

# Optimalisation 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

**Doctoral Thesis**

**Author(s):**

Murisier, François Maurice

**Publication date:**

1996

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001705064>

**Rights / license:**

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

12. Dez. 1996

Thèse EPFZ N° 11729

**OPTIMALISATION 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

présentée à l'  
ECOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE ZURICH  
pour l'obtention du grade de  
Docteur ès sciences techniques

par  
FRANCOIS MAURICE MURISIER  
Ing. agr. dipl. EPFZ  
né le 21 octobre 1946  
d'Orsières (VS)

Acceptée sur proposition  
du Prof. Dr. J. Nösberger, rapporteur  
du PD Dr. W. Koblet, corapporteur  
de l'Ing. agr. Ch. Schneider, corapporteur

*J. Nösberger*

Zürich 1996

## I RÉSUMÉ

Dans la présente étude, les effets du rapport feuille-fruit sur le comportement productif, végétatif et qualitatif ont été analysés. Les arrière-effets du niveau de rendement sur la teneur en glucides des parties pérennes, sur la croissance des racines et sur la chlorose ont également été étudiés.

Dans une première série d'essais, l'influence du rapport feuille-fruit sur le rendement, la qualité des raisins et la croissance de la vigne a été étudiée en faisant varier la hauteur de la haie foliaire et l'interligne ainsi que le niveau de rendement par suppression de grappes ou réduction du nombre de rameaux. Les essais ont été réalisés en plein champ dans les domaines expérimentaux de la Station fédérale de Changins, à Pully (VD), Changins (VD) et Leytron (VS), sur les cépages Chasselas et Gamay.

En faisant augmenter la hauteur de la haie foliaire, le rendement par cep a légèrement progressé et la teneur en sucres des moûts s'est améliorée. Les rapports « poids des bois de taille par kg de raisin », « surface foliaire exposée par kg de raisin » et « surface externe de couvert végétal par kg de raisin » permettent de bien expliquer l'évolution de la richesse en sucres des raisins. Il a fallu en moyenne des années, 220 g de sarment par kg de raisin ou 1 m<sup>2</sup> de surface foliaire exposée ou de couvert végétal par kg de raisin pour obtenir un taux de sucres optimal. Un rapport feuille-fruit trop faible a réduit la teneur en amidon des racines et a favorisé l'apparition de la chlorose l'année suivante. L'augmentation de l'écartement des rangs a provoqué une diminution de la surface foliaire exposée par unité de surface. Jusqu'à une certaine limite (2 m d'interligne), il a été possible de compenser l'effet de l'écartement des rangs par un accroissement de la haie foliaire. La hauteur de la haie de végétation n'a pas exercé d'effets très marqués sur l'acidité des moûts et sur le taux de pourriture des raisins, quelle que soit la largeur de l'interligne.

La réduction du rendement par suppression de grappes a influencé positivement le taux de sucres des moûts. La corrélation entre ces deux paramètres a été très étroite et les pentes des régressions linéaires se sont situées en moyenne vers 1 °Oe par 100 g/m<sup>2</sup> de raisin. La surface externe de couvert végétal par kg de raisin a été étroitement corrélée avec la richesse en sucres. En moyenne, 1 à 1,2 m<sup>2</sup> de couvert végétal par kg de raisin a été nécessaire pour obtenir une teneur en sucres suffisante. En année climatiquement défavorable, cette valeur devrait être légèrement augmentée. La meilleure époque de limitation s'est située entre la nouaison et la véraison. L'évaluation du rendement probable dépend de l'estimation correcte du poids moyen de la baie. Celui-ci a varié considérablement selon les parcelles et les années. La limitation de récolte a entraîné un accroissement du poids des baies de 5 à 10 %. L'excès de récolte a réduit le potentiel de rendement de l'année suivante (fertilité des bourgeons inférieure) et le développement végétatif. Il a également provoqué des apparitions de chlorose. L'allongement de la période de maturation (vendange tardive) n'a que faiblement permis de compenser les effets des fortes productions.

La diminution du nombre de rameaux par cep a amené une baisse du rendement non proportionnelle au nombre de bois. Un phénomène de compensation a été constaté au niveau de la fertilité des bourgeons et du poids des grappes qui ont eu tendance à s'accroître avec la diminution du nombre de rameaux. L'amélioration de la fertilité est expliquée principalement par le poids individuel du sarment conservé à la taille. La réduction du nombre de pousses par cep a fait progresser proportionnellement le poids moyen du sarment. L'amélioration du taux de sucres, consécutive à la baisse du rendement obtenue par réduction de la charge en rameaux, a été moins importante (0,4 °Oe par 100 g/m<sup>2</sup>) que celle enregistrée dans les essais de limitation par suppression de grappes. Le poids des bois de taille par kg de raisin et la surface foliaire exposée par kg de raisin ont été à nouveau bien corrélés avec le taux de sucres des moûts, avec des rapports optimaux proches de ceux obtenus dans les essais de variation de la haie foliaire et de dégrappage. La surface foliaire exposée est restée pratiquement constante dans toutes les variantes, le développement des entre-coeurs ayant été plus important lorsque la charge en rameaux diminuait.

Dans un deuxième groupe d'essais de plein champ et de vignes en pots, l'influence du niveau de rendement sur l'apparition de la chlorose, sur la teneur en glucides de réserve des parties pérennes et sur la croissance des racines a été analysée. La variation de rendement a été obtenue en supprimant des grappes après la nouaison. Différents porte-greffe ont été comparés. Les essais ont été réalisés avec les cépages Chasselas et Gamay.

L'essai de plein champ a clairement démontré que des excès de rendement pouvaient provoquer d'importantes apparitions de chlorose l'année suivante. Le phénomène a été plus marqué lorsque les précipitations du printemps (avril-juin) étaient importantes. Il a été observé de nettes différences de comportement entre les porte-greffe utilisés. Le 3309, le 5 BB, le 5 C et le SO4 se sont avérés très sensibles à la surcharge, alors que dans l'ordre décroissant, le 333 EM, le 41 B et le Fercal l'ont été beaucoup moins. La réduction de la chlorose due à la limitation de rendement s'est produite avec tous les porte-greffe testés. Le niveau de réduction par rapport au témoin non limité a varié selon les porte-greffe de 32 à 81 %.

Dans les essais en pots, les analyses des hydrates de carbone de réserve accumulés dans les sarments, le tronc et les racines ont montré que la limitation de rendement favorisait le stockage des glucides totaux dans les parties pérennes. C'est surtout au niveau de la teneur en amidon des racines que l'effet a été le plus marqué, les sucres réducteurs ayant eu tendance à augmenter lorsque les rendements étaient élevés l'année précédente. La diminution de la teneur en amidon des racines, consécutive aux forts niveaux antérieurs de rendement, a été plus marquée pour le 5 BB que pour le Fercal. Il a été observé que la croissance des jeunes racines commençait tard dans la saison (fin mai, début juin), au moment où la croissance des rameaux atteignait environ 50 cm. Les ceps où la récolte avait été fortement limitée l'année précédente ont développé plus de racines en début de croissance, ce qui pourrait expliquer leur meilleure résistance à la chlorose. Au niveau des porte-greffe, le 5 BB a globalement formé plus de radicelles que le Fercal et le 3309.

## II SUMMARY

### **Determining the optimal leaf/fruit ratio of grapevine for yield quality and storage of reserve carbohydrates. - Relation between yield and chlorosis.**

In this study, the effects of the ratio foliage/fruit on production, vegetation and quality were analysed. The side effects of crop level on the carbohydrate content of perennial parts of the vines, on root growth and on chlorosis were also studied.

In a first series of experiments, the influence of the ratio foliage/fruit on yield fruit composition, and growth of the vine were studied by varying the height of the foliar hedge, the distance between rows and the cropping level, which was limited either by cluster thinning or shoot thinning. The trials were performed in the vineyards of the Federal Agricultural Research Station of Changins at Pully (VD), Changins (VD) and Leytron (VS) with the cvs. Chasselas and Gamay.

Increasing the height of the leaf canopy resulted in a slight increase in yield and in sugar content of the must. The relationships «weight of pruning wood per kg of fruit» «leaf surface exposed to light per kg of fruit» and «external surface of grapevine canopy per kg of fruit» provide a good explanation of the sugar content of grapes. On average, 220 g of canes or one square meter of leaf surface exposed to light or of leaf canopy per kg of fruit was necessary in order to obtain an optimum proportion of sugars in the must. A too low ratio between leaf surface and fruit resulted in a lowering of starch content of roots and in the appearance of chlorosis the following year. Increasing the distance between rows resulted in a lower foliar surface exposed to light per hectare. Up to a certain limit (2 m between rows), it is possible to compensate this effect by increasing the height of the foliar hedge. The variation of this height did not affect markedly the acidity of the must and grape rot, independently of the distance between rows.

Reducing yield by cluster thinning resulted in an increase in sugar content of the must. Regression analysis showed that an increase of yield of 100 g/m<sup>2</sup> of leaf area caused a decrease of one degree Oechsle on the must soluble solids. The external surface of the canopy per kg of fruit was closely correlated with the sugar content of grapes. On average, 1-1,2 m<sup>2</sup> of foliage surface per kg of fruit was necessary for obtaining a sufficient sugar content. In a climatically unfavourable year, this value should be slightly increased. The best timing for limiting the yield was shown to be between fruit set and veraison. An accurate yield forecast depends on a correct determination of the mean berry weight. This weight varied considerably according to the situation of the vineyard and from year to year. Limiting the number of clusters resulted in an increase of berry weight of 5-10 %. An excessive production reduced the yield potential for the following year (reduced fertility of buds) as well as the vegetative growth. It caused also the development of chlorosis. Increasing the period of maturation (late vintage) only slightly compensated for the effects of heavy yields.

Reducing the number of shoots per vine resulted in a decrease on yield that was not proportional to the number of shoots. A compensation phenomenon was observed at the level of bud fertility and cluster weight, both of which tended to increase when the number of shoots was lower. The increase in fertility resulted mainly from the higher weight of the cane left at pruning. Reducing the number of shoots per vine favoured the mean cane weight. The improvement in the sugar content of the must due to the limitation of yield obtained in this way was less important (0,4 degree Oechsle per 100 g/m<sup>2</sup>) than when clusters were suppressed. The weight of pruning wood per kg of fruit and the foliar surface exposed to light showed again a good correlation with the sugar content of the must, with optimal ratios close to those obtained in trials where canopy varied in surface and clusters were suppressed. In the present experiment, the foliar surface exposed remained practically the same, as the development of axillary buds increased when the number of shoots was reduced.

In a second group of experiments in the field and with potted vines, the influence of yield level on chlorosis, on the reserve carbohydrates of perennial parts of the vines and on root growth was analysed, using the cvs Chasselas and Gamay. Yield variation was obtained by cluster thinning after fruit set. Several rootstocks were compared.

The field experiment clearly showed that excessive yield could produce severe symptoms of chlorosis in the following year. This phenomenon was more intense when spring rain (April to June) was abundant. Clear differences appeared depending on the rootstock used, 3309, 5 BB, 5 C and SO4 being very sensitive, whereas in decreasing order 333 EM, 41 B and Fercal were much less sensitive. Compared to unthinned controls, limiting yield resulted in less chlorosis in the subsequent season in all rootstocks tested, with a response ranging 32 to 81 % less chlorosis incidence depending on rootstock.

In experiments with potted vines, analyses of reserve carbohydrates in the vinestock and its roots showed that yield limitation favoured the accumulation of non-structural carbon in the perennial parts of the plant. This effect was most pronounced for the starch content of roots, as the amount of reducing sugars tended to increase when yield was higher. This phenomenon was more evident with 5 BB than with Fercal. Growth of young roots was shown to begin late in the season (end of May beginning of June), when shoot were about 50 cm long. The vines whose yield had been severely limited the previous year developed more roots at the beginning of the growth season, a fact that could explain a better resistance to chlorosis. 5 BB developed more radicels than Fercal and 3309.

### III ZUSAMMENFASSUNG

#### **Optimierung des Blatt/Fruchtverhältnisses bei Reben für die Traubenqualität und Reservestoffeinlagerung. - Zusammenhang zwischen Ertrag und Chloroseanfälligkeit.**

In dieser Studie wurde der Einfluss des Blatt-Fruchtverhältnisses auf Ertrag, Wuchs und Qualität untersucht. Ebenfalls abgeklärt werden konnte der Folgeeffekt des Ertrages auf Reservestoffeinlagerung in mehrjährige Pflanzenorgane, sowie Wachstum der Wurzeln und das Auftreten der Chlorose im folgenden Jahr.

In der ersten Versuchsserie war durch Variieren der Laubwandhöhe, des Reihenabstandes, des Ertrages (Traubenausdünnung) und der Triebzahl ein unterschiedliches Blatt/Fruchtverhältnis erzielt und dessen Einfluss auf Menge, Güte und Rebenentwicklung untersucht worden. Diese Feldversuche wurden in den Rebbergen der Eidgenössischen Forschungsanstalt Changins in Pully (VD), Changins (VD) und Leytron (VS) auf Rebsorten Chasselas und Gamay durchgeführt.

Das Erhöhen der Laubwand führte zu einer leichten Ertragssteigerung und Zunahme des Zuckergehaltes im Most. Die Beziehungen «Schnittholzgewicht pro kg Trauben», «exponierte Blattfläche pro kg Trauben» und «äussere Laubwandfläche pro kg Trauben» erlauben eine gute Interpretation der Zuckeranreicherung der Beeren. Um einen optimalen Zuckergehalt zu erreichen, müssen im Durchschnitt der Jahre folgende Kriterien erfüllt sein : 220 g Schnittholz pro kg Trauben oder 1 m<sup>2</sup> exponierte resp. äussere Laubwandfläche pro kg Trauben. Ein kleineres Blatt/Fruchtverhältnis verringerte den Stärkegehalt der Wurzeln und erhöhte das Chloroserisiko im folgenden Jahr. Die Vergrösserung des Reihenabstandes führte zu einer kleineren exponierte Blattfläche pro m<sup>2</sup> Standraum der Rebe. Bis zu einem gewissen Ausmass (2 m Reihenbreite) konnte der Einfluss des Abstandes durch Erhöhen der Laubwand kompensiert werden. Die Laubwandhöhe - unabhängig vom Reihenabstand - hatte weder einen grossen Einfluss auf die Mostsäure noch auf die Traubenfäulnis.

Die Ertragsbeschränkung durch Abschneiden von Trauben beeinflusste die Mostqualität positiv. Die Korrelation dieser beiden Parameter war sehr eng. Die Regressionsrechnung ergab, dass mit einer Zunahme des Ertrages um 100 g/m<sup>2</sup>, das Mostgewicht um 1° Oechsle abnahm. Eine enge Korrelation bestand auch zwischen äusserer Laubwandfläche und Mostzuckergehalt. Im Durchschnitt brauchte es 1 bis 1,2 m<sup>2</sup> Laub pro kg Trauben, um eine genügende Qualität zu erzielen. In ungünstigen Jahren dürfte dieser Wert etwas höher sein. Der beste Zeitpunkt des Traubenausdünnens liegt zwischen Fruchtansatz und Farbumschlag. Die Genauigkeit der Ernteprognose hängt von der exakten Schätzung des Beerengewichtes ab. Dieses variiert stark je nach Lage und Jahr. Die Ertragsreduktion führte zu einer Zunahme des Beerengewichtes von 5 - 10%. Zu hohe Erträge haben das künftige Ertragspotential des folgenden Jahres reduziert

(geringere Augenfruchtbarkeit) und die Wuchskraft geschwächt. Vermehrt trat im nächsten Jahr auch die Chlorose auf. Durch Verlängern der Reifezeit (Zuwarten mit der Lese) konnte der Einfluss des zu hohen Ertrages nur teilweise kompensiert werden.

Die Reduktion der Triebzahl pro Stock führte aber nicht zu einem proportionalen Rückgang der Ernte. Dieses Kompensationsvermögen beruht darauf, dass mit abnehmender Triebzahl sowohl Knospenfruchtbarkeit als auch Traubengewicht tendenziell zunahm. Es besteht eine enge Beziehung zwischen individuellem Schnittholzgewicht der Ruten und verbesserter Augenfruchtbarkeit. Das Rutengewicht nimmt mit zunehmender Triebzahl ab. Von kleinerer Bedeutung ist der Zusammenhang zwischen Triebzahl und Güte der Trauben: Bei einem Mehrertrag von  $100 \text{ g/m}^2$  nimmt der Zuckergehalt um  $0,4 \text{ }^\circ\text{Oechsle}$  ab. Im Gegensatz dazu war das Ausdünnen von Trauben wirkungsvoller. Das Schnittholzgewicht pro kg Trauben und die exponierte Blattfläche pro kg Trauben waren gut korreliert mit der Mostqualität. Ähnliche Ergebnisse resultierten beim Variieren der Laubwandhöhe und dem Entfernen von Trauben. Die exponierte Laubfläche blieb bei allen Varianten konstant. Die Geiztriebentwicklung verbesserte sich mit abnehmender Triebzahl pro Rebe.

In einer zweiten Versuchsserie mit Freiland- und Topfreben der Sorten Chasselas und Gamay, wurde der Einfluss der Ertragshöhe auf das Auftreten der Chlorose, der Reservestoffeinlagerung in die mehrjährigen Reborgane und das Wurzelwachstum untersucht. Die unterschiedliche Stockbelastung konnte durch Entfernen von Trauben nach dem Fruchtansatz erreicht werden. Ebenfalls verglichen wurde das Verhalten verschiedener Unterlagen.

Freilandversuche zeigten deutlich, dass an überlasteten Reben die Chlorose im nächsten Jahr verstärkt in Erscheinung trat. Nach grossen Frühjahrsregen (April - Juni) verschärfte sich diese Situation. Je nach verwendeter Unterlage liessen sich deutliche Unterschiede erkennen: Die 3309, 5BB, 5C und SO4 reagierten empfindlich auf einen Überertrag. Eindeutig weniger anfällig erwiesen sich die Reben auf 333 EM, 41B und Fercal. Bei allen im Versuch stehenden Unterlagen trat mit einer Erntebeschränkung die Chlorose weniger auf. Verglichen mit der Kontrolle (keine Ertragsbeschränkung), betrug diese Reduktion je nach Unterlage 32 bis 81%.

Die Topfversuche zeigten, dass durch eine Beschränkung des Ertrages die Kohlenhydratreserven in Wurzeln und Holz zunahm. Besonders deutlich reagierte diesbezüglich der Stärkegehalt der Wurzeln. Die reduzierenden Zucker dagegen nahmen tendenziell mit grösserem Ertrag zu. Der abnehmende Stärkegehalt der Wurzeln, als Folge hohen Ertrages, zeigte sich stärker bei der 5BB als beim Fercal. Es konnte beobachtet werden, dass der Wurzelaustrrieb, verglichen mit dem oberirdischen Wachstum, spät einsetzte (Ende Mai, anfangs Juni). In diesem Zeitpunkt betrug die Schosslänge ungefähr 50 cm. Die im Vorjahr ertragsmässig stark limitierten Reben entwickelten zu Beginn des Austriebes mehr Wurzeln als die nicht ausgedünnten. Dies könnte der Grund für die bessere Chloroseresistenz sein. Die Unterlage 5 BB wies mehr Wurzelspitzen auf als die Fercal und 3309.