

# INFLUENCE DU NOMBRE DE FLEURS PAR GRAPPE, POURCENTAGE DE NOUAISON ET POIDS DE LA BAIE SUR LE POIDS DE LA GRAPPE DU CÉPAGE VERDEJO (*VITIS VINIFERA* L.)

## INFLUENCE OF FLOWERS PER CLUSTER, FRUIT-SET AND BERRY WEIGHT ON CLUSTER WEIGHT IN VERDEJO GRAPEVINE (*VITIS VINIFERA* L.)

Santiago LÓPEZ-MIRANDA et Jesús YUSTE

Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL)  
Apdo. 172, 47080 Valladolid (Espagne)

**Résumé :** L'estimation du rendement constitue une préoccupation importante du secteur viticole. Les facteurs environnementaux et culturaux qui influencent le rendement compliquent sa prévision. Dans certains cas, le poids de la grappe est la composante du rendement qui contribue le plus aux variations de la production. Ce travail a pour but l'analyse de l'influence de ces différentes composantes sur le poids de la grappe et sa variabilité. Le nombre de baies par grappe explique le mieux le poids de la grappe tandis que le poids de la baie est d'une influence minime. Le nombre de fleurs par inflorescence explique à lui seul environ 75 % de la variabilité du nombre de baies par grappe et environ 70 % du poids de la grappe. Par conséquent, en connaissant le nombre de fleurs par inflorescence, on pourrait disposer d'une méthode d'évaluation acceptable du poids de la grappe avant la date des vendanges.

**Abstract :** Estimation of yield has always been one of the greatest concerns in the wine-making industry, which is why researchers have attempted to create models and methods that make accurate predictions. However, the variability of the yield components, which depends on the environmental factors, like light and temperature, and on cultural and natural factors which affect vigor, water status, photosynthetic and hormonal activity and the accumulation of reserve substances, make the prediction of the future harvest very difficult to calculate. In certain situations, fertility expressed as the number of bunches, tends to display very stable values from one harvest to the next. The weight of the cluster is the performance factor that has the greatest variability and mostly causes the variations in production. In this report, we analyze the influence of the number of flowers per cluster, the fruit-set percentage, the number of berries per cluster and the berry weight in the variability of the cluster weight of the Verdejo variety (*Vitis vinifera* L.). The cluster weight and its components have been determined along canes of 6 and 10 buds, in the harvests of 1999, 2000 and 2001. The yield component upon which cluster weight variation fundamentally depends has been the number of berries it contains, whereas the berry weight has had much less of an effect. The number of berries per cluster is mainly determined by the number of flowers per inflorescence, a yield component which has gone so far as to explain, by itself, an average of 75 % of the variability in the number of berries per cluster and 70 % of the variability of the cluster weight. Despite the possible influence that the fruit-set percentage may have on the variability in the number of berries per cluster, measuring the number of flowers per inflorescence would make it possible to know, to a reasonable level of accuracy, the future number of berries per cluster long before the harvest date. At the same time, if a yield estimate is not needed far in advance, prediction of the future cluster weight can be determined by measuring the number of berries per cluster 15 or 20 days after fruit-set time, when the falling of small fruits is right minimal. In any case, whether by using the number of flowers per inflorescence or the number of berries per cluster, the berry weight on the harvest date would be the only yield component that would require estimation, which is usually much easier to achieve due to the lesser variability seen in this parameter.

**Mots clés :** Fécondation, fleur, nouaison, rendement, sarment

**Key words :** Cane, fecundation, flower, fruit-set, yield

### INTRODUCTION

Connaître le rendement d'un vignoble bien avant la date des vendanges est d'une grande utilité pour gérer efficacement une exploitation vitivinicole. Cette connaissance devrait entre autres permettre de planifier les moyens

nécessaires non seulement pour les vendanges, mais aussi pour la réception du raisin en cave. Du point de vue de la qualité, l'application la plus intéressante consisterait à pouvoir estimer une éventuelle surproduction qui pourrait avoir des conséquences négatives sur la qualité du raisin (sucre, intensité colorante, arôme) (HUGLIN et

SCHNEIDER, 1998), déterminant ainsi les qualités oenologiques du moût.

L'estimation du rendement implique la connaissance des composantes qui le déterminent et qui expliquent le mieux sa variabilité. Au vignoble, les principaux facteurs de variabilité du rendement sont: la lumière et la température au cours de l'initiation des primordia inflorescentiels (CAROLUS, 1971; SWANEPOEL et ARCHER, 1988; WILLIAMS, 1999) qui déterminent le nombre de grappes au cours de l'année «n» (ANTCLIFF et WEBSTER, 1955; BALDWIN, 1964; BUTTROSE, 1970), le nombre de fleurs par inflorescence au cours de l'année «n+1» (POUGET, 1981; DUNN et MARTIN, 2000), la fécondation et le pourcentage de nouaison (MÜLLER-THURGAU, 1883 dans KELLER *et al.*, 2001; ALEXANDER, 1965; ROUBELAKIS et KLIEWER, 1976) et le poids de la baie (DOKOOZLIAN, 1999). Les facteurs qui influent sur la plante entière et sa vigueur (HUGLIN, 1958), comme l'état hydrique (YUSTE, 1995), l'activité photosynthétique (CANDOLFI-VASCONCELOS et KOBLET, 1990), l'accumulation de substances de réserve (BOTTI et SANDOVAL, 1990) ou encore l'activité hormonale (PALMA et JACKSON, 1989; BOSS et THOMAS, 2000), peuvent également entraîner des modifications du rendement.

Compte tenu de tous les facteurs qui influencent les composantes du rendement, l'estimation de celui-ci est difficile. De nombreux travaux ont essayé de quantifier la variabilité des composantes du rendement et de déterminer l'influence de celle-ci sur la production (BOWEN, 1987; BOWEN et KLIEWER, 1990). Ils ont aussi tenté d'établir des modèles permettant de prévoir la récolte avec plus ou moins d'exactitude (DUCHÊNE *et al.*, 2001).

Dans certaines régions viticoles, par exemple dans le sud de l'Europe où généralement les conditions climatiques nécessaires au processus de l'initiation florale sont acquises, la fertilité exprimée en nombre de grappes ne varie généralement pas de manière importante d'une année à l'autre (LÓPEZ-MIRANDA *et al.*, 2002) et l'utilisation de systèmes de conduite qui améliorent le micro-climat du feuillage n'a en général pas une grande influence sur le nombre de grappes par bourgeon (KLIEWER et SMART, 1989; BAEZA, 1994; LISSARRAGUE *et al.*, 1998). De ce fait, le poids de la grappe explique le mieux les variations du rendement final (YUSTE, 1995; LÓPEZ-MIRANDA, 2002).

Cette étude a pour objectif de déterminer, pour le cépage Verdejo, l'influence des composantes de la grappe - nombre de fleurs par inflorescence, pourcentage de nouaison et poids de la baie - sur la variation du poids de la grappe en relation avec la position des bourgeons principaux de deux sarments des longueurs différentes. Cette analyse devrait permettre de disposer d'une base à partir

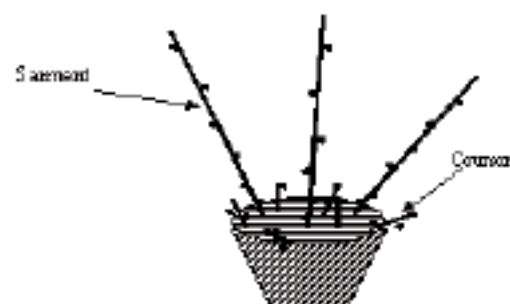


Figure 1 - Système de taille mixte utilisé dans le système de conduite en gobelet.

Pruning system used in head system

de laquelle il sera possible de réaliser des modèles d'estimation du rendement qui permettant d'élaborer des stratégies pour son control.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### I - DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

L'essai a été réalisé dans un vignoble situé dans le centre de l'Espagne, à l'intérieur de l'A.O.C. Rueda, au sud de la province de Valladolid. L'étude a été effectuée de 1999 à 2001. Le matériel variétal est constitué du cépage blanc Verdejo (*Vitis vinifera* L.) plantés en 1979 et greffés sur le porte-greffe 110 Richter. La densité de plantation est de 3 x 3 m (1 110 plants/ha). Le vignoble a été cultivé en situation sèche, sans irrigation, avec des précipitations annuelles de 408 mm en 1999, 474 mm en 2000 et 348 mm en 2001.

L'analyse des différentes composantes du rendement a été menée sur des sarments de différente longueur afin de déterminer si le nombre de bourgeons peut modifier les relations entre les différentes composantes du rendement analysées. Les sarments de moindre longueur comprennent six bourgeons, conservés après la taille d'hiver sur des plants conduits en gobelet (figure 1). Les sarments de plus grande longueur comprennent dix bourgeons, conservés après la taille d'hiver sur des plants conduits en espalier (figure 2). Les observations ont été réalisées, pour chaque type de sarment, à partir de 4 répétitions de quatre sarments.

### II - PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Les observations expérimentales ont été faites, de manière individuelle, sur toutes les grappes issues de chaque bourgeon des deux types de sarments. Le nombre total de bourgeons étudiés est de 96 pour le sarment court (4 sarments x 4 répétitions x 6 rangs), et de 160 bourgeons pour le baguette le plus long (4 baguettes x 4 répétitions x 10 rangs). Les observations expérimentales sont :

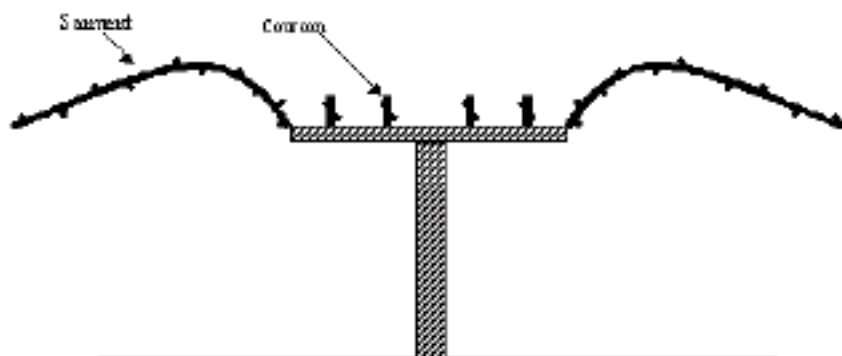


Figure 2 - Système de taille mixte utilisé dans le système de conduite en espalier

Pruning system used in vertical shoot positioning

- Le nombre de fleurs par inflorescence, à partir des dimensions de l'inflorescence (BESSIS, 1965), pendant les jours avant floraison.

- Le pourcentage de nouaison, rapport entre le nombre de fleurs par inflorescence, mesuré avant floraison, et le nombre de baies par grappe, mesuré à la vendange.

- Le nombre de baies par grappe à la vendange, par comptage direct sur les grappes.

- Le poids moyen de la baie.

- Le poids de la grappe.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### I - POIDS DE LA GRAPPE : FONCTION DU NOMBRE DE BAIES ET DU POIDS DE LA BAIÉ

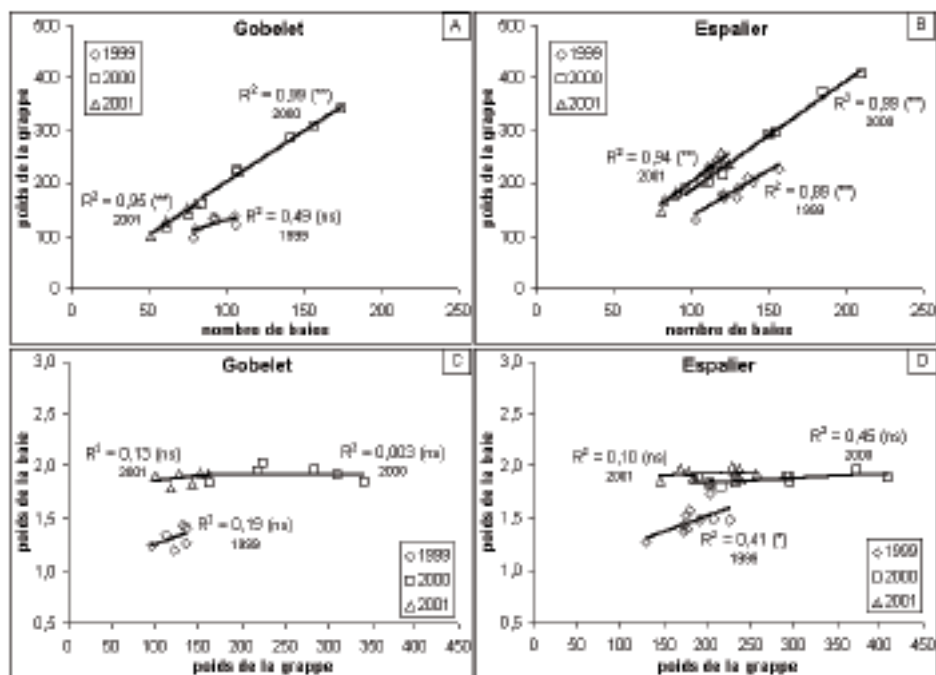
Les deux composantes du rendement dont dépend directement le poids de la grappe sont le nombre de baies et le poids des baies. Certains auteurs comme SMART *et al.* (1982) et DUNN et MARTIN (2000) estiment que la principale composante responsable des variations du poids de la grappe est presque exclusivement le nombre de baies, à condition que les conditions culturales et climatiques soient constantes. En effet, différents régimes hydriques (YUSTE, 1995; OJEDA *et al.*, 2001) ou des altérations de la surface foliaire (HOWELL *et al.*, 1994) par exemple peuvent faire varier le poids des baies.

Le coefficient de corrélation entre le poids de la grappe et le nombre de baies par grappe est important ( $R^2$  moyen = 0.88) (figure 3, A et B). En 2000 et 2001, le nombre de baies par grappe a permis d'expliquer, aussi bien pour le gobelet que pour l'espalier, de 94 à 99 % des variations observées quant au poids de la grappe. Par conséquent, dans ces cas-là, le poids de la baie ne serait pratiquement pas nécessaire pour expliquer la variation du poids de la grappe.

En 1999, le rapport entre le poids de la grappe et le nombre de baies n'a pas atteint des valeurs de  $R^2$  aussi élevées que pour les deux autres années, réduisant de ce fait la signification statistique des régressions. Cette situation est due aux dégâts causés par la grêle du 1er septembre de cette année-là. Les dommages causés aux grappes ont contribué à rendre le comptage des baies imprécis et leur rapport avec le poids de la grappe n'est plus significatif en raison de l'hétérogénéité des dégâts. Pour le système de conduite Gobelet, la variation du nombre de baies par grappe n'a permis d'expliquer que 49 % de la variation du poids de la grappe en 1999. Pour l'espalier, les dégâts causés par la grêle ont été un peu moins importants, améliorant ainsi sensiblement le rapport entre le poids de la grappe et le nombre de baies, même si l'on n'atteint pas les valeurs de  $R^2$  observées en 2000 et 2001.

Le rapport entre le poids de la grappe et le poids de la baie (figure 3, C et D) confirme que le rapport entre ces deux paramètres n'a été statistiquement significatif que dans le cas de la baguette de l'espalier de 1999. Le poids de la baie a pu expliquer à lui seul de 0,3 % à 19 % de la variation du poids de la grappe dans la baguette du gobelet, et de 10 à 45 % dans la baguette de l'espalier. Ces pourcentages sont trop faibles pour pouvoir considérer le poids de la baie, comme une composante clé du rendement en ce qui concerne la variabilité du poids de la grappe.

La figure 3 (A, B, C et D) montre l'ordre des valeurs où se sont situés le poids de la grappe, le nombre de baies par grappe et le poids de la baie pendant les trois années de l'étude. En 2000, les valeurs du nombre de baies et de poids de la grappe ont été clairement supérieures à celles de 1999 et 2001. Le poids plus faible de la grappe en 1999 par rapport à 2000 est dû non seulement à un nombre plus réduit de baies par grappe, mais aussi au poids plus faible de la baie en raison d'une vendange précoce. Par contre, en 2001, c'est le nombre de baies qui semble être le seul responsable du fait que le poids de la grappe, cette année-là, n'a pas atteint les valeurs de 2000,



**Figure 3 - Rapport entre le poids de la grappe (g) et le nombre de baies par grappe pour le gobelet (A) et l'espalier (B). Rapport entre le poids de la grappe (g) et le poids de la baie (g) pour le gobelet (C) et l'espalier (D). Années 1999, 2000 et 2001.**

Niveaux de signification statistique : non significatif (ns) ;  $P < 0.05$  (\*) ;  $P < 0.01$  (\*\*).

**Relationship between the cluster weight (g) and the number of berries per cluster in head training system (A) and vertical shoot positioning training system (B). Relationship between the cluster weight (g) and the berry weight (g) in head training system (C) and vertical shoot positioning training system (D). Years 1999, 2000, and 2001.**

Statistical significant levels: non significant (ns);  $P < 0.05$  (\*);  $P < 0.01$  (\*\*).

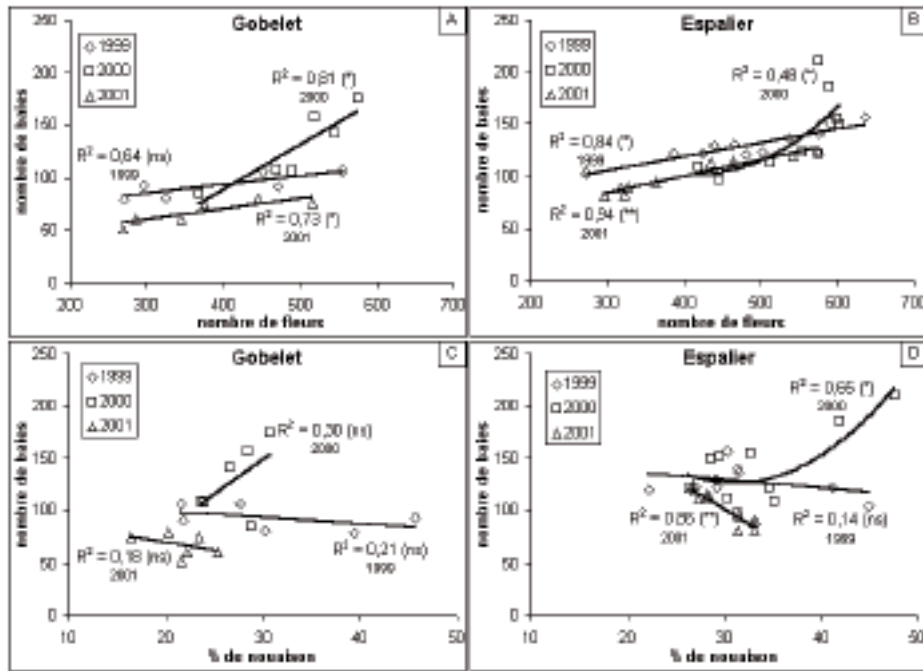
conséquence directe de la similitude du poids de la baie ces deux années où la vendange s'est faite à une date optimale de maturation.

## II - NOMBRE DE BAIES PAR GRAPPE : FONCTION DU NOMBRE DE FLEURS PAR GRAPPE ET DU POURCENTAGE DE NOUAISON

Comme nous l'avons vu plus haut, le nombre de baies par grappe est la principale composante explicative du poids de la grappe, tandis que le poids de la baie a une influence beaucoup plus réduite, en relation avec l'état hydrique de la vigne (DELOIRE *et al.*, 2003). Il est nécessaire d'étudier l'influence du nombre de fleurs par grappe et du pourcentage de nouaison sur le nombre de baies par grappe.

Le nombre de baies par grappe a eu tendance à augmenter en relation avec une augmentation du nombre de fleurs par inflorescence (figures 4, A et B). Le rapport entre les deux paramètres a été statistiquement significatif dans cinq des six cas analysés, à l'exception du gobelet de 1999. KELLER *et al.* (2001) ne montrent aucune corrélation entre le nombre de baies et le nombre de fleurs.

Par contre, le rapport entre le nombre de baies par grappe et le pourcentage de nouaison ne semble pas aussi évident (figures 4, C et D). En 1999 et 2001, le nombre de baies par grappe a diminué alors que le pourcentage de nouaison a augmenté ; en 2000, on observe le contraire. Il faut admettre que le pourcentage de nouaison dépend des conditions climatiques et physiologiques au moment de la fécondation, mais cela pourrait s'expliquer par la variabilité du nombre de fleurs par grappe et du rapport que celui-ci entretient avec le pourcentage de nouaison. Comme l'ont constaté d'autres auteurs comme BESSIS (1965), HUGLIN et SCHNEIDER (1998) et KELLER *et al.* (2001), il existe une corrélation négative entre le nombre de fleurs par grappe et le pourcentage de nouaison. Cette corrélation ne s'est cependant pas manifestée en 2000, en raison des différences moins importantes, en ce qui concerne le nombre de fleurs par grappe entre les différents rangs (données non présentées). Par contre, en 1999 et 2001, les grappes ayant un nombre de fleurs plus réduit ont noué davantage, mais les différences quant au nombre de fleurs par grappe entre les différents rangs ont été assez grandes au cours de ces deux années de sorte que les grappes qui contiennent moins de fleurs conti-



**Figure 4 - Rapport entre le nombre de baies par grappe et le nombre de fleurs par grappe pour le gobelet (A) et l’espalier (B). Rapport entre le nombre de baies par grappe et le pourcentage de nouaison pour le gobelet (C) et l’espalier (D). Années 1999, 2000 et 2001.**

Niveaux de signification statistique: non significatif (ns);  $P < 0.05$  (\*);  $P < 0.01$  (\*\*).

**Relationship between the number of berries per cluster and the number flowers per cluster in head training system (A) and vertical shoot positioning training system (B). Relationship between the number of berries per cluster and the fruit-set percentage in head training system (C) and vertical shoot positioning training system (D). Years 1999, 2000, and 2001.**

Statistical significant levels: non significant (ns);  $P < 0.05$  (\*);  $P < 0.01$  (\*\*).

nuent à avoir un nombre de baies plus réduit malgré un plus haut pourcentage de nouaison.

### III - POIDS DE LA GRAPPE : FONCTION DU NOMBRE DE FLEURS PAR GRAPPE, DU POURCENTAGE DE NOUAISON ET DU POIDS DE LA BAIE

Nous avons déterminé précédemment que la principale composante dont dépend la variabilité du poids de la grappe est le nombre de baies et que, pour déterminer celui-ci, il est nécessaire de prendre en compte le nombre de fleurs et le pourcentage de nouaison.

Pour terminer, nous avons réalisé une régression multiple dans laquelle la variable dépendante est le poids de la grappe et les variables indépendantes sont le nombre de fleurs, le pourcentage de nouaison et le poids de la baie afin d'ordonner ces trois variables selon leur répercussion sur la variabilité du poids de la grappe à la vendange.

Les tableaux I, II et III présentent les coefficients  $R^2$  et la signification statistique des régressions multiples qui mettent en rapport le poids de la grappe avec le nombre de fleurs, la nouaison et le poids de la baie.

Parmi les trois composantes qui déterminent le poids de la grappe, le nombre de fleurs par grappe a été celle qui explique le plus grand pourcentage de la variabilité du poids de la grappe, sauf pour le sarment de l'espalier de 2000 où c'est le pourcentage de nouaison. Si l'on considère le pourcentage de nouaison et le poids de la baie, la tendance observée n'a pas été tout à fait claire. En 1999, le poids de la baie a été la composante du poids de la grappe qui, après le nombre de fleurs par grappe, a expliqué la plus grande variabilité du poids de la grappe. Par contre, en 2000, cette deuxième position est occupée par le pourcentage de nouaison. En 2001, c'est le pourcentage de nouaison dans le gobelet et le poids de la baie dans l'espalier. Quoi qu'il en soit, c'est le nombre de fleurs par grappe qui a permis de justifier, dans l'ensemble, un pourcentage relativement élevé de la variabilité du poids de la grappe, entre 60 et 88 %, ce qui implique un rôle minoritaire des deux autres composantes dans la plupart des cas.

## CONCLUSIONS

La composante du rendement dont dépend principalement la variation du poids de la grappe en fonction de

**Tableaux I, II, et III - Valeurs de R<sup>2</sup> et niveaux de signification (N.S.) obtenus après régression multiple entre la variable dépendante « Poids de la grappe » et les variables indépendantes « Nombre de fleurs par grappe » (Fl/Gr), « Pourcentage de nouaison » (% N) et « Poids de la baie » (PB), pour le gobelet et l'espalier en 1999, 2000 et 2001.**

Niveaux de signification statistique (N.S.) des analyses de variance: non significatif (ns); P<0.05 (\*); P<0.01 (\*\*).

**R<sup>2</sup> values and statistical significant levels (N.S.) of the multiple regressions between the cluster weight, as dependent term, and the number of flowers per cluster (Fl/Gr), the fruit-set percentage (% N) and the berry weight (PB), as independent terms, in head training system and vertical shoot positioning training system in 1999, 2000 and 2001.**

Statistical significant levels (N.S.): non significant (ns); P<0.05 (\*); P<0.01 (\*\*).

I. 1999						
Élément du rendement	Fl/Gr	Gobelet			Espalier	
		Fl/Gr	Fl/Gr	Fl/Gr	Fl/Gr	Fl/Gr
		PB	PB		PB	
			% N			% N
R <sup>2</sup>	0.28	0.72	0.81	0.88	0.90	0.90
N.S.	ns	ns	ns	**	**	**
II. 2000						
Élément du rendement	Fl/Gr	Gobelet			Espalier	
		Fl/Gr	Fl/Gr	Fl/Gr	% N	% N
		% N	% N		Fl/Gr	Fl/Gr
			PB			PB
R <sup>2</sup>	0.87	0.96	0.96	0.54	0.89	0.93
N.S.	**	**	**	*	**	**
III. 2001						
Élément du rendement	Fl/Gr	Gobelet			Espalier	
		Fl/Gr	Fl/Gr	Fl/Gr	Fl/Gr	Fl/Gr
		% N	% N		PB	PB
			PB			% N
R <sup>2</sup>	0.60	0.89	0.93	0.86	0.92	0.92
N.S.	ns	*	*	**	**	**

la position des bourgeons sur le sarment a été le nombre de baies, tandis que le poids de la baie a eu une influence moins importante. Le nombre de baies par grappe est déterminé principalement par le nombre de fleurs par inflorescence, tandis que le pourcentage de nouaison a un rôle moins important qui, dans certains cas, n'est pas négligeable.

En corrélation avec le pourcentage de nouaison sur la variabilité du nombre de baies par grappe, la mesure du nombre de fleurs par inflorescence devrait permettre de prévoir, avec une certaine précision, le nombre final de baies par grappe et cela bien avant la date de la vendange.

Par ailleurs, lorsqu'il n'est pas nécessaire d'obtenir une estimation très précoce du rendement, le poids de la grappe peut être prévu en mesurant le nombre de baies par grappe 15 ou 20 jours après la nouaison, moment à partir duquel la chute de petits fruits est terminée. Dans tous les cas, que l'on utilise le nombre de fleurs par inflorescence ou le nombre de baies par grappe, le poids de la baie au

moment de la vendange devrait être la seule composante du rendement qui requiert une estimation, ce qui est généralement beaucoup plus simple à obtenir en raison de la variabilité plus réduite de ce paramètre.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALEXANDER D., 1965. The effect of high temperature regimes or shoot periods of water stress on development of small fruiting Sultana vines. *Australian J. Agric. Research*, **16**, 817-823.
- ANTCLIFF A.J. et WEBSTER W.J., 1955. Studies on the Sultana vines I. Fruit bud distribution and bud burst with reference to potential crop. *Australian J. Agric. Research*, **6**, 565-588.
- BAEZA P., 1994. Caracterización ecofisiológica y evaluación agronómica de diferentes sistemas de conducción del viñedo (*Vitis vinifera* L.) en regadío. *Tesis Doctoral*. Universidad Politécnica de Madrid. 209 p.

- BALDWIN J.G., 1964. The relation between weather and fruitfulness of the Sultana vine. *Australian J. Agric. Research*, **15**, 920-928.
- BESSIS R., 1965. Recherches sur la fertilité et les corrélations de croissance entre bourgeons chez la vigne. *Thèse Dr. Sciences Naturelles*. Université de Dijon. 236 p.
- BOSS P. et THOMAS M.R., 2000. Tendrils, inflorescences and fruitfulness: A molecular perspective. *Australian J. Grape Wine Research*, **6**, 168-174.
- BOTTIC. et SANDOVAL E., 1990. Inflorescence bud induction in *Vitis vinifera* L. cv. Thompson Seedless: Cytohistological events and starch accumulation in the shoot apex. *Vitis*, **29**, 123-131.
- BOWEN P.A., 1987. An analysis of sources of yield variation in three Cabernet sauvignon clones. *Philosophy Degree Dissertation*. University of California (Davis). 123 p.
- BOWEN P.A. et KLIEWER W.M., 1990. Influence of clonal variation, pruning severity, and cane structure on yield component development in Cabernet sauvignon grapevines. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.*, **115**, 530-534.
- BUTTROSE M.S., 1970. Fruitfulness in grape-vines: The response of different cultivars to light, temperature and day-length. *Vitis*, **9**, 121-125.
- CANDOLFI-VASCONCELOS M.C. et KOBLET W., 1990. Yield, fruit quality, bud fertility and starch reserves of the wood as a function of lead removal in *Vitis vinifera*. Evidence of compensation and stress recovering. *Vitis*, **29**, 199-221.
- CAROLUS M., 1971. Description des stades du développement des primordia inflorescentiels durant l'organogénèse des bourgeons latents de la vigne (*Vitis vinifera* L. Merlot). *Connaissance Vigne Vin*, **5**, 163-173.
- DELOIRE A., SILVA P. et MARTIN-PIERRAT S., 2003. Terroirs et état hydrique du grenache noir. Premiers résultats. *Progrès Agric. Vitic.*, **120**, n° 17, 367-373.
- DOKOOZLIAN N.K., 1999. Principles of grapevine canopy management. Varietal Winegrape Production. A three-day viticulture short course. February 17-19. Davis (California).
- DUCHÊNE E., MELUC D., PANIGAIL., LANGUELLIER F., MONAMY C. et SCHNEIDER C., 2001. Élaboration du nombre de baies par m<sup>2</sup> pour le Pinot noir et le Chardonnay en Alsace, Bourgogne et Champagne. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, **35**, 215-224.
- DUNN G.M. et MARTIN S.R., 2000. Do temperature conditions at budburst affect flower number in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet sauvignon? *Australian J. Grape Wine Research*, **6**, 116-124.
- HOWELL G.S., CANDOLFI-VASCONCELOS M.C. et KOBLET W., 1994. Response of Pinot noir grapevine growth, yield and fruit composition to defoliation in the previous growing season. *Amer. J. Enol. Vitic.*, **45**, 188-191.
- HUGLIN P., 1958. Recherches sur les bourgeons de la vigne: initiation florale et développement végétatif. *Annales Amélioration Plantes*, **2**, 113-272.
- HUGLIN P. et SCHNEIDER C., 1998. *Biologie et écologie de la vigne*. Ed. Tec&Doc, Paris. 370 p.
- KELLER M., KUMMER M. et CANDOLFI-VASCONCELOS M.C., 2001. Reproductive growth of grapevines in response to nitrogen supply and rootstock. *Australian J. Grape Wine Research*, **7**, 12-18.
- KLIEWER W.N. et SMART R.E., 1989. *Canopy manipulation for optimizing vine microclimate, crop yield and composition of grapes. Manipulation of Fruiting*. Ed. C.J. Wright, Butterworth, London.
- LISSARRAGUE J.R., SOTÉS V., PELÁEZ H. et YUSTE J., 1998. Training system and water regime: effects on productivity, development and must composition on Tempranillo cultivar for seven years. In: *10e G.E.S.CO. Changins (Suiza)*, 216-221.
- LÓPEZ-MIRANDA S., 2002. Componentes del rendimiento en cv. Verdejo (*Vitis vinifera* L.), sus relaciones y su aplicación al manejo de la poda. *Tesis Doctoral*. Universidad Politécnica de Madrid. 282 p.
- LÓPEZ-MIRANDA S., YUSTE J. et LISSARRAGUE J.R., 2002. Fertility and productivity characterization of the bearing units of the Verdejo variety (*Vitis vinifera* L.) to improve the pruning strategies. In: *XXVIth International Horticultural Congress*. Toronto, Canada. Book of abstracts, 173.
- OJEDA H., DELOIRE A. et CARBONNEAU A., 2001. Influence of water deficits on grape berry growth. *Vitis*, **40**, 141-145.
- PALMA B.A. et JACKSON D.I., 1989. Inflorescence initiation in grapes – response to plant growth regulators. *Vitis*, **28**, 1-12.
- POUGET R., 1981. Action de la température sur la différenciation des inflorescences et des fleurs durant les phases de pré-débourrement et de port-débourrement des bourgeons de la vigne. *Connaissance Vigne Vin*, **15**, 65-79.
- ROUBELAKIS K.A. et KLIEWER W.M., 1976. Influence of light intensity and growth regulators on fruit-set ovule fertilisation in grape cultivars under low temperature conditions. *Amer. J. Enol. Vitic.*, **27**, 163-167.
- SWANEPOEL J.J. et ARCHER E., 1988. The ontogeny and development of *Vitis vinifera* L. cv. Chenin blanc inflorescence in relation to phenological stages. *Vitis*, **27**, 133-141.
- SMART R.E., SHAULIS N.J. et LEMON E.R., 1982. The effect of Concord vineyard microclimate on yield. II. Interrelations between microclimate and yield expression. *Amer. J. Enol. Vitic.*, **33**, 109-116.
- WILLIAMS L.E., 1999. *Bud development and fruitfulness of grapevines. Varietal Winegrape Production. A three-day viticulture short course*. February 17-19. Davis (California).
- YUSTE J., 1995. Comportamiento fisiológico y agronómico de la vid (*Vitis vinifera* L.) en diferentes sistemas de conducción en secano y regadío. *Tesis Doctoral*. Universidad Politécnica de Madrid. 280 p.