

Station de Recherches de Viticulture,
Centre de Recherches de Bordeaux. INRA, Pont-de-la-Maye, France

Structure de populations de vigne: Analyse des phénomènes de compétition entre plantes

par

P. CASTERAN, A. CARBONNEAU et Ph. LECLAIR

Structure of grapevine populations: Analysis of competition phenomenons between vines

S u m m a r y. — The knowledge of the structure of different grapevine populations analysed in experimental plots of Latresne estate (INRA, Bordeaux) since 1960 has allowed to find suitable methods to minimize the variation between vines, and hence to improve the precision of trials.

The vigour of a one-year-old grafted vine plant leaving the nursery is not transferred after planting into the vineyard; the soil conditions affecting the root development surpass the characteristics acquired by the plant before.

The new structure of the population, often unimodal for high densities of planting and bimodal for low ones, is stable through the years.

It is possible to reveal a certain competition between adjacent vines within the row of a trellised vineyard 3 or 4 years after planting. If this competition significantly exists, it is necessary to take it into account in experimental designs because the data of the single vines are not independent from each other.

The competition phenomenon is bound both to microclimatic fluctuations inside the canopy and to a competition between the roots; this has been demonstrated in a training system experiment, particularly comparing two very different systems: vines with narrow rows, trained on one vertical plane, summer pruned, non irrigated and vines with wide rows and a half-divided canopy in a "V" shape, irrigated.

Within the populations the variation coefficient appears to be bound to the experiments and to the employed plant material. It is recommended to utilize balanced pruning adjusting the number of nodes to the vigour, and also to use clones chosen among the most homogeneous ones.

New trials are settled in order to study more closely the methods of experimentation in viticulture and some ideas of the new experimental designs concerning the elementary plot are suggested.

Variation à l'intérieur des populations de vigne

Les plantes pérennes cultivées sont en général plus variables que les plantes annuelles. Le système de conduite de la vigne favorise cette fluctuation entre individus: le taille supprime en effet chaque année la plus grande partie des sarments, et la valeur de la charge (nombre de bourgeons laissés sur le cep) peut modifier la croissance individuelle. On peut constater cette fluctuation par l'observation visuelle de la vigueur et de la récolte; nous la mesurons pour divers paramètres: poids des bois de taille de l'année, fertilité des bourgeons, composantes de la récolte notamment.

Dans les diverses parcelles expérimentales observées chaque année, en considérant les ceps d'un rang ou d'une série de rangs voisins, nous avons trouvé des

coefficients de variation (écart-type exprimé en pourcentage de la moyenne) de l'ordre de 25 à 60 % pour le poids des bois, de 40 à 80 % pour le poids des grappes.

Les coefficients de variation des essais (écart-type de l'erreur exprimé en pourcentage de la moyenne générale) sont assez souvent élevés lorsqu'on pratique les calculs à partir des données obtenues cep par cep, supérieurs aussi à ceux des essais effectués sur plantes annuelles. Ainsi, pour 129 essais sur blé, Lecompt (1965) a trouvé un coefficient moyen de variation de 5,7 %.

Ils sont voisins de ceux que l'on trouve en arboriculture fruitière dans un essai de greffage, PEARCE (1978) indique un coefficient de variation de 33 %, coefficient représentant pour l'auteur une valeur plafond de variabilité avec laquelle il est raisonnable de travailler convenablement.

Pour améliorer la précision des essais il est intéressant de diminuer la fluctuation entre ceps car l'augmentation du nombre de répétitions ne suffit pas, même en diminuant l'importance de la parcelle élémentaire; en effet, cela implique l'accroissement de la surface de l'essai et par suite de l'hétérogénéité géographique.

Pour connaître les raisons de cette fluctuation il nous semble utile d'étudier la structure de diverses populations de vigne.

Nous avons repris à cet effet les résultats de plusieurs champs d'expérience mis en place depuis 1960 au Domaine Expérimental de Viticulture de Latresne (INRA, Bordeaux).

La présente note reprend en partie les travaux de RIVES sur l'expérimentation viticole (1966 et 1973) en les complétant par quelques résultats chiffrés.

Histoire du développement du cep

Nous nous proposons d'abord de connaître l'influence de l'état physiologique d'un plant de vigne (à la sortie de la pépinière) sur le développement du cep après plantation en plein champ.

En 1976, nous avons planté une vigne expérimentale (essai 1) destinée à l'étude de systèmes de conduite. Sur les rangs de bordure, les greffés-soudés ont été répartis en deux lots extrêmes différenciés visuellement (faibles et vigoureux) puis plantés, soit en séries homogènes de 5 plants, soit alternés systématiquement «faible-vigoureux». Les poids des bois de taille ont été notés à partir de la première année.

Relation entre la vigueur du greffé-soudé et celle du plant un an après la mise en place

Les vigueurs des greffés-soudés étant regroupées en classes, nous utiliserons la statistique non paramétrique avec le coefficient de corrélation de SPEARMAN (rs).

Le porte-greffe est le 101—14 M.G., les cépages Cabernet Sauvignon, Cabernet franc et Merlot. Les résultats sont indiqués dans le Tableau 1. Les coefficients de corrélation ne sont pas significatifs, bien que ceux qui concernent le Merlot soient plus élevés que les autres. On peut donc dire que dans cet essai il n'y a pas de corrélation entre la vigueur initiale et la vigueur 1 an après la plantation.

Les conditions liées à l'état du sol (structure, fertilité, humidité) paraissent l'emporter sur la vigueur intrinsèque du greffé-soudé. Un plant pousse bien s'il s'enracine rapidement et si les radicelles trouvent un terrain favorable, que sa vigueur soit faible ou élevée au départ.

On ne retrouve plus sur le terrain la répartition initiale. Le Tableau 2 indique les moyennes des poids des bois de taille pour les séries alternées et groupées. Ces moyennes sont très proches. L'analyse de variance donne un F non significatif pour

l'effet vigueur initiale et pour l'effet groupement. L'interaction est elle-même non significative.

Un nouvel équilibre de la vigueur se fait donc après la plantation.

Evolution de la structure de la population au cours des années

Nous recherchons la liaison entre les vigueurs de 2 années consécutives, sur vigne adulte, en utilisant le coefficient de corrélation classique r (BRAVAIS, PEARSON).

a) Dans l'essai 1 nous connaissons le poids des bois de taille de 1976 à 1978. Le Tableau 3 donne les coefficients de corrélation entre bois des années consécutives pour les trois cépages. Ces coefficients de corrélation sont significatifs au seuil 0,01.

Toutefois, on peut penser que certains facteurs annuels interviennent pour perturber la distribution de la vigueur le long du rang. En effet, pour un coefficient de corrélation de +0,80 dans cet essai, il reste 36 % de la variation à expliquer, qu'on pourrait interpréter comme un effet de la répartition de la récolte dans la parcelle, les ceps chargés en grappes donnant moins de bois que les ceps à faible récolte, cette fluctuation étant surtout nette les années de coulure. D'autre part, l'influence d'un

Tableau 1

Coefficients de corrélation (r_s) de SPEARMAN entre la vigueur des plants issus de la pépinière (plants faibles: f; vigoureux: v) et le poids des bois de taille en fin de première année · Essai 1

SPEARMAN correlation coefficients (r_s) between vine plants coming out of the nursery (weak plants: f; vigorous plants: v) and pruning weight at the end of the 1st year · Trial 1

	Plantation alternée (f-v)		Plantation groupée (f) (v)	
	r_s	n	r_s	n
Cabernet Sauvignon	+0,03	20	-0,04	20
Cabernet franc	-0,25	20	-0,28	22
Merlot	+0,19	20	+0,29	22

Valeurs limites significatives de r_s au seuil 0,05: | 0,44 | pour n = 20;
| 0,36 | pour n = 42.

Significant limit values of r_s at the risk level 0.05: | 0.44 | for n = 20; | 0.36 | for n = 42.

Tableau 2

Moyenne des poids des bois (g) 1 an après la plantation · Essai 1

Mean pruning weight (g) 1 year after planting for weak plants and vigorous ones, both in an alternating method or in a grouping one · Trial 1

	Cabernet Sauvignon		Cabernet franc		Merlot	
	Plantation alternée	Plantation groupée	Plantation alternée	Plantation groupée	Plantation alternée	Plantation groupée
Faibles	68,33	74,50	55,63	40,63	51,50	40,50
Vigoureux	70,00	75,50	50,00	34,17	53,33	50,62

Tableau 3

Coefficients de corrélation (r) entre le poids des bois (B) de 1976, 1977 et 1978 · Essai 1
 Correlation coefficients (r) between pruning weight (B) of 1976, 1977 and 1978 · Trial 1

	B 76—B 77		B 77—B 78	
	r	n	r	n
Cabernet Sauvignon	0,79	39	0,42	39
Cabernet franc	0,83	38	0,70	38
Merlot	0,76	40	0,57	40

Valeur limite significative de r au seuil 0,01 pour n = 38: | 0,41 |.
 Significant limit value of r at the risk level 0.01 for n = 38: | 0.41 |.

Tableau 4

Coefficients de corrélation pour le poids des bois (B) entre années consécutives pour le Merlot · Essai 2
 Correlation coefficients concerning pruning weight (B) between consecutive years for Merlot · Trial 2

	Rang 1	Rang 2	Rang 3
B 61 — B 62	0,92	0,80	0,94
B 62 — B 63	0,93	0,86	0,93
B 63 — B 64	0,87	0,83	0,88
B 64 — B 65	0,79	0,68	0,88
B 65 — B 66	0,75	0,63	0,83
B 66 — B 67	0,82	0,81	0,85
B 67 — B 68	0,83	0,74	0,75
B 68 — B 69	0,72	0,83	0,73
B 69 — B 70	0,85	0,71	0,85

Valeur limite significative de r au seuil 0,01 pour n = 68: | 0,30 |.
 Significant limit value of r at the risk level 0.01 for n = 68: | 0.30 |.

cep sur ses voisins peut être différente selon les années car le palissage de la végétation sur les fils de fer est fait à la main (levage) et dépend de la position des longs bois et de la personne qui le réalise.

b) Dans un essai plus ancien (essai 2) destiné à l'étude des populations de vigne puis à une expérimentation sur la taille équilibrée, nous avons mesuré le poids des bois par cep (B) de 1961 à 1970. La vigne, plantée en 1953 est du Merlot greffé sur 3309 C. Le Tableau 4 donne les coefficients de corrélation entre les valeurs B des années consécutives pour 3 rangs de 22 ceps. Ils sont significatifs au seuil 0,01.

On peut constater une certaine constance générale de la vigueur, malgré quelques variations annuelles que nous n'avons pas réussi à relier à des causes bien caractérisées (comme le coefficient de variation du nombre de grappes et de leur poids), ce qui ne permet pas avec ces moyens de calcul de vérifier l'hypothèse émise dans le paragraphe a.

Compétition entre-ceps dans un vignoble palissé

Le vignoble étudié a une densité de plantation de 5050 ceps/ha, les écartements étant de 1,80 m entre les rangs et de 1,10 m sur le rang. La hauteur de palissage est de 1,50 m.

Pour mettre en évidence l'effet de compétition, il est possible de calculer le long du rang des coefficients de corrélation entre ceps voisins, puis séparés par un ou deux intermédiaires. LEVERT (1964) propose de parler d'autocorrélation quand il s'agit de corrélation des éléments de la série avec eux-mêmes; on l'appelle aussi corrélation sérielle (FREEMAN 1963). Le coefficient de corrélation entre individus voisins sera appelé coefficient de corrélation de coisinage [1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, . . . , (n - 1) - n], entre souches séparées par un intermédiaire coefficient de corrélation lointaine [1 - 3, 2 - 4, . . . , (n - 2) - n].

RIVES (1966) écrit au sujet de l'hétérogénéité du terrain: «Le groupement des unités élémentaires en parcelles de taille croissante conduit à une loi de diminution de la variance traduisant le fait qu'une certaine corrélation positive lie deux unités élémentaires voisines. FREEMAN (1963) a montré la relation entre cette loi et des coefficients de corrélation sérielle positifs le long d'une ligne de plantation. D'autre part, FREEMAN (1963) et PEARCE et MOORE (1962) ont noté que chez les plantes ligneuses pérennes, la variation de plante à plante comporte un élément propre à la plante qui provient de son état initial au moment de la plantation et de l'influence de cet état (en interaction avec les facteurs extrinsèques de l'emplacement de la plantation) sur la reprise de la plante, puis de l'histoire individuelle de chaque plante au cours de sa vie.»

PEARCE et MOORE (1962) ont en particulier montré comment cette part de variation diminue dans une première phase pour augmenter ensuite, donnant à la courbe de l'écart-type en fonction de l'âge un tracé d'abord descendant puis montant. Dans ces conditions, la part due aux variations topographiques de la fertilité du terrain qui se traduit par les corrélations positives entre plantes voisines diminue en importance à mesure que la composante individuelle augmente. Lorsque la compétition entre ceps l'emporte, le coefficient de corrélation de voisinage tend à devenir négatif.

Nous avons calculé ces coefficients de corrélation de voisinage pour l'essai 1, l'essai 2, pour un clone de Merlot en instance de multiplication (essai 3) et pour une parcelle de Fer Servadou plantée en matériel standard (essai 4). L'ensemble des résultats se trouve dans le Tableau 5.

Pour les vignes jeunes, les coefficients de corrélation de voisinage n'indiquent pas d'effet de compétition entre plantes. Pour les vignes plus âgées, ces coefficients sont généralement négatifs et certains sont significatifs.

Dans le cas d'un coefficient négatif significatif, le coefficient de corrélation lointaine (en sautant un intermédiaire) est en général voisin de zéro. Par exemple, pour un coefficient de corrélation de voisinage de $-0,39$ le coefficient de corrélation lointaine est de $+0,15$; pour $-0,38$ de $0,08$. Ceci traduit ici la prédominance du phénomène de compétition sur l'hétérogénéité du terrain.

En outre, aucune corrélation de voisinage entre ceps en vis-à-vis sur deux rangs adjacents n'a pu être décelée, même en rangs étroits (écartement de 1,8 m).

La mesure de la compétition peut être également faite grâce au test des «runs» (SIEGEL 1956).

Son application sur la base du poids des bois, à un rang de 28 ceps de Cabernet Sauvignon de 13 ans conduit en vigne traditionnelle, indique une signification à 5 % dans le sens d'une alternance de vigueur.

Tableau 5

Corrélation de voisinage de long du rang pour le poids des bois
 Neighbourhood correlation within the row concerning pruning weight for different experiments: trial 1, trial 2 (Merlot, 10 years old), trial 3 (1 clone of Merlot, 7 years old), trial 4 (Fer Servadou, 12 years old)

Rangs	Essai 1			Essai 3	Essai 2	Essai 4
	n = 20			7 ans	10 ans	12 ans
	1ère année	2ème année	3ème année	Merlot cloné n = 30	Merlot n = 68	Fer Servadou n = 26
1	-0,15	-0,41	-0,01	-0,38	-0,21	-0,06
2	0,39	0,25	0,22	0,11	-0,09	-0,36
3	0,03	0,46	0,06	0,07	-0,21	-0,03
4				0,24	-0,29	-0,37
5				0,21	-0,15	
6				0,42	-0,20	
7					-0,21	
Valeur significative au seuil 0,05	0,42			0,35	0,23	0,37

On peut donc dire qu'après la plantation, à partir du moment où la végétation couvre l'ensemble du plan de palissage, il y a tendance à une certaine compétition sur le rang. Mais cette compétition n'est pas nette dans tous les essais étudiés.

Interprétation biologique du phénomène de compétition

La structure du cep de vigne peut être simplifiée en deux zones: la partie aérienne et le système racinaire.

Concernant le premier paramètre, il est intéressant de mesurer l'éclairement moyen reçu dans l'ensemble du couvert d'un cep. La technique utilisée est celle du «fish-eye» (CARBONNEAU *et al.* 1978). L'analyse de la variation du microclimat lumineux d'un cep à l'autre, sur un rang de 28 individus de Cabernet Sauvignon conduit en vigne traditionnelle, met en évidence une variabilité importante. Le coefficient de variation est de 34 %, et très voisin de celui noté au niveau du poids des bois de taille.

Le phénomène de compétition la même année notamment sur la base de la vigueur est donc lié à l'alternance de microclimat notée pour la partie aérienne. Il est difficile de dire si les fluctuations microclimatiques sont une cause ou une conséquence de la compétition. Il est vraisemblable qu'un effet causal entre en jeu puisque en cours de végétation, à partir du mois de Juin les sarments des ceps voisins s'entremêlent en partie. De ce fait, se créent des différences microclimatiques d'un cep à l'autre, accentuées par l'hétérogénéité du palissage ou de la forme du couvert. Ces variations microclimatiques à leur tour doivent modifier la physiologie des plantes, puisqu'il existe des relations étroites entre les deux phénomènes (CARBONNEAU *et al.* 1978).

Il est possible également que les fluctuations microclimatiques soient, pour une part, la conséquence d'une hétérogénéité au niveau racinaire qui induit des vigueurs différentes dans la partie aérienne, donc ces fluctuations microclimatiques. Peu de

données précises sont actuellement disponibles concernant l'hétérogénéité de l'occupation du sol par le système racinaire. Quelques observations préliminaires dans une vigne traditionnelle de Cabernet Sauvignon au Domaine de Latresne tendent à montrer l'existence d'une forte hétérogénéité, notamment dans la colonisation du terrain par les fines radicelles actives (diamètre de section inférieur ou égal à 1 mm). La donnée élémentaire est l'arc sinus \sqrt{x} de la fréquence de ces radicelles dans un parallélépipède rectangle de $0,1 \text{ m} \times 0,1 \text{ m}$ de section et de 1 m de hauteur (la transformation est nécessaire pour normaliser les populations). Le coefficient de variation mesuré sur une surface de sol de $1,8 \text{ m} \times 1,1 \text{ m}$ centrée autour d'un cep (planté à 1,8 m sur 1,1 m par rapport aux ceps voisins) est de 38 %. A ce niveau également, une variabilité similaire à celle de la partie aérienne est à noter.

En fait, il apparaît des causes multiples à la compétition sur la base de la vigueur, chacune interagissant pour créer un équilibre à l'échelon de la plante entière. Si l'on adopte cette entité, et l'expression de sa vigueur par le poids des bois de taille, il est intéressant de suivre l'évolution des populations de fréquence depuis la plantation jusqu'à l'état adulte caractérisé par un équilibre ou une hiérarchie entre ceps précédemment notée (données enregistrées au Domaine INRA de Latresne).

Deux cépages sont pris en considération: Cabernet Sauvignon et Sauvignon; également deux densités de plantation: 5050 ceps/ha ($1,8 \text{ m} \times 1,1 \text{ m}$) et 2525 ceps/ha ($3,6 \text{ m} \times 1,1 \text{ m}$) pour chacun des cépages.

L'année suivant la plantation, les deux cépages et les deux densités présentent des courbes de fréquences similaires, les bimodales, cela traduit pour le mode inférieur une sous-population de plants ayant une reprise médiocre, et pour le mode supérieur une sous-population de plants bénéficiant d'une reprise correcte.

La 2ème année, les courbes de fréquence sont similaires pour les deux cépages et les deux densités sont également similaires, mais unimodales. Le fait est interprétable par un phénomène de rattrapage de vigueur des plants chétifs en première année, et par l'absence de compétition importante entre ceps, en tout cas identique d'une densité à l'autre.

La 3ème année, des différences apparaissent surtout entre les deux densités. La densité forte présente toujours une courbe unimodale assez voisine de celle de l'année précédent mais avec une moyenne supérieure. La densité faible fait apparaître une courbe bimodale. Le mode inférieur est assez proche de celui concernant la densité forte. Le mode supérieur est assez séparé du premier surtout dans le cas du Cabernet Sauvignon qui est plus vigoureux que le Sauvignon.

Tout se passe comme si en faible densité certains ceps ne poussaient pas plus qu'en forte densité, les autres pouvant acquérir un développement très important dans les limites permises par la faible densité. Une interprétation peut être avancée. L'espacement sur le rang étant le même, la concurrence des systèmes racinaires notamment pour l'eau et des organes aériens notamment pour l'éclaircissement, sur la ligne de plantation, doit s'effectuer en même temps pour les deux densités.

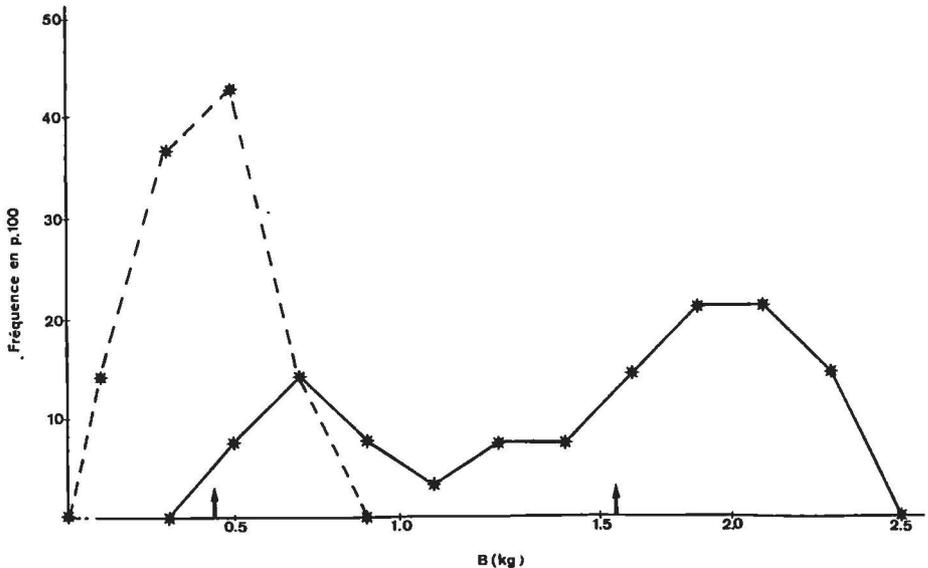
Pour la forte densité, un régime sévère de compétition doit s'instaurer d'abord le long du rang à 0,55 m du cep environ et peu après au niveau de l'inter-rang (à 0,9 m du cep environ), créant ainsi des conditions assez uniformes de concurrence ce qui expliquerait l'allure unimodale de la population.

Pour la faible densité, la première compétition le long du rang (à 0,55 m du cep environ), pourrait suffire à ralentir fortement la croissance de certains ceps faibles, conférant à ces derniers un développement voisin de celui noté en moyenne pour les fortes densités. Les ceps les plus vigoureux pourraient alors profiter du large espace offert jusqu'à l'inter-rang correspondant à la seconde compétition (à 1,8 m du

cep) et du volume non exploité par les ceps freinés par la première compétition, pour installer un puissant système racinaire. Cette sous-population présenterait donc un mode très supérieur au précédent.

Ce phénomène serait d'autant plus net que la vigne est vigoureuse (génotype, milieu), donc d'autant plus que le cep est potentiellement capable de coloniser un volume important de sol. C'est ce qui expliquerait la différence entre les deux cépages étudiés. Lorsque la vigne a atteint l'équilibre adulte, le phénomène précédemment décrit se stabilise. La Figure illustre ces observations pour une vigne de Cabernet Sauvignon greffé sur SO 4, âgé de 13 ans, et pour deux systèmes de conduite extrêmes: vigne étroite rognée non irriguée et vigne large semi-ouverte en «V» irriguée.

Ces conclusions sont en accord avec les résultats enregistrés au Domaine INRA de Montreuil-Bellay par BORDET et LIHOREAU (1974), puis par BERLAND et BERNARD (1975). Ces derniers notent en outre que, pour des densités intermédiaires de l'ordre de 3100 ceps/ha, les phénomènes d'une part de compétition uniforme intense liée aux fortes densités et d'autre part de compétition double liée aux faibles densités semblent minimisés.



Le trait en pointillés correspond à l'histogramme de fréquence du poids des bois par cep (B) d'une vigne de faible vigueur, basse, étroite, rognée de Cabernet Sauvignon cultivée dans un sol de grave sableuse à Latresne. — Le trait plein correspond à l'histogramme de fréquence du poids des bois par cep (B) d'une vigne de forte vigueur, large, haute, à palissage en «V», de Cabernet Sauvignon cultivée à l'irrigation dans sol de grave sableuse à Latresne. — Les flèches situent la moyenne de poids des bois pour chaque population. L'effectif est de 28 pour chaque population.

The dotted line corresponds to the histogramme of frequency concerning pruning weight per vine (B) for a Cabernet Sauvignon weak vine with low trunk, narrow rows and summer pruning, cultivated in a sandy "graves" soil at Latresne. — The open line corresponds to the histogramme of frequency concerning pruning weight per vine (B) for a Cabernet Sauvignon vigorous vine, with high trunk, wide rows, trellised in a "V" shape, cultivated with irrigation in a sandy "graves" soil at Latresne. — The arrows localize the mean pruning weight for each population. Each population possesses 28 vines.

Il faut toutefois remarquer que, outre la densité de plantation, la disposition des cepes ou le rapport écartement/espacement sont susceptibles de modifier les conclusions précédentes.

Atténuation de la variation à l'intérieur des populations

Nous avons calculé le coefficient de variation de différentes populations de vigne et cherché à connaître son évolution dans le temps en fonction des conditions de l'année et des traitements appliqués.

Dans l'essai 5, le coefficient de variation de la population de Cabernet Sauvignon est très élevé pour le poids des bois en 1ère année, puis diminue en 2ème et 3ème année, que les plants soient des greffés-soudés classiques ou en pots (Tableau 6). Les résultats généraux de cet essai ont été publiés antérieurement (CASTERAN *et al.* 1974).

Dans l'essai 2, les cepes ont été taillés par l'ensemble du personnel jusqu'en 1962, chaque tailleur appliquant une charge correspondant à ses habitudes empiriques, puis nous avons utilisé la méthode de la taille équilibrée: La charge de chaque cep était proportionnelle au poids des bois suivant une «échelle de taille» expérimentée sur la même parcelle, les bourgeons excédentaires étant supprimés sur les deux longs bois laissés entiers (RIVES 1966).

Le Tableau 7 indique les moyennes et coefficients de variation pour le poids des bois de 1962 à 1970. La taille équilibrée entraîne une diminution du coefficient de variation: La régression du coefficient de variation en fonction des années est significative au seuil 0,05.

Pour une vigne de 10 ans (essai 4) en Fer Servadou «standard», le coefficient de variation est de 43 %.

Pour une vigne de 7 ans (essai 3) et pour un clone de Merlot, la moyenne du poids des bois est de 657 g pour un coefficient de variation de 29 %.

Dans une collection d'étude de 105 clones de Cabernet Sauvignon où chaque clone est représenté par 10 cepes, nous avons constaté des différences importantes entre clones pour le poids des bois (coefficient de variation compris entre 19 et 47 %), différences attribuables aux caractères génétiques et à l'état sanitaire des clones.

Pour 28 clones confondus, le coefficient de variation est de 31,8 % pour le poids des bois et de 35,2 % pour le poids des grappes en 1973. En comparaison, pour une

Tableau 6

Moyenne (μ en g) et coefficient de variation (CV) du poids des bois de Cabernet Sauvignon pour l'ensemble de l'essai 5

Mean (μ in g) and variation coefficient (CV) of pruning weight of Cabernet Sauvignon for trial 5, concerning the 3 years after planting and two kinds of plants: 1 year old grafted plants coming out of the nursery and 3 months old grafted plants in pots

	1ère année		2ème année		3ème année	
	μ	CV	μ	CV	μ	CV
Gréffés-soudés classiques	26,3	72,5	428,2	49,9	439,4	44,7
Plants en pots	15,2	74,7	444,6	47,9	483,0	41,9

Tableau 7

Moyenne (μ en g) et coefficient de variation (CV) pour le poids des bois de Merlot (Essai 2) · Taille normale en 1962; taille équilibrée à partir de 1963

Mean (μ in g) and variation coefficient (CV) of pruning weight of Merlot (Trial 2) · Normal pruning in 1962; balanced pruning since 1963

Années	Rang 1		Rang 2		Rang 3	
	μ	CV	μ	CV	μ	CV
1962	517	42	406	47	500	51
1963	489	45	557	44	564	45
1964	435	40	455	44	398	46
1965	420	36	480	39	410	51
1966	543	33	556	52	500	53
1967	504	40	507	40	438	43
1968	428	36	424	54	390	48
1969	443	36	415	40	362	42
1970	439	29	424	36	374	43

Régression CV/années: $y = -0,92x + 47,50$ (significative au seuil 0.05).

Regression of CV on years: $y = -0.92x + 47.50$ (significant at the risk level 0.05).

population de Cabernet Sauvignon (plants élite) du même âge et de la même importance numérique, sur le même porte-greffe SO 4, en terrain de graves analogue, les coefficients de variation sont respectivement de 55 et 80 %.

Des coefficients de variation du même ordre ont été calculés pour certaines parcelles du vignoble de Montreuil-Bellay (INRA Angers): de 28 à 34 % pour du Cabernet franc, 40 % pour du Chenin de 55 ans (REMOUE 1979, communication personnelle).

Conséquences pour l'expérimentation viticole

Dans l'état actuel de notre connaissance des populations de vignes dans la région bordelaise, on peut tirer quelques conclusions relatives aux méthodes d'expérimentation.

Lors de la plantation d'un essai dont les résultats sont interprétés statistiquement, il n'est pas utile ni de choisir des greffés-soudés ou plants en pots de grande vigueur ni de mettre en place une seule classe de vigueur.

La préparation du terrain doit par contre être faite avec beaucoup de soins (bonne structure, taux d'humus suffisant, homogénéité du drainage de la parcelle) pour donner à chaque plant les mêmes chances d'enracinement et obtenir ainsi une population à faible coefficient de variation. Cette égalité de chances peut aussi être renforcée au moment de la plantation par une bonne disposition radiale des racines du greffé-soudé.

On améliore la précision d'un essai en utilisant du matériel végétal clonal (porte-greffes et greffons) et en pratiquant la taille équilibrée le plus tôt possible.

On doit calculer le coefficient de corrélation de long du rang pour mettre en évidence une éventuelle compétition. Dans le cas d'une compétition importante, les données individuelles par cep ne sont plus indépendantes et il convient alors de restructurer la mesure élémentaire.

RIVES (1966) a indiqué quelques solutions pour une expérimentation viticole de ce type: «La compétition le long de la ligne de plantation remet en question le système de disposition des essais en parcelles et en blocs puisqu'il est basé sur l'homogénéité topographique des plantes proches les unes des autres et donne plus d'intérêt à des méthodes d'échantillonnage où l'on s'efforce de répartir la population de souches dont on dispose dans les différents traitements, en s'assurant que chaque sous-population soit une image complète de la variabilité de la population entière.»

Toutefois, une remarque s'impose: L'imbrication de plusieurs parcelles élémentaires dans une même entité géographique (rang) ne fait disparaître ni le phénomène de compétition ni la dépendance des données. L'effet de ces derniers, au lieu de se manifester dans la variance intraparcelle, peut avoir tendance à influencer sur la moyenne des traitements. Pour pallier cet inconvénient, quatre solutions nous paraissent envisageables:

a) Intercaler entre les ceps mesurés des ceps «neutres» vis-à-vis de l'essai considéré, ces derniers pouvant appartenir à une autre expérimentation calculée séparément de la première.

b) Provoquer, au sein du même essai, des différences importantes entre les traitements imbriqués (niveaux de charge très différents) afin de rendre négligeables les biais éventuels dus à la compétition.

c) Tenir compte dans le modèle statistique de l'effet de compétition au niveau de la matrice des résidus, à condition de connaître cet effet a priori.

d) Grouper plusieurs ceps, notamment sur le rang où la concurrence est la plus forte, au niveau de la donnée élémentaire, afin d'y intégrer le phénomène de compétition, si la structure de l'essai le permet et si le nombre de répétitions reste suffisant pour connaître l'erreur avec précision.

Projets de travaux sur l'expérimentation viticole

Les quelques résultats que nous avons obtenus nous incitent à poursuivre nos travaux sur les problèmes posés par l'expérimentation viticole.

Nous avons mis en place sur une vigne de Merlot (clone sélectionné) un dispositif permettant de comparer deux traitements, ici deux échelles de taille, à nombre de grappes égal à l'unité de surface. Pour cela nous évaluons la fertilité des bourgeons par cep et supprimons un nombre de droites déterminé pour essayer de travailler à rendement égal par traitement. Pour éviter de modifier le rapport poids des grappes/surface foliaire, nous supprimons les jeunes rameaux porteurs des grappes en excédent. Des témoins non ébourgeonnés permettront de connaître les effets de cette méthode.

Nous poursuivons nos études sur la taille équilibrée en testant des échelles de taille différant par la pente des grappes qui relient la charge au poids des bois et en introduisant d'autres variables (poids de récolte, richesse en sucre).

Enfin, nous mettons en place un essai destiné à étudier les méthodes d'expérimentation. Cinq densités de plantation, deux modes de palissage permettront de déterminer pour une recherche donnée (plus ou moins fine) la taille des parcelles élémentaires la mieux appropriée pour avoir une précision maximum.

L'expérimentation sur la vigne mobilise des moyens importants. Il est nécessaire d'approfondir les méthodes qui permettent d'obtenir des résultats significatifs sur

le maximum de champs d'essai. Quelques résultats obtenus depuis 1960 nous permettent déjà de travailler avec une plus grande précision et de choisir les dispositifs les mieux adaptés.

Résumé

La connaissance de la structure de diverses populations de vigne mesurées dans des parcelles expérimentales du Domaine de Latresne (INRA, Bordeaux) depuis 1960, nous a permis de trouver des méthodes aptes à diminuer la variation entre ceps et par suite d'améliorer la précision des essais.

La vigueur d'un plant greffé-soudé sorti de pépinière ne se transmet pas après la plantation en plein champ; les conditions liées au terrain, au niveau du développement des racines, l'emportent sur les caractères acquis par le plant.

La nouvelle structure de la population, souvent unimodale pour les fortes densités et bimodales pour les faibles, est stable au cours des années.

On peut déceler une certaine compétition entre ceps voisins le long d'un rang de vigne palissée sur fils de fer, à partir de la 3^{ème} ou 4^{ème} année après plantation. Lorsque cette compétition existe significativement on doit en tenir compte dans les protocoles expérimentaux car les données cep par cep ne sont pas indépendantes.

Le phénomène de compétition est lié à la fois aux fluctuations microclimatiques de la partie aérienne ainsi qu'à la concurrence au niveau des racines, ce qui est mis en évidence dans un essai de mode de conduite où sont en particulier comparés deux systèmes très différents: une vigne étroite palissée sur un plan vertical rognée non irriguée et une vigne large semi ouverte en «V» irriguée.

A l'intérieur des populations, le coefficient de variation apparaît dépendant des essais et du matériel végétal employé. Il est bon d'utiliser la taille équilibrée proportionnant la charge à la vigueur ainsi que du matériel végétal cloné en choisissant les clones les plus homogènes.

De nouveaux essais sont mis en place pour approfondir les méthodes d'expérimentation viticole et quelques idées de nouveaux dispositifs concernant la parcelle élémentaire sont suggérées.

Références bibliographiques

- BERLAND, S. et BERNARD, J., 1975: Essai de mise en valeur de la compétition entre souches de vigne pour des densités différentes. Mémoire de fin d'études. Promotion 1972 E.S.A. Angers, 81 pp.
- BORDET, G. et LIHOREAU, J., 1974: Etude pour quelques cépages régionaux de l'influence sur la qualité, le rendement et la vigueur, de la variation de la densité de plantation par écartement des rangs et des souches sur le rang. Mémoire de fin d'études. Promotion 1971 E.S.A. Angers, 150 pp.
- CARBONNEAU, A., CASTERAN, P., LECLAIR, PH., 1978: Essai de détermination en biologie de la plante entière de relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la vigne et la composition du raisin. Ann. Amélior. Plantes 28, 195—221.
- CASTERAN, P., GAZEAU, J. P., LECLAIR, PH. et RIVES, M., 1974: Reprise et établissement comparé des greffés-soudés classiques et des plants en pots pour la plantation des vignes. Vignes et Vins (229), 20—27.
- FREEMAN, G. H., 1963: The combined effect of environmental and plant variation. Biometrics 19, 273—277.
- LECOMPT, M., 1965: L'expérimentation et les engrais. Extrait du bulletin des engrais. Ed.SPIEA, Paris, 91 pp.
- LEVERT, C., 1964: Deux modèles statistiques de persistance des séries chronologiques climatiques. Biométrie-Prax. 2, 63—79.

- PEARCE, S. C., 1978: Introduction à la statistique en biologie. Traduction J. P. DOAZAN de l'ouvrage: Biological statistics: an introduction. Ed. McGraw-Hill Book Comp. 1965, 260 pp.
- — and MOORE, C. S., 1962: A study of sources of variation in apple tree experiments. *J. Hort. Sci.* 37, 175—189.
- RIVES, M., 1966: Problèmes de l'expérimentation sur les plantes pérennes ligneuses, en particulier la vigne. *Acta Agricult. Scand. Suppl.* 16, 239—247.
- — , 1973: Conférence donnée aux techniciens de l'Institut Technique du Vin. Lons-le-Sauvier, 15 mai. Ed. Station de Viticulture, Pont-de-la-Maye, 32 pp.
- — , CASTERAN, P. et LECLAIR, PH., 1966: Observations préliminaires sur la détermination objective de la taille de la vigne. *C. R. Séances Acad. Agricult. France* 52, 537—544.
- SIEGEL, S., 1956: Nonparametric statistics. Ed. McGraw-Hill Book Company, 312 p.

Eingegangen am 15. 1. 1980

P. CASTERAN
A. CARBONNEAU
Ph. LECLAIR
Station des Recherches
de Viticulture, INRA
Centre de Recherches
de Bordeaux
33140 Pont-de-la-Maye
France