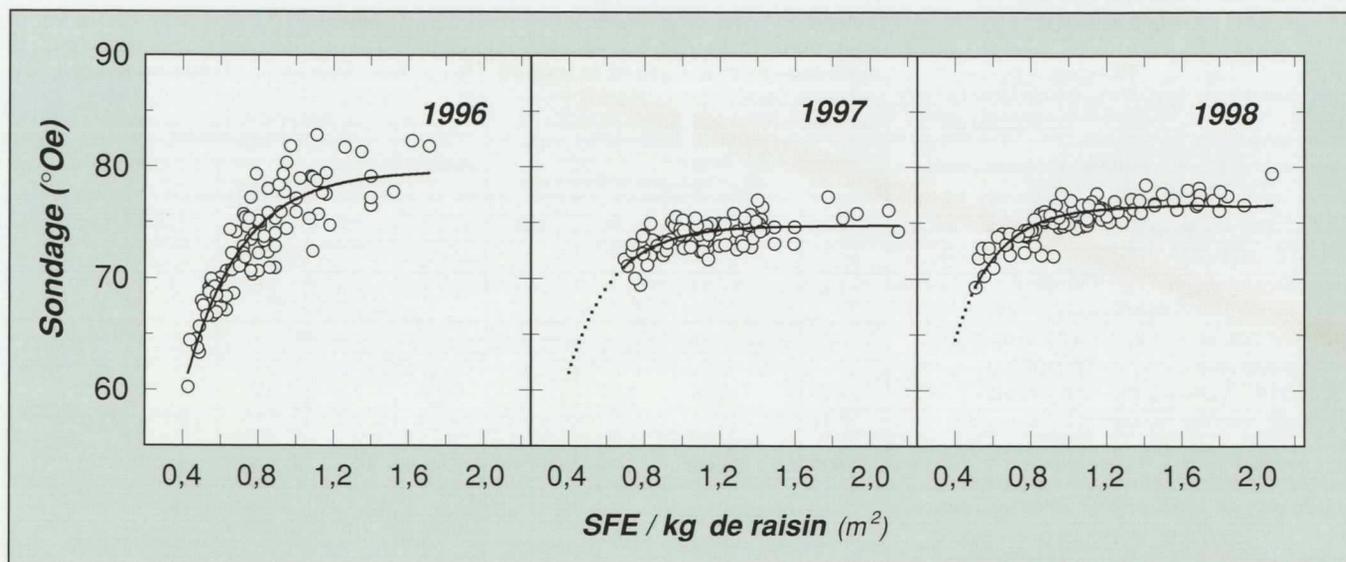
Fig. 6. Essai de densité de plantation sur Chasselas à Pully. Effets sur le poids des bois de taille, le poids des baies, la surface foliaire exposée par kilo de raisin (SFE/kg). Période 1996-2000. Niveau de rendement: 1,4 kg/m². H = hauteur du feuillage; I = interligne; I = ppds 0,05; n.s. = non significatif.

Tableau 2. Essai de densité de plantation sur Chasselas à Pully (VD). Effets sur le rendement, la teneur en sucre, l'acidité totale (exprimée en acide tartrique), le poids des bois de taille et la fertilité. Moyennes 1996-2000. Niveau de rendement: 1 grappe/bois.

| Variantes | | Rendement | | °Oe | Acidité totale (g/l) | Bois de taille | | Fertilité grappe/bois |
|-----------|--------|-----------|-------------------|------|----------------------|----------------|------------------|-----------------------|
| I (cm) | H (cm) | kg/cep | kg/m ² | | | g/cep | g/m ² | |
| 120 | 75 | 1,96 | 1,92 | 70,6 | 6,8 | 328 | 322 | 1,91 |
| 160 | 75 | 2,29 | 1,69 | 70,0 | 6,8 | 373 | 275 | 1,92 |
| 200 | 75 | 2,42 | 1,42 | 70,1 | 6,9 | 404 | 237 | 1,93 |
| 240 | 75 | 2,37 | 1,16 | 69,7 | 6,9 | 413 | 202 | 2,00 |
| ppds 0,05 | | 0,19 | 0,17 | n.s. | n.s. | 58 | 37 | n.s. |
| 120 | 100 | 2,02 | 1,99 | 72,5 | 7,2 | 485 | 476 | 1,82 |
| 160 | 100 | 2,43 | 1,78 | 71,4 | 7,1 | 519 | 381 | 1,86 |
| 200 | 100 | 2,46 | 1,45 | 71,9 | 7,1 | 570 | 335 | 1,90 |
| 240 | 100 | 2,58 | 1,26 | 71,3 | 7,1 | 575 | 282 | 1,93 |
| ppds 0,05 | | 0,19 | 0,14 | n.s. | n.s. | 55 | 28 | n.s. |
| 120 | 125 | 1,79 | 1,76 | 73,9 | 7,3 | 599 | 587 | 1,79 |
| 160 | 125 | 2,22 | 1,63 | 73,7 | 7,2 | 674 | 512 | 1,86 |
| 200 | 125 | 2,50 | 1,47 | 73,9 | 7,2 | 749 | 440 | 1,92 |
| 240 | 125 | 2,52 | 1,23 | 73,0 | 7,2 | 795 | 390 | 1,96 |
| ppds 0,05 | | 0,24 | 0,18 | n.s. | n.s. | 66 | 35 | 0,08 |

I = interligne. H = hauteur des feuillages. n.s. = non significatif.





△ Fig. 7. Essai de densité de plantation sur Chasselas à Pully (VD). Relation entre la surface foliaire exposée par kilo de raisin (SFE/kg) et la teneur en sucre des moûts (°Oe). Période 1996-1998.

Tableau 3. Essai de densité de plantation sur Chasselas à Pully (VD). Surface foliaire exposée (SFE en m² par m² de sol). Période d'essai: 1996-2000.

| Interligne (cm) | H = 75 cm | H = 100 cm | H = 125 cm |
|-----------------|-----------|------------|------------|
| 120 | 1,54 | 1,96 | 2,38 |
| 160 | 1,16 | 1,47 | 1,78 |
| 200 | 0,92 | 1,17 | 1,42 |
| 240 | 0,77 | 0,98 | 1,19 |

H = hauteur du feuillage.

125 cm de haie foliaire a été un peu supérieur à celui des baies de la variante avec 75 cm de hauteur de feuillage. La surface foliaire exposée (SFE) a évolué directement en fonction de l'écartement des rangs et de la hauteur de la haie foliaire du fait que les trous dans la végétation étaient très faibles dans cette parcelle (tabl. 3).

La SFE par kilo de raisin a diminué avec l'accroissement de l'interligne. Ce paramètre permet de bien expliquer les variations des teneurs en sucre (fig. 7). La valeur optimale se situe aux environs de 1 m² de SFE par kilo de raisin. Ces résultats confirment ceux obtenus dans des essais de hauteur de feuillage et de limitation de rendement (MURISIER, 1996; MURISIER et ZUFFEREY, 1997).

◁ Fig. 8. Essai de densité de plantation sur Chasselas à Pully (VD). Effets sur la richesse en éléments minéraux des feuilles. Période 1996-2000. Niveau de rendement: 1,4 kg/m². H = hauteur du feuillage; I = interligne; ∓ = ppds 0,05; n.s. = non significatif.

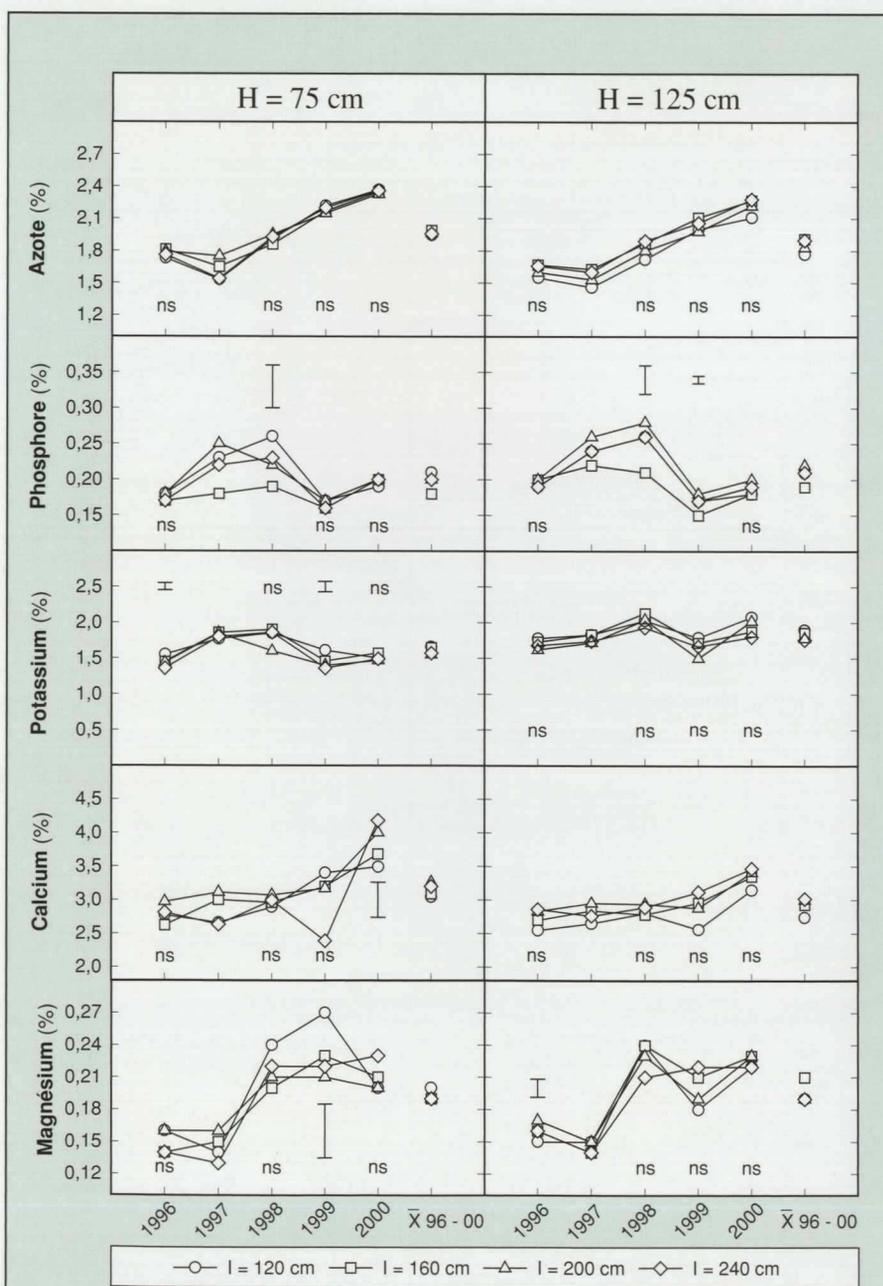




Fig. 9 a et b. L'ombre portée d'un rang sur l'autre varie selon l'écartement des rangs, la hauteur de la haie foliaire et la position du soleil en cours de journée.

Éléments minéraux des feuilles (fig. 8)

La teneur en **azote** des feuilles n'a que très peu varié en fonction de l'écartement et de la haie foliaire. Les valeurs ont été plus élevées à partir de 1998 du fait de la suppression de la concurrence du gazon, brûlé en début d'été par désherbage chimique. Les variantes de l'essai n'ont pas entraîné de modifications des teneurs en **phosphore**. La teneur en **potassium** a eu tendance, toutefois rarement de manière significative, à diminuer avec l'accroissement de l'interligne, ainsi qu'avec la réduction de la haie foliaire. L'influence de la distance interligne et de la hauteur de la haie foliaire sur les teneurs en **calcium** et en **magnésium** des feuilles a été très faible.

Discussion générale

Cet essai de densité de plantation montre qu'avec des systèmes de conduite à un plan de palissage vertical, les vignes à rangs étroits s'avèrent plus performantes sur le plan agronomique que celles à rangs larges. A même niveau de rendement, la richesse en sucre des moûts est plus élevée en culture étroite. Pour un niveau identique de sucres dans les raisins, le potentiel de production est plus important. Le meilleur fonctionnement des vignes à rangs étroits s'explique essentiellement par la surface foliaire exposée. Ce paramètre, qui paraît plus important que la densité de plantation en tant que telle, est toujours supérieur en culture étroite. Il est certes possible de compenser l'écartement des rangs par un accroissement de la hauteur de la haie foliaire. Toutefois, l'effet favorable de l'augmentation de la haie foliaire sur la teneur en sucre

des moûts apparaît aussi bien en vigne étroite qu'en vigne large et cela pour les différentes hauteurs de feuillage comparées. Cette constatation montre que l'effet des ombres portées d'un rang sur l'autre, qui sont plus marquées en culture étroite pour une même haie foliaire, ne semble pas très important (fig. 9). CARBONNEAU (1980 et 1995) a proposé une méthode de mesure de la surface foliaire potentiellement active qui prend en compte les ombres portées. Cette mesure n'a pas permis d'apporter, dans le cadre de cet essai, une meilleure explication de la teneur en sucre dans les moûts que la détermination de la surface foliaire exposable qui ne tient pas compte des ombres portées (MURISIER et ZUFFEREY, 1997 et 2000).

Avec des cépages à grosses grappes comme le Chasselas, les vignes étroites donnent souvent des rendements largement supérieurs aux directives de production de l'appellation. Les systèmes à rangs étroits nécessitent de ce fait des éclaircissements plus importants que les vignes à rangs larges. Les vignes étroites ont généralement des coûts de production plus élevés que les vignes larges. Un écartement interligne optimal doit être recherché en tenant compte du potentiel de production des cépages, du niveau de rendement souhaité, des possibilités de mécanisation et des coûts de production. Des systèmes mi-larges peuvent permettre de tirer en partie profit des avantages des cultures étroites sur le plan qualitatif et de ceux des cultures larges au niveau des coûts de production. Il faut noter qu'il existe aujourd'hui un parc de machines très performant pour les cultures mi-larges (160 à 200 cm). L'analyse des effets des systèmes de conduite ne doit pas s'arrêter au niveau du raisin; elle doit aller jusqu'à la qualité finale des vins. Cet aspect fera l'objet d'un prochain article.

Conclusions

- ❑ Pour une même charge en rameaux et un même nombre de grappes par cep, le rendement par cep a augmenté avec l'accroissement de l'écartement des rangs. Toutefois, le rendement par unité de surface a sensiblement diminué.
- ❑ La diminution du rendement à la surface n'a pas entraîné d'amélioration du taux de sucre des moûts.
- ❑ Avec un même rendement à l'unité de surface, la teneur en sucre des moûts a eu tendance à diminuer avec l'augmentation de l'interligne.
- ❑ Le poids des bois de taille a évolué de manière identique au rendement.
- ❑ La distance interligne n'a exercé que peu d'effet sur l'acidité des moûts, tant au niveau de l'acidité totale que des acides tartrique et malique.
- ❑ L'interligne a également eu peu d'influence sur la fertilité des bourgeons, le poids de la baie, le taux de pourriture et la teneur en éléments minéraux des feuilles.
- ❑ La surface foliaire exposée par kilo de raisin est un rapport qui explique bien les variations du taux de sucre. Ce ratio permet d'intégrer à la fois l'écartement des rangs, la hauteur de la haie foliaire et le niveau de rendement.
- ❑ L'influence sur la qualité des vins sera analysée dans une prochaine publication.

Remerciements

Toute l'équipe de la section de viticulture et d'œnologie qui a participé à cette expérimentation est vivement remerciée pour sa précieuse collaboration.

Bibliographie

- CARBONNEAU A., 1976. Principes et méthodes de mesure de la surface foliaire. Essai de caractérisation des types de feuille dans le genre *Vitis*. *Ann. Amél. Plantes* **26** (2), 327-343.
- CARBONNEAU A., 1980. Recherche sur les systèmes de conduite de la vigne: essai de maîtrise du microclimat et de la plante entière pour produire économiquement du raisin de qualité. Thèse docteur ingénieur. Université de Bordeaux II, 235 p.
- CARBONNEAU A., 1995. La surface foliaire exposée potentiellement. Guide pour sa mesure. *Progr. agric. vitic.* **112**, 204-212.
- MOSER L., 1960. Un nouveau vignoble. Imprimerie Firmin-Didot, Le Mesnil-sur-l'Estrée, 346 p.
- MURISIER F., 1981. La culture de la vigne en banquettes. La situation en Suisse romande. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **13** (2), 77-82.
- MURISIER F., 1984. L'évolution des modes de conduite de la vigne en Suisse romande. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **16**, 11-13.
- MURISIER F., ZIEGLER R., 1991. Effets de la charge en bourgeons et de la densité de plantation sur le potentiel de production, sur la qualité du raisin et sur le développement végétatif. Essais sur Chasselas. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **23** (5), 277-282.
- MURISIER F., FERRETTI M., 1996. Densité de plantation sur le rang: effets sur le rendement et la qualité du raisin. Essai sur Merlot au Tessin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **28** (5), 293-300.
- MURISIER F., 1996. Optimisation du rapport feuille-fruit de la vigne pour favoriser la qualité du raisin et l'accumulation des glucides de réserve. Relation entre le rendement et la chlorose. Thèse de doctorat, EPF Zurich, 132 p.
- MURISIER F., ZUFFEREY V., 1997. Rapport feuille-fruit de la vigne et qualité du raisin. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **29** (6), 355-362.
- MURISIER F., FERRETTI M., ZUFFEREY V., 2001. Nouveaux systèmes de conduite pour les vignes en forte pente. Essais sur Merlot au Tessin. 1. Résultats agronomiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **33** (1), 25-33.
- MURISIER F., FERRETTI M., ZUFFEREY V., 2002. Nouveaux systèmes de conduite pour les vignes en forte pente. Essais sur Merlot au Tessin. 3. Résultats œnologiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **34** (5), 281-285.
- PELOSSI S., 1993. Influenza della densità d'impianto (distanza tra i ceppi) e della forma d'allevamento (tipo di potatura) sul comportamento della vite e sulla qualità del vino. Travail de diplôme de l'Ecole d'ingénieurs de Changins, 98 p.
- 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 EPF Zurich, 104 p.
- ZUFFEREY V., 1994. Influence de l'écartement des rangs sur le comportement physiologique de la vigne. Travail de diplôme EPF Zurich, 90 p.

Summary

Effect of density of planting on agronomic grapevine behaviour and on wine quality: experiment on Chasselas. 1. Agronomic results

An experiment of spacing between rows with different heights of the foliar hedge and different yield levels was started in 1986 at the experimental vineyard of the Federal Agricultural Research Station of Changins at Pully (VD). At the same shoot load and the same clusters number per vine, the increasing of the row spacing led to an increase of the yield per plant but to a strong decrease of the yield per square meter, without improvement of the sugar content of the must. At the same yield level per square meter, the sugar content of the must decreases with increasing row spacing. The same observation was made for the total cane weight. The row spacing had only little effect on must acidity, berry weight, bud fertility, botrytis level and on the mineral composition of the leaves. There is a good correlation between leaf surface exposed to light per kg of fruit and the sugar content of the must.

Key words: system of training, canopy management, density of planting, spacing between rows, yield, quality.

Zusammenfassung

Einfluss der Pflanzdichte auf das agronomische Verhalten der Rebe und auf die Weinqualität: Versuch mit Chasselas. 1. Agronomische Resultate

An der Versuchsanstalt von Changins in Pully (VD) wurde seit 1986 ein Reihenabstand-Versuch mit unterschiedlichen Laubwandhöhen und mit verschiedenem Ertragsniveau auf der Rebsorte Chasselas geprüft. Für gleich viel Triebe und Trauben pro Stock, führt der zunehmende Reihenabstand zu einem höherem Stockertrag, aber zu einer starken Senkung des Flächenertrages, ohne Zunahme des Mostzuckergehaltes. Unter Beibehaltung des Flächenertrages, nimmt, mit zunehmenden Reihenabstand, der Zuckergehalt des Mostes ab. Die gleiche Auswirkung wird mit dem Schnittholzgewicht beobachtet. Der Reihenabstand hat einen geringen Einfluss auf die Mostsäure, das Beerengewicht, die Knospenfruchtbarkeit, den Fäulnisbefall und auf die mineralische Zusammensetzung der Blätter. Die lichtexponierte Blattfläche erklärt die Zuckerschwankungen der Moste sehr gut.

Riassunto

Effetto della densità di impianto sul comportamento agronomico della vite e sulla qualità dei vini: prova su Chasselas. 1. Risultati agronomici

Un esperimento di distanza fra le file, combinato con diverse altezze della parete fogliare e diversi livelli di produzione, è stato messo a punto nel 1986 su Chasselas presso il Centro sperimentale della Stazione federale di Changins a Pully (VD). Mantenendo lo stesso numero di rami e grappoli per ceppo, l'aumento della distanza tra i filari ha provocato un aumento della produzione per ceppo, ma una forte diminuzione della resa per unità di superficie, senza un sensibile miglioramento del tenore zuccherino dei mosti. Mantenendo lo stesso livello di produzione per unità di superficie, il contenuto zuccherino nei mosti ha avuto tendenza a diminuire con l'aumento delle distanze tra i filari. Lo stesso comportamento si è verificato per il peso del legno alla potatura. La distanza interfilaria ha avuto poca influenza sull'acidità dei mosti, sul peso dell'acino, sulla fertilità delle gemme, sulla percentuale di marciume e sul tenore in elementi minerali delle foglie. La superficie fogliare esposta per kg di uva permette bene di spiegare le variazioni del tenore zuccherino.

ZUFFEREY V., MURISIER F., MONNEY Ph., 1998. Interception du rayonnement solaire par la vigne selon différentes dispositions de la haie foliaire. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **30** (5), 301-304.

ZUFFEREY V., 2000. Echanges gazeux des feuilles chez *Vitis vinifera* L. (cv. Chasselas) en fonction des paramètres climatiques et physiolo-

giques et des modes de conduite de la vigne. Thèse de doctorat, EPF Zurich, 335 p.

ZUFFEREY V., MURISIER F., FERRETTI M., IMMELLI N., 2001. Nouveaux systèmes de conduite pour les vignes en forte pente. Essais sur Merlot au Tessin. 2. Aspects physiologiques. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **33** (4), 207-210.