

**ETUDE DE L'INFLUENCE CHEZ LA VIGNE  
DU RAPPORT  
« PARTIE VEGETATIVE / PARTIE PRODUCTRICE »  
SUR LA PRODUCTION ET LA QUALITE DES RAISINS**

A. CARBONNEAU \*, Ph. LECLAIR \*, P. DUMARTIN \*\*,  
J. CORDEAU \*\*\* et C. ROUSSEL \*\*\*\*

(\*) Institut National de la Recherche Agronomique, Station de Recherches de Viticulture  
Centre de Recherches de Bordeaux, 33140 Pont de la Maye (France)

(\*\*) Institut Technique de la Vigne et du Vin 112, Quai de Paludate, 33000 Bordeaux (France)

(\*\*\*) Chambre d'Agriculture de la Gironde 13, Rue Foy, 33000 Bordeaux (France)

(\*\*\*\*) Service de la Protection des Végétaux Chemin d'Artigues, 33150 Cenon (France)

**JUSTIFICATION D'UNE TELLE ETUDE**

**1. — BUT DES ESSAIS**

Un des problèmes de la viticulture est représenté par l'irrégularité, d'une année à l'autre, de la quantité et de la qualité de la vendange. La cause essentielle est à mettre à l'actif des variations du climat de l'année même de la vendange (action sur la nouaison, le poids de la baie et la maturation des raisins notamment), de celui de l'année précédente (influant sur l'initiation florale et les réserves en particulier), voire de celui d'années encore plus antérieures (influençant les réserves ainsi que la mise en place des systèmes racinaires et conducteurs), tout ceci en régime de concurrence avec les ceps voisins.

Que peut faire le viticulteur face à ces phénomènes climatiques globaux sur lesquels il ne possède ni prévision ni emprise importante ?

Tout d'abord, il choisit les greffons, les porte-greffes et les sols les mieux adaptés à ces contraintes climatiques.

Il utilise également l'ensemble des techniques culturales, et en particulier il peut créer, au moyen des systèmes de conduite (densité de plantation, orientation du rang, hauteur du tronc, palissage, taille, etc...), des microclimats susceptibles de maintenir rendement et qualité dans des limites acceptables.

Il faudrait enfin qu'il soit en mesure, au cours de la taille hivernale, d'avoir une idée de la fertilité potentielle contenue dans les bourgeons qu'il laisse afin de calculer la charge moyenne.

De toutes façons, malgré toutes ces possibilités et les efforts du viticulteur, subsisteront les impondérables affectant le maintien des inflorescences après la sortie, le taux de nouaison, le poids et la composition de la baie. C'est ce que confirment les difficultés de prévision de récolte, même une fois la nouaison terminée.

Néanmoins, lorsque à cette date, le nombre de grappes moyen porté par un cep est très élevé, le risque d'erreur de prédire une vendange abondante et de moindre qualité est très faible. Il apparaît donc intéressant, dans ces conditions, d'intervenir à cette époque sur les grappes afin de réduire les inconvénients de la surproduction et de la baisse importante de qualité.

C'est dans ce but que nous avons mis en place dans le Bordelais en 1974 et 1975 une série d'expérimentations permettant l'étude de l'influence de l'éclaircissage des grappes sur la vendange et le comportement des ceps.

Il est très vite apparu qu'une telle technique agissant directement sur le nombre de grappes, fait varier du même coup le rapport « partie végétative / partie productrice », c'est-à-dire le niveau d'activité du feuillage servant à l'alimentation des raisins en substances élaborées. Nous avons donc conçu cette étude plutôt dans une optique d'approche globale de ces phénomènes que dans une analyse de l'éclaircissage seul.

## 2. — DONNEES DE BASE.

Nous avons été guidés dans le choix des traitements par toute une série de travaux antérieurs sur ces questions. L'intérêt des essais que nous avons mis en place réside dans la vérification au niveau du Bordelais de données précédemment acquises et dans l'étude de la combinaison de plusieurs techniques (éclaircissage de grappes, effeuillage, rognage).

Les bienfaits de l'éclaircissage (par diminution de la compétition pour les substances élaborées au niveau des raisins) sur la qualité du vin (augmentation de degré alcoolique et de couleur en particulier), ainsi que les phénomènes de « rattrapage » de production par augmentation du poids des baies et des bois ont été signalés par plusieurs auteurs : ANTCLIFF, WEBSTER et MAY (1960), I.T.V. (1976), KLIEWER et OUGH (1970), LEMOS et COOK (1976), SHAULIS et STEEL (1969), WEAVER et Mc CUNE (1960). L'éclaircissage par voie chimique a été étudié particulièrement par WEAVER et POOL (1971 et 1973).

D'autres auteurs se sont intéressés aux effets du rognage et/ou de l'effeuillage : CASTERAN (1971), FULLER (1974), KHALIL (1961), KLIEWER et ANTCLIFF (1970), KLIEWER et FULLER (1973), KOBLET et PERRET (1971), KOBLET (1976), KRIEDEMANN et LENZ (1972), MAY, SHAULIS et ANTCLIFF (1969), MIKFAJLYUK (1972), PETERSON et SMART (1975), RAVAZ (1911), STOEV (1966). Les différents auteurs concluent que le rendement et la qualité sont favorisés par un nombre de feuilles important dans les limites

compatibles avec les capacités de transpiration liées au sol, au porte-greffe et au greffon. Par contre, un effeuillage localisé à la zone des grappes après les fortes chaleurs de l'été agit favorablement sur la couleur, la baisse de l'acidité et la diminution des risques de pourriture grise (si ce dernier point est un problème à résoudre plus tôt, l'effeuillage localisé doit gagner à être avancé).

D'autres auteurs ont particulièrement insisté sur la relation entre toutes ces techniques et sur le rapport entre la surface foliaire ou le poids des bois et le poids de vendange : AMIRDZHANOV (1965), ANTCLIFF, WEBSTER et MAY (1960), CASTERAN (1971), KLIEWER et OUGH (1970), RAVAZ (1911). L'action de l'éclaircissage semble en effet plutôt imputable au fait qu'il y a davantage de feuilles pour nourrir une grappe qu'au fait que le rendement du cep, soit diminué et rendu compatible avec les possibilités de ce dernier. Une autre conséquence de l'éclaircissage est de favoriser l'alimentation des sarments, donc leur vigueur et la fertilité de leurs bourgeons. Sur ce dernier point, ANCLIFF, WEBSTER et MAY (1960), dans les conditions australiennes sur Sultanine, n'ont pas noté une influence positive du rapport « feuillage / récolte » sur l'initiation florale.

Cette dernière observation très intéressante fait ressortir l'extrême simplicité du raisonnement qui consiste à n'envisager les effets de l'éclaircissage ou de la quantité de feuillage que sous l'angle d'une baisse de concurrence vis-à-vis des sucres, qu'il y ait soit diminution du nombre de concurrents, soit augmentation du stock à distribuer. En fait, d'après KRIEDEMANN et LENZ (1972), toute élimination d'un « puits à assimilats » (grappe, racine) provoque une baisse de la photosynthèse des feuilles donc de la production de sucres. Pour STOEV (1966), le rognage augmente la productivité des feuilles restantes qui ont à alimenter en nombre réduit la même quantité de « puits ».

La notion mise en exergue ici est celle de la productivité du feuillage, reprise par de nombreux chercheurs, et que l'on peut assimiler au rendement photosynthétique par unité de surface. Toutefois, sur le problème du rognage, KRIEDEMANN et LENZ (1972) notent que la croissance des entre-cœurs induit un entassement du feuillage, donc un éclaircissement et une photosynthèse insuffisants, rabaisant la production de sucres. SPARKS et LARSEN (1966) ont montré que l'éclaircissement des feuilles provoquait sur la teneur en sucres des baies des variations plus importantes que l'éclaircissage.

Il faut donc, dans la compréhension des conséquences de l'éclaircissage, du rognage et de l'effeuillage, faire intervenir non seulement les phénomènes de concurrence, mais aussi les variations du rendement photosynthétique de l'unité de surface foliaire liées à des corrélations (« puits ») et à des facteurs externes (lumière notamment), et enfin le mécanisme de l'initiation florale qui est en relation avec le microclimat et la production

de sucres. Il n'est donc pas étonnant de noter des divergences sur ces questions, dans la mesure où de simples techniques provoquent au niveau de la plante des réactions très complexes, donc pas toujours analysables. Pour cette raison, nous préférons utiliser le terme un peu vague de rapport « partie végétative / partie productrice » et étudier l'influence des variations de ce paramètre sur la production et la qualité chez la Vigne.

## DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX

### 1. — ESSAIS EN MEDOC

Une étude de ces questions a débuté en 1974, à la demande et chez certains viticulteurs désirant éviter les inconvénients d'une surproduction de vin de qualité médiocre que laissait présager une « sortie » exceptionnellement élevée cette année-là. Les parcelles suivies en 1974, 1975 et jusqu'au printemps 1976, sont constituées, de quatre blocs de *Merlot/Riparia-Gloire* et de quatre blocs de *Cabernet-Sauvignon/Riparia-Gloire*, vignes en pleine production et conduites de façon soignée selon la tradition régionale. Ces parcelles sont constituées de graves et de terres argileuses, ces dernières induisant une production élevée.

L'essai comporte six traitements d'éclaircissage de grappes en combinaison factorielle avec deux niveaux de rognage et deux types d'effeuillage de la zone des grappes.

Il convient de noter que l'éclaircissage a porté sur les grappes les plus entassées, souvent au milieu du cep, indépendamment de leur taille ou de leur rang.

- Les six modes d'éclaircissage sont :

- 1) — Témoin ;
- 2) — Eclaircissage manuel de 20 à 25 p. 100 de l'ensemble des grappes après la nouaison (à la fin de juin) ;
- 3) — Eclaircissage manuel de 40 à 50 p. 100 de l'ensemble des grappes après la nouaison (à la fin de juin) ;
- 4) — Eclaircissage manuel de 70 p. 100 de l'ensemble des grappes après la nouaison (à la fin de juin), sur une moitié des blocs ;  
ou éclaircissage d'environ 50 p. 100 à cette date grâce à une pulvérisation d'Ethéphon (acide 2-chloro-éthyl-phosphonique) à 600 mg par litre de matière active, jusqu'au point de ruissellement, sur l'ensemble des feuilles et des grappes, sur l'autre moitié des blocs ;
- 5) — Eclaircissage manuel de 20 à 25 p. 100 de l'ensemble des grappes juste avant la véraison (premiers jours d'août) ;

6) — Eclaircissage manuel de 40 à 50 p. 100 de l'ensemble des grappes juste avant la véraison (premiers jours d'août).

- Les deux niveaux de rognage sont :

1) — Rognage normal laissant environ 0,8 m de hauteur de feuillage ;

2) — Rognage laissant environ 1,1 m de hauteur de feuillage ;

- Les deux types d'effeuillage de la zone des grappes sont :

1) — Témoin ;

2) — Effeuilage au début de septembre, sur les deux côtés du rang, supprimant les feuilles de la zone des grappes (en moyenne deux niveaux de feuilles).

Au total  $6 \times 2 \times 2 = 24$  parcelles élémentaires de 12 répétitions chacune, pour chacun des quatre blocs, de chacun des deux cépages.

Chaque traitement élémentaire est donc réalisé sur 48 souches, également réparties en 4 blocs, pour le *Merlot* et le *Cabernet-Sauvignon*.

Des comparaisons de ces divers traitements nous pouvons tirer les effets du rognage, de l'effeuillage, du mode d'éclaircissage (manuel ou chimique), de la date d'éclaircissage (fin de la nouaison ou début de la véraison), de l'intensité de l'éclaircissage (0, 25, 50 et 70 p. 100) et des interactions éventuelles entre ces traitements.

## 2. — ESSAI AU DOMAINE I.N.R.A. DU GRAND PARC A LATRESNE (Gironde)

Un essai plus simple a porté sur une vigne en pleine production de *Cabernet-Sauvignon/SO4* plantée dans un sol de graves sablo-limoneuses et conduite classiquement (1,8 m x 1,1 m). Chaque traitement a bénéficié de 60 répétitions.

Le but est d'étudier, par rapport à un témoin classique, le comportement d'une vigne surchargée de 50 p. 100 à la taille, et éclaircie du tiers des grappes juste avant la véraison. La production est identique dans ces traitements ; seule varie l'importance de l'appareil végétatif.

## 3. — ESSAIS DE L'INSTITUT TECHNIQUE DE LA VIGNE ET DU VIN ET DE LA CHAMBRE D'AGRICULTURE

Un essai a été mis en place en 1975 par l'I.T.V. et la Chambre d'Agriculture au Lycée Agricole de Bordeaux-Blanquefort. Les cépages utilisés sont le *Merlot* et le *Cabernet-Sauvignon* ; les traitements comportent un témoin et un éclaircissage de 50 p. 100 des grappes le 25 juin 1975 après la nouaison. Les ceps étaient à 1,5 m sur 1 m, conduits classiquement, et les parcelles comprenaient 20 souches adultes.

**TABLEAU I**

**Effets du rognage**

	Nombre de grappes par cep à la vendange (N)		Poids de vendange par cep (kg) (P)		1.000 P/N		Degré alcoolique en puissance du moût		Acidité totale (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> par litre)		Anthocyanes des pellicules (mg par 100 g de baies)		Poids des bois de taille par cep (kg) (B)		B/P		Nbre estimé de fleurs bourgeon débourré
	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	
Merlot	16,7	5,4	2,20	0,48	131,7	88,9	9°5	12°1	4,7	4,9	149	0,29	0,26	0,13	0,54	725	
	16,4	6,4	2,21	0,56	134,1	87,5	10°3	12°2	4,5	4,8	171	0,31	0,33	0,14	0,59	714	
Cabernet-Sauvignon	13,9	8,1	1,50	0,80	107,9	98,8	9°5	11°2	6,5	7,0	152	0,40	0,41	0,27	0,51	/	
	13,6	8,9	1,61	0,94	117,6	105,6	9°9	11°6	6,0	6,6	167	0,45	0,53	0,28	0,56	/	

a) rognage normal (0,8 m de hauteur de feuillage)

b) rognage + 0,3 m.

| = existence d'une différence significative entre deux traitements au seuil de 5 p. 100 pour le « F » global.

Une autre expérimentation a été établie en 1975 dans l'Entre-deux-Mers à Montussan sur une vigne de *Cabernet-Sauvignon* greffé sur SO4, âgée de 7 ans, plantée à 3 m sur 1,45 m et conduite haute avec arcure des astes. Le dispositif adopté a été la randomisation totale sur 150 souches. Les traitements sont au nombre de trois : un témoin « taille courte » (1 œil pour 100 g de bois) ; une taille longue (1,5 œil pour 100 g de bois) ; enfin la même taille longue mais suivie d'un éclaircissage du tiers des grappes le 9 juillet 1975 après la nouaison.

## ANALYSE DES RESULTATS DE 1974 ET 1975

### 1. — CONSEQUENCE DES VARIATIONS AU NIVEAU DE LA « PARTIE VEGETATIVE »

#### a) — Rognage

L'analyse du tableau I fait ressortir les effets bénéfiques d'un rognage moins sévère de l'ordre de 0,3 m par rapport à la hauteur habituelle. En effet, le poids des bois, le rendement en raisins, le degré et la couleur s'en trouvent en général augmentés, notamment les deux derniers qui sont des composantes fondamentales de la qualité du vin.

La première année (1974), le rognage à 1,1 m n'a que très légèrement augmenté le poids des bois et la seule répercussion significative se situe au niveau du degré. Cet excédent de 0,3 m de feuillage a donc assuré une meilleure alimentation en sucres des baies en provoquant une légère augmentation de leur poids et surtout une teneur en sucres plus importante.

La deuxième année (1975), les vignes rognées plus haut ont bénéficié d'une charge un peu plus élevée que chez les témoins, cette dernière étant proportionnée au poids des bois de taille. De ce fait, les souches rognées moins sévèrement ont porté un nombre un peu plus élevé de grappes et ont produit davantage, tout en conservant une supériorité en ce qui concerne le degré et la couleur de leurs baies. L'augmentation du poids de leurs bois s'est accentuée du fait du rognage moins sévère et de la charge supplémentaire. Il est à noter que la fertilité moyenne des bourgeons n'a pas été affectée par ce traitement.

Il résulte qu'un rognage moins sévère augmente le rapport « partie végétative / partie productrice » estimé par le rapport « poids des bois / poids de vendange » (B/P) ; mais cet accroissement n'est pas très important car l'augmentation de B est accompagnée de celle de P (poids moyen des grappes en 1974 et / ou de leur nombre en 1975). Toujours est-il que cet excédent de feuillage, bien éclairé du reste, contribue à une meilleure alimentation des baies en métabolites et augmente la qualité du moût. Cette conclusion, qui aurait sans doute été encore plus nette si la charge n'avait pas été augmentée chez les ceps rognés plus haut, peut certaine-

**TABEAU II**

**Effets de l'effeuillage**

	Nombre de grappes par cep à la vendange (N)		Poids de vendange par cep (kg) (P)		1000 P/N		Degré alcoolique en puissance du moût		Acidité totale du moût (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> par litre)		Anthocyanes des pellicules (mg par 100 g de baies)		Poids des bois de taille par cep (kg) (B)		B/P		Nbre estimé de fleurs par bourgeon de bourré	
	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975		
Merlot																		
a)	14,7	7,4	1,99	0,79	135,4	106,8	10°6	12°9	4,5	4,0	165	0,26	0,29	0,13	0,37	712		
b)	14,2	6,9	1,98	0,77	139,4	111,5	10°4	12°9	4,4	4,0	169	0,25	0,27	0,13	0,35	727		
Cabernet-																		
a)	12,2	11,4	1,55	1,33	127,0	116,7	9°6	11°0	6,2	6,4	166	0,40	0,42	0,26	0,32	/		
Sauvignon																		
b)	11,6	10,0	1,50	1,03	129,3	103,0	9°5	11°1	6,1	6,0	174	0,41	0,41	0,27	0,40	/		

a) aucun effeuillage.

b) effeuillage de la zone des grappes au début de septembre.

| = existence d'une différence significative entre deux traitements au seuil de 5 p. 100 pour le « F » global.



ment remettre en cause sur le plan pratique, le niveau de rognage. En effet, celui-ci devrait être relevé, ce qui devient d'ailleurs facile avec la mécanisation des techniques culturales.

Il faut toutefois insister, comme beaucoup d'auteurs, sur les limites de la hauteur de rognage, en particulier en rangs étroits. En effet, si la hauteur de feuillage devient trop élevée, les avantages d'un rognage moins sévère tendent à disparaître du fait de l'ombre portée plus importante, de la transpiration plus intense qui devient excessive dans des sols légers en année sèche, de la baisse de la photosynthèse. Néanmoins, dans la plupart des cas, des gains de qualité doivent être attendus en rognant aux alentours de 0,3 m plus haut que la hauteur normale, ce qui suppose une hauteur de feuillage d'environ 1,1 m.

#### b) — L'effeuillage

L'examen du tableau II ne fait ressortir que peu de conséquences d'un effeuillage pourtant assez net au début de septembre et au niveau de la zone des grappes. Les trois points les plus intéressants sont le gain de couleur (résultant d'une meilleure transformation de certains métabolites en anthocyanes liée à un microclimat des baies plus chaud) ; la baisse d'acidité pour la même raison ; enfin la tendance à diminution du développement du *Botrytis cinerea* P., conséquence d'un microclimat des raisins plus aéré et moins humide. L'effet sur la pourriture est généralement plus net en ce qui concerne l'effeuillage et l'éclaircissage.

L'enlèvement à cette époque des feuilles les plus âgées ne semble pas affecter la production de sucres de la souche, ces feuilles étant alors peu fonctionnelles. Toutefois, sur *Cabernet-Sauvignon*, l'effeuillage a provoqué une légère baisse de production sans modifier le poids des bois ce qui a même permis d'accroître le rapport « B/P ». Ce cépage a mieux « répondu » que le *Merlot* à l'effeuillage, sans doute parce qu'il a été « traité » en même temps mais récolté plus tard.

La technique de l'effeuillage présente donc des avantages pour la qualité, mais gagne à être combinée avec un rognage moins sévère qui rétablit largement au niveau d'un cep la quantité de feuilles enlevées, d'autant que ces feuilles, elles, sont fonctionnelles. En outre, le dégagement de la zone des grappes ainsi réalisé est de nature à faciliter la vendange ultérieure (manuelle ou mécanique).

Il convient de remarquer qu'un effeuillage trop intense ou trop précoce, semble nuisible à la qualité par abaissement de la production de sucres de la souche ou par une trop forte exposition des baies en juillet et août. Ce dernier point souligne l'importance de la recherche de l'optimum pour le microclimat des raisins, lié à la hauteur du tronc, à la taille et au palissage. Toutefois, si la pourriture est un facteur limitant sur certains cépages à la fin d'août l'effeuillage peut être avancé.

TABLEAU III

Effets de l'intensité d'éclaircissage

	Nombre de grappes par cep à la vendange (N)		Poids de vendange par cep (kg) (P)		1000 P/N		Degré alcoolique en puissance du moût		Acidité totale du moût (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> par litre)		Anthocyanes des pellicules (mg par 100 g de bates)		Poids des bois de taille par cep (kg) (B)		B/P		Nbre estimé de fleurs par bourgeon débouffé	
	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975
	a)	20,8	9,4	2,70	0,90	129,8	95,8	9°5	12°6	5,1	4,1	164	0,26	0,24	0,10	0,27	706	
b)	16,1	8,0	2,10	0,82	130,4	102,5	10°3	12°8	4,6	4,0	170	0,28	0,27	0,13	0,33	839		
c)	12,1	6,2	1,65	0,68	136,4	109,7	10°8	13°0	4,2	4,1	178	0,26	0,29	0,16	0,43	922		
d)	(7,2)	(3,8)	(1,30)	(0,40)	(180,5)	(105,3)	(11°2)	(12°2)	(4,0)	(4,8)	(179)	(0,31)	(0,39)	(0,24)	(0,98)	/		
a)	16,9	13,2	2,16	1,50	126,1	113,6	8°7	11°0	5,5	6,6	158	0,38	0,35	0,18	0,23	/		
b)	13,0	11,0	1,55	1,15	119,2	104,5	9°3	11°0	6,2	6,4	152	0,40	0,42	0,26	0,37	/		
c)	11,1	9,1	1,40	1,00	126,1	109,9	9°9	11°2	6,0	6,0	162	0,41	0,45	0,29	0,45	/		
d)	(6,9)	(3,9)	(0,80)	(0,50)	(115,9)	(128,2)	(10°4)	(11°7)	(6,0)	(6,5)	(168)	(0,46)	(0,48)	(0,56)	(0,96)	/		

a) témoin non éclairci

b) éclairci de 25 p. 100 de l'ensemble des grappes.

c) éclairci de 50 p. 100 de l'ensemble des grappes.

d) éclairci de 70 p. 100 de l'ensemble des grappes sur la moitié des blocs seulement.

| = existence d'une différence significative entre deux traitements au seuil de 5 p. 100 pour le « F » global.

## 2. — CONSEQUENCES DES VARIATIONS AU NIVEAU DE LA « PARTIE PRODUCTRICE »

### a) — **Intensité d'éclaircissage** (fig. 1)

Le tableau III permet de se rendre compte rapidement des conséquences d'un éclaircissage manuel de grappes (quelle que soit la date).

#### — *Action sur le rendement*

Evidente diminution du nombre de grappes et du rendement en fonction de l'intensité d'éclaircissage, mais en général accompagnée d'une augmentation du poids des baies, liée à la diminution de leur concurrence réciproque, le feuillage n'étant pas modifié. Ce phénomène de « rattrapage » rend moins sensible la perte volontaire de rendement (*perte d'environ 40 p. 100 du rendement pour un éclaircissage de 50 p. 100 des grappes*).

#### — *Action sur la qualité*

Augmentation nette pour les mêmes raisons du degré et de la couleur, et baisse de l'acidité en fonction de l'intensité d'éclaircissage. Les deux premiers points semblent très intéressants et justifient à eux seuls la technique de l'éclaircissage. En effet, dans des parcelles « vigoureuses » et en année de forte « sortie », la qualité est médiocre (degré assez bas des témoins en 1974) ; dans ces conditions, l'éclaircissage permet de « remonter » le degré de façon très sensible (*gain de 1,5 degré d'alcool pour l'éclaircissage de 50 p. 100 et de presque 2 degrés pour l'éclaircissage de 70 p. 100*). Par contre, en 1975, où les conditions de production excessive n'étaient pas réunies, les souches témoins ont bénéficié d'un rapport B/P élevé et ont bien réussi à nourrir leurs grappes. Les écarts sont beaucoup moins nets (surtout pour le *Cabernet-Sauvignon*) et ne justifient pas en général l'adoption de la technique d'éclaircissage. Il est à noter que les réponses à l'intensité d'éclaircissage sont parfois pratiquement proportionnelles à cette dernière, mais que les éclaircissages peu intenses (25 p. 100) sont souvent sans effet notable, notamment sur les anthocyanes.

#### — *Action sur la vigueur et la fertilité*

Accroissement du poids des bois et de la fertilité du bourgeon. L'enlèvement d'organes avides de métabolites que sont les grappes, permet une redistribution d'une partie de ceux-ci en faveur non seulement des grappes restantes mais encore des sarments, dont le poids augmente. Ce phénomène est perceptible à la taille hivernale et aussi après les rognages où chez les souches éclaircies, les entre-cœurs poussent plus vite que chez les témoins. Cette augmentation de vigueur (la plus nette chez le *Cabernet-Sauvignon*) ne semble pas préjudiciable en soi à la qualité des raisins provenant des ceps éclaircis, mais elle provoque dans ces conditions une nette augmentation de la fertilité des bourgeons. L'effet de l'éclaircissage

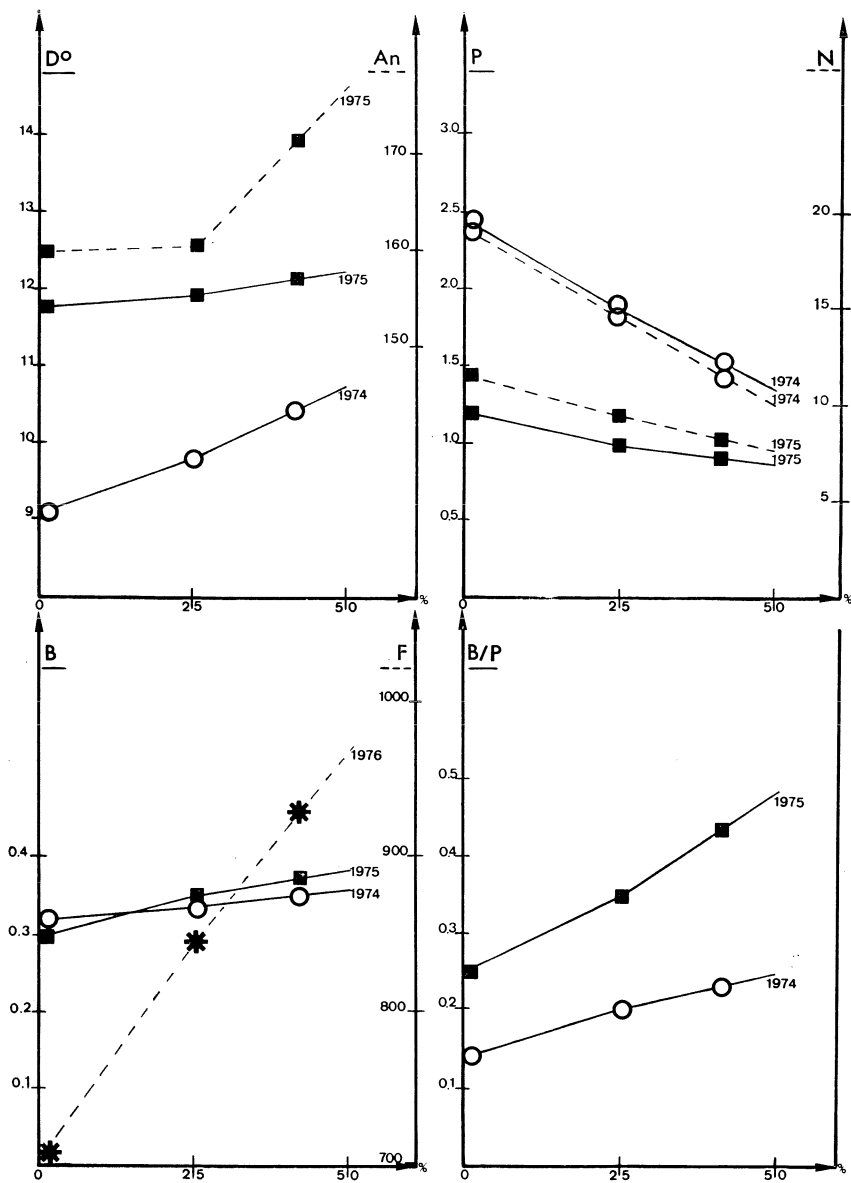


Fig. 1. — Influence de l'intensité d'éclaircissage (abscisses) sur divers paramètres de la Vigne.

- D° = Degré alcoolique en puissance du moût
- An = Anthocyanes des pellicules (mg par 100 g de baies)
- P = Poids de vendange par cep (kg)
- N = Nombre de grappes par cep à la vendange
- B = Poids des bois de taille par cep (kg)
- F = Nombre estimé de fleurs par bourgeon débourré

sur la fertilité du bourgeon n'est sans aucun doute pas direct car l'initiation florale des yeux retenus à la taille est pratiquement terminée au moment de l'éclaircissage ; par contre, tout conduit à penser à une répercussion indirecte par le biais de la vigueur. Cette action cumulée sur 2 ans, est perceptible, avant la floraison, à la fois sur le nombre d'inflorescences par œil débourré et sur la quantité de fleurs par inflorescence.

La conséquence pratique est que si des vignes subissent un éclaircissage sur plusieurs années consécutives, leur vigueur va s'accroître et la fertilité de leurs bourgeons aussi ; ceci entraîne qu'en réalité les effets de l'éclaircissage d'un certain pourcentage de grappes seront de moins en moins différents du témoin. Une autre répercussion est que l'équilibre entre la « partie végétative » et la « partie productrice » chez les souches éclaircies va rester dans des proportions à peu près constantes par rapport à celui observé chez les témoins, du fait de l'augmentation à la fois de la partie végétative et de la partie productrice. Il faut cependant remarquer que chez le *Cabernet-Sauvignon*, la répercussion au niveau de B est plus nette que pour P, ce qui tend au cours des années à accentuer l'écart de B/P entre les témoins et les vignes éclaircies. Toutefois ceci va se produire en augmentant la vigueur, avec des risques rapides d'entassement du feuillage (comme nous le verrons par la suite) et de concurrence trop grande entre sarments et raisins. A la longue, il est à peu près certain que le remède de l'éclaircissage sera peu efficace, voire pire que le mal éventuel des témoins trop fertiles. La résolution de ce dernier problème semble plutôt passer par un choix plus raisonné des fumures et des porte-greffes, voire par l'adoption de l'enherbement des sols dans certains cas, et aussi par l'introduction de systèmes de conduite nouveaux.

En outre, l'augmentation de la fertilité due à l'éclaircissage de l'année précédente, peut entraîner une certaine compensation de la production si la sortie est faible l'année suivante. Dans le cas inverse, l'éclaircissage risque d'accroître les inconvénients liés à une fertilité trop élevée. Les phénomènes d'alternance de production n'étant pas évidents chez la Vigne, il est prudent de limiter les conséquences de l'éclaircissage sur la fertilité.

En conclusion, l'éclaircissage n'apparaît réellement justifié et efficace que s'il est employé épisodiquement lorsque la « sortie » est très forte. Les données du tableau VIII confirment du reste cette déduction en faisant ressortir, dans les conditions décrites précédemment, les effets positifs de cette technique sur le degré alcoolique et aussi sur les polyphénols (anthocyanes et tanins).

#### b) — **Date d'éclaircissage**

Le tableau IV fait apparaître des différences entre deux traitements : un éclaircissage une semaine après la nouaison à la fin de juin et un autre juste avant le début de la véraison au début d'août, pour des intensités de 25 et 50 p. 100.

**TABLEAU IV**

**Effets de la date d'éclaircissage**

	Nombre de grappes par cep à la vendange (N)		Poids de vendange par cep (kg) (P)		1000 P/N		Degré alcoolique en puissance du moût		Acidité totale du moût (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> par litre)		Anthocyanes des pelli- cules (mg par 100 g de baïes)		Poids des bois de taille par cep (kg) (B)		B/P		Nbre estimé de fleurs par bour- geon dé- bourré
	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	
Merlot	13,9	7,1	1,88	0,82	135,3	115,5	10°6	13°0	4,4	4,1	150	0,28	0,29	0,15	0,35	881	
	14,2	7,0	1,96	0,70	138,0	99,0	10°4	12°9	4,4	4,0	153	0,25	0,26	0,13	0,37	757	
Cabernet- Sauvignon	11,7	10,6	1,50	1,21	128,2	114,2	9°6	11°0	6,2	6,3	136	0,42	0,46	0,28	0,38	/	
	12,3	9,6	1,50	0,91	122,0	94,7	9°6	11°2	5,9	6,1	132	0,39	0,40	0,26	0,44	/	

a) éclaircissage 1 semaine après nouaison.

b) éclaircissage juste avant véraison.

| = existence d'une différence significative entre deux traitements au seuil de 5 p. 100 pour le « F » global

**TABEAU V**

**Effets du mode d'éclaircissage**

	Nombre de grappes par cep à la vendange (N)		Poids de vendange par cep (kg) (P)		1000 P/N		Degré alcoolique en puissance du moût		Acidité totale du moût (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> par litre)		Anthocyanes des pellicules (mg par 100 g de bates)		Poids des bois de taille par cep (kg) (B)		B/P		Nbre estimé de fleurs par bourgeon débouffé		
	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1976
Merlot a)	10,3	7,1	1,50	0,98	145,6	138,0	11°5	13°8	4,0	3,3	146	0,22	0,27	0,15	0,28	922			
Merlot b)	10,9	10,0	1,40	1,10	128,4	110,0	11°4	14°0	4,1	3,0	149	0,20	0,25	0,14	0,23	783			
Cabernet Sauvignon a)	9,5	11,1	1,40	1,44	147,4	129,7	9°6	10°6	6,1	5,7	163	0,38	0,39	0,27	0,27	/			
Cabernet Sauvignon b)	4,9	17,5	0,65	2,15	132,6	122,9	9°8	10°4	6,1	6,0	157	0,40	0,38	0,62	0,18	/			

a) éclaircissage manuel de 50 p. 100, 1 semaine après nouaison.

b) éclaircissage avec Ethéphon à 600 mg par litre, 1 semaine après nouaison.

| = existence d'une différence significative entre deux traitements au seuil de 5 p. 100 pour le « F » global.

Aucune différence importante n'est notée pour le rendement ni pour la qualité. Les écarts significatifs enregistrés ne concernent que ceux de la deuxième année de l'essai (1975). En effet, la seule conséquence d'un éclaircissage tardif semble être de laisser les raisins verts en concurrence le plus longtemps possible avec les sarments (pour l'eau en particulier), donc de ralentir la croissance active à cette époque et d'abaisser le poids des bois. De ce fait, la fertilité des bourgeons (nombre de grappes et de fleurs) est par contre-coup diminuée, ce qui présente un avantage pour les années suivantes où l'on a moins à craindre une « sortie » trop forte et où l'éclaircissage éventuel n'en sera que plus efficace.

L'époque la plus tardive pour l'éclaircissage est certainement la véraison où commence l'accumulation des sucres et des polyphénols. Dans nos conditions donc, l'éclaircissage aurait tout à gagner à n'être effectué qu'à partir de la fin de juillet.

### c) — Mode d'éclaircissage

L'examen du tableau V permet de comparer l'éclaircissage manuel de 50 p. 100 des grappes une semaine après la nouaison à l'éclaircissage chimique de baies, parfois de grappes, (Ethéphon à 600 mg de matière active par litre, jusqu'au point de ruissellement) à la même époque.

La conclusion est que, dans le cas du *Merlot*, l'éclaircissage chimique est comparable à l'éclaircissage manuel cité précédemment, avec toutefois un effet dépressif de l'Ethéphon sur la fertilité du bourgeon (ce qui est utile dans l'optique de l'éclaircissage).

Pour le *Cabernet-Sauvignon* éclairci à l'Ethéphon, en 1974, la chute des baies a été trop intense (sans doute traitement trop proche de la nouaison); par contre en 1975, la chute a été insuffisante (car le traitement a été vraisemblablement de quelques jours trop tardif).

L'emploi de l'Ethéphon comme agent d'éclaircissage chez la Vigne est efficace mais difficile. Il serait donc intéressant à partir de ces premiers résultats d'approfondir les questions du stade d'application, de la rentabilité de cette opération, de la présence éventuelle de résidus dans le vin et de l'action possible sur la microflore des baies.

## 3. — CONSEQUENCE DES VARIATIONS AU NIVEAU A LA FOIS DE LA « PARTIE VEGETATIVE » ET DE LA « PARTIE PRODUCTRICE »

### a) — Interactions entre les traitements à ces deux niveaux

Dans l'interprétation statistique des résultats nous n'avons pas relevé d'interaction significative entre les divers traitements d'éclaircissage, de rognage et d'effeuillage. Les effets au niveau de la « partie végétative » semblent approximativement s'ajouter à ceux au niveau de la « partie productrice », dans nos conditions. En outre, les cépages et les blocs ont « réagi » dans le même sens.



**TABLEAU VI**  
**Effet de l'éclaircissage après une surcharge (Latresne 1975)**  
**sur Cabernet-Sauvignon**

	Nombre de grappes par cep à la vendange (N)	Poids de vendange par cep (kg) (P)	1.000 P/N	Degré alcoolique en puissance du moût	Acidité totale du moût (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> par litre)	Poids des bois de taille par cep (kg) (B)	B/P	Charge par cep
a)	10,4	0,69	66,4	10°3	7,1	0,52	0,75	6,2
b)	10,3	0,71	68,9	10°3	6,9	0,50	0,71	8,9

a) témoin.

b) surchargé de 50 p. 100 et éclairci du tiers de l'ensemble des grappes, au début de la véraison.

| = existence d'une différence significative entre deux traitements au seuil de 5 p. 100 pour le « F » global.

## b) — Essais de surcharge et d'éclaircissage

L'idée est qu'en fonction des résultats précédents, il peut apparaître intéressant pour la qualité d'augmenter le rapport « partie végétative / partie productrice ». D'autre part, il apparaît avantageux d'essayer de supprimer la perte de récolte due à l'éclaircissage.

Pour satisfaire ces conditions, un moyen consiste à surcharger les vignes lors de la taille hivernale (augmentation de la « partie végétative » et de la « partie productrice »), puis à éclaircir ces souches l'été suivant pour ramener le nombre de grappes au niveau du témoin ni surchargé ni éclairci (diminution de la « partie productrice »).

L'analyse du tableau VI est assez « négative » puisque ce traitement n'a permis, à rendement égal, aucun gain de qualité ni de poids des bois d'ailleurs par rapport au témoin. Il est certain que dans ces conditions, la surcharge a dépassé les « capacités » des souches qui ont réagi en fabriquant des sarments plus petits. Cette autorégulation a ramené le rapport B/P au niveau de celui du témoin et de ce fait aucune amélioration de la qualité n'a été enregistrée.

Le tableau VII fait ressortir l'effet néfaste sur la qualité (degré et couleur) de charges et de rendements trop élevés. Mais dans ce cas, la surcharge a été mieux supportée par les ceps, et le rapport B/P a été augmenté par la double opération « surcharge + éclaircissage ». Toutefois, les gains de qualité ne sont pas significatifs entre le traitement et le témoin normalement chargé.

L'interprétation tient probablement au fait qu'il ne suffit pas d'augmenter la charge d'une souche pour que celle-ci produise de façon notable davantage de métabolites ; encore faut-il que cet accroissement s'accompagne d'une augmentation de feuillage et que cet excédent puisse bénéficier d'un éclaircissement, d'une température et d'une alimentation en eau suffisants. Cette remarque est de nature à souligner l'importance de la notion de productivité du feuillage donc du rendement photosynthétique de l'unité de surface foliaire, et du rôle du choix de la charge dans l'équilibre physiologique des souches.

En conclusion, si l'on veut améliorer en conduite classique l'alimentation des baies en métabolites, en dehors de l'éclaircissage pur et simple en année de forte sortie, il est préférable d'augmenter dans les limites préconisées la hauteur de feuillage des vignes rognées. Ceci est supportable par les souches et ne provoque aucun entassement de la végétation, ni aucun accroissement néfaste de l'ombre portée. En outre, l'effeuillage tardif de la zone des grappes, permet de faciliter la pénétration de la lumière non seulement au niveau des raisins mais aussi au niveau des feuilles avoisinantes.

TABLEAU VII

Effets de la charge et de l'intensité d'éclaircissage (Montussan 1975)  
sur Cabernet- Sauvignon

	1974 Poids des bois de taille par cep (kg) (B)	Charge par cep	Nombre d'inflores- cences par cep avant floraison	Poids de vendange par cep (kg) (P)	Degré alcoolique en puis- sance du moût	Antho- cyanes du vin (mg par litre)	1975 Poids des bois de taille par cep (kg) (B)	B/P	Apprécia- tion quali- tative du vin
a)	0,95	9,7	16,6	3,24	10°5	744	1,26	0,39	1er
b)	0,89	13,4	20,9	4,08	10°2	726	1,17	0,29	3ème
c)	0,91	14,2	20,6	2,96	10°6	748	1,35	0,46	1er

a) témoin « taille courte » (1 ceil pour 100 g de bois).

b) taille longue (1,5 ceil pour 100 g de bois).

c) taille longue + éclaircissage du tiers après nouaison.

| = existence d'une différence significative entre deux traitements au seuil de 5 p. 100 pour le « F » global.

**Remarque :**

L'analyse statistique au niveau des composants du vin n'a pu être réalisée du fait de l'absence de répétitions de vinification pour chaque traitement.

#### 4. — REPERCUSSIONS ENREGISTREES AU NIVEAU DES VINS

L'étude des données consignées dans les tableaux VII, VIII et IX permet de confirmer que tous les gains de qualité (sucres, polyphénols) évoqués pour les raisins, se retrouvent dans les vins, même pour des différences relativement faibles sur le plan analytique.

La signification des écarts entre les vins est testée statistiquement dans le tableau VIII. Il est en effet utile, lors des dégustations, de faire appel à un collège aussi large que possible de personnes expérimentées, afin de décrire une bonne part de la variation des différentes appréciations subjectives, traduites par divers classements préférentiels. L'analyse statistique sur ces données non paramétriques permet alors éventuellement de dégager des conclusions générales à ce groupe, sur l'ensemble des jugements individuels. A cet effet, la statistique de Friedman (Fr) a été utilisée dans les conditions où elle est assimilable à un  $\chi^2$ . D'autres tests non paramétriques peuvent également être employés. Ces statistiques sont d'ailleurs très voisines de celle de Friedman, puisqu'elles n'en diffèrent que par des constantes (K, le nombre de juges et N, le nombre de vins) : le W de concordance de Kendall

$$(W = \frac{Fr}{K(N - 1)})$$

et le coefficient de corrélation moyen entre les juges de Spearman

$$(\bar{r}_s = \frac{KW - 1}{K - 1} = \frac{\frac{Fr}{N - 1} - 1}{K - 1})$$

Les références bibliographiques sur ces questions sont les suivantes : KENDALL M.G., 1962 ; SIEGEL S., 1956 ; TOMASSONE R., FELS P., DACUNHA-CASTELLE D., 1974.

Pour l'ensemble des dégustateurs, les vins issus des vignes « éclaircies » sont nettement préférés à ceux provenant des vignes témoins et dans une moindre mesure à ceux produits par des vignes effeuillées seulement (tableau VIII). De façon générale, le vin produit par les vignes éclaircies est reconnu avoir une couleur, un bouquet et un corps supérieurs à ceux du vin témoin. Ces différences vont dans le même sens, quoique étant moins accusées pour le vin issu des vignes effeuillées par rapport au vin témoin. Tous ces écarts semblent s'être accentués au cours du vieillissement du vin. La comparaison entre le témoin et un vin provenant de vignes « éclaircies et effeuillées » aurait sans doute fait encore plus apprécier le second vin.

**TABEAU VIII**

**Classement des vins obtenus à grande échelle en 1974  
et jugés en avril 1976**

Juges \ Vins	Vin Témoin	Vin de vigne effeuillée	Vin de vigne éclaircie
A	3	2	1
B	3	2	1
C	3	2	1
D	3	2	1
E	2,5	2,5	1
F	2,5	2,5	1
G	2,5	2,5	1
H	3	1	2
I	3	1	2
J	3	1	2
Total	28,5	18,5	13
Classement général	3ème	2ème	1er

$\chi^2_{(2)} = 12,4$  (S 5 %) : il existe des différences significatives entre les vins

$\bar{r}_s = 0,575$  (S 5 %) : il y a accord entre les juges pour le classement final

Comparaisons	—————	(S 5 %)
multiples	—————	(S 5 %)
	—————	(NS)

TABLEAU IX

Effets de l'intensité de l'éclaircissage (Blanquefort 1975)

	Nombre de grappes par cep à la vendange (N)	Poids de vendange par cep (kg) (P)	1.000 P/N	Degré alcoolique du vin	Acidité totale du vin (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> par litre)	Intensité colorante du vin	Anthocyanes du vin (mg par litre)	Tanins du vin (mg par litre)	Appréciation qualitative sur le vin
Merlot I	a)	3,77	148,0	8°9	7,0	0,256	236	2050	12/20
	b)	12,6	147,0	11°1	6,3	0,496	495	2850	14/20
Merlot II	a)	2,64	148,0	9°9	6,5	0,333	386	2500	11/20
	b)	12,1	177,0	10°6	6,5	0,474	477	2950	13/20
Cabernet-Sauvignon	a)	2,74	129,0	10°1	7,6	/	/	/	/
	b)	13,4	153,0	10°1	7,6	/	/	/	/

a) témoin.

b) éclairci de 50 p. 100 une semaine après nouaison.

| = existence d'une différence significative entre deux traitements au seuil de 5 p. 100 pour le « F » global.

Remarque :

L'analyse statistique au niveau des composants du moût et du vin n'a pu être réalisée du fait du foulage en commun de la vendange des ceps d'un même traitement.

D'autre part, des observations faites à l'Institut d'Œnologie de Bordeaux par P. RIBÉREAU-GAYON, sur un essai en Médoc effectué, toujours en 1974, à grande échelle, montrent que l'augmentation de la qualité par éclaircissage est plus importante que les résultats analytiques le laisseraient supposer : surtout elle s'accroît au cours du vieillissement. Par rapport au témoin, le vin de vigne « éclairci » est caractérisé par des éléments de finesse et d'élégance d'une part, de volume et de complexité d'autre part. L'effeuillage seul a une certaine incidence sur la qualité des vins, mais beaucoup moins sensible.

Les techniques proposées vont donc réellement dans le sens d'une augmentation de qualité (surtout quand l'année est médiocre comme 1974). Ce fait est particulièrement utile lorsqu'il permet d'éviter le déclassement en maintenant le niveau d'une appellation, voire de dépasser ce seuil.

## CONCLUSION

De l'analyse des résultats de l'ensemble de ces essais, il ressort que, dans l'optique de la recherche d'une qualité suffisante et de régularisation des rendements :

— en année de très forte « sortie » seulement, l'éclaircissage manuel d'environ 50 p. 100 des grappes un mois après la nouaison est à recommander ; l'emploi de l'Éthéphon est efficace mais très délicat et mérite des études plus complètes ;

— en toutes circonstances, un rognage moins sévère laissant environ 1,1 m de hauteur de feuillage (+ 0,3 m) sur vigne traditionnelle, suivi au début de septembre d'un effeuillage localisé à la zone des grappes, est très utile.

Sur un plan plus général, cette étude a fait ressortir la notion de « vigueur », de rendement photosynthétique et d'équilibre entre « partie végétative » et « partie productrice », problèmes qui méritent d'être étudiés mieux encore par le biais de la bioclimatologie et de la physiologie de divers systèmes de conduite chez la Vigne.

Manuscrit reçu le 7 février 1977

## RESUMÉ

On a étudié sur plusieurs années dans le Bordelais les variations du rapport « partie végétative/partie productrice », en combinant plusieurs techniques : charge, rognage, effeuillage et éclaircissage des grappes.

Pour améliorer la qualité des vins, il est recommandé, en année de très forte « sortie », de procéder à un éclaircissage d'environ 5 p. 100 des grappes à la fin de juillet ; en toutes circonstances, de rogner moins sévèrement en laissant 1,10 m de hauteur de feuillage, et d'effeuiller la zone des grappes au début de septembre.

## SUMMARY

In the Bordeaux region, the variations in the ratio « vegetative part/productive part » of vines has been studied over several years.

Variations of « nodes/vie », summer pruning, leaf and bunch thinning were effected.

To improve the quality of wine, in years when the crop potentiel is very high, it is advised to thin out the grape bunches by about 50 p. 100 at the end of July ; to summer prune less severely leaving about 1,10 meters of foliage, and to thin out excess leaves close to the grape bunches at the beginning of September, in every case.

## ZUSAMMENFASSUNG

In der Gegend von Bordeaux haben wir mehrere Jahre die Beziehung « vegetativer Teil / einträglicher Teil » studiert, in dem wir mehrere Verfahrensweisen verbunden haben : Ertrag, stutzen, abblättern und lichten der Trauben.

Um die Qualität der Weine zu verbessern, ist es ratsam, wenn es ein Jahr ist mit starkem Wuchs, Anfang Juli das Lichten der Trauben um circa 50 Prozent vorzunehmen, immer, weniger stutzen und ungefähr 1,10 m für die Höhe des Laubs lassen und Anfang September die Trauben abblättern.

## RESUMEN

Se ha estudiado durante varios años en el Bordelés las variaciones de la relación « parte vegetativa / parte productiva », combinando varias técnicas : carga, chapoda, deshojadura y aclareo de racimos.

Para mejorar la calidad de los vinos, es recomendado, en años de mucha vegetación, de proceder a un aclareo de alrededor de un 50 % de los racimos a fines de julio, en todas circunstancias, de chapodar menos severamente dejando de 1,10 mt de altura de follaje y deshojar la zona de racimos a principio de septiembre.

## RIASSUNTO

Si e studiato su parecchie annate nel Bordoiese le variazioni del rapporto « parte vegetativa / parte produttrice » combinando parecchie tecniche : carico, cimatura, sfogliamento, e diradamento dei grappoli.

Per migliorare la qualità dei vini, è raccomandato, in annata di forte cacciata, di procedere ad un diradamento di circa 50 p. 100 dei grappoli alla fine di luglio ; in tutte le circostanze, cimare meno severamente lasciando circa 1,10 m di altezza di fogliame e sfogliare la zona dei grappoli all'inizio di settembre.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMIRDZHANOV A.G., 1965. The optimal relation between the leaf area and crop yield of grape plants. *Fiziol. Rasten*, **12**, 13-21.
- ANTCLIFF A.J., WEBSTER W.J. and MAY P., 1960. Studies on the Sultana Vine. VII. — A comparison of crop regulation by pruning with crop regulation by disbunching. *Austral. J. Agric. Res.*, **12**, 1, 69-76.



- CASTERAN P., 1971. Culture de la Vigne. Dans *Sciences et Techniques de la Vigne, tome 2*, Ed. Dunod, Paris.
- FULLER R.D., 1974. The effect of time and rate of defoliation on growth of *Vitis vinifera* L. grapes. *Thèse*, Université de Californie, 77 pages.
- INSTITUT TECHNIQUE DE LA VIGNE ET DU VIN, session 1976. Essais d'éclaircissage. *Compte-rendu d'activité*. DUMARTIN P., BONIFACE J.C., CORDEAU J., MOIROUD A., BERGER J.L., ROCHE A.
- KENDALL M.G., 1962. Rank correlation methods. *Third edition*, Ed. Charles Griffin et Company limited, London, 199 pages.
- KHALIL W., 1961. Effects of defoliation and nitrogen manuring on buds differentiation and shoots chemical composition of grape vine. *Allionia*, 7.
- KLIEWER W.M. and ANTCLIFF A.J., 1970. Influence of defoliation, leaf darkening and cluster shading on the growth and composition of Sultana grapes. *Amer. J. Enol. Viticult.*, 21, 1, 26-36.
- KLIEWER W.M. and OUGH C.S., 1970. The effect of leaf area and crop level on the concentration of aminoacids and total nitrogen in « Thompson seedless » grapes. *Vitis*, 9, 196-206.
- KLIEWER W.M. and FULLER R.D., 1973. Effect of time and severity of defoliation on growth of roots, trunk and shoots of « Thompson seedless » grapevines. *Amer. J. Enol. Viticult.*, 24, 2, 59-64.
- KOBLET W. et PERRET P., 1971. Amélioration des travaux en vert de la Vigne. *Rev. Suisse Vitic. Arboric.*, 3, 112-117.
- KOBLET W., 1976. Migration des produits d'assimilation dans la Vigne et les soins au feuillage. *Wädenswil (CH), sm-fed. Rech.*, 12 pages, s.d. B 4675.
- KRIEDEMANN P.E., LENZ F., 1972. The response of vine leaf photosynthesis to shoot tip excision and stem cincturing. *Vitis*, 11, 193-197.
- LE MOS D.P. and COOK J.A., 1976. Effect of crop level on vine growth and fruit quality in « Gamay Beaujolais » and « Pinot noir » grapes. *27 th Symposium of the American Society of Enologists*.
- MAY P., SHAULIS N.J. and ANTCLIFF A.J., 1969. The effect of controlled defoliation in the Sultana Vine. *Amer. J. Enol. Viticult.*, 20, 4, 237-250.
- MIKFAJLYUK I.B., 1972. Influence d'un effeuillage partiel sur quelques processus biochimiques de la Vigne et sur le microclimat de la Vigne. *C.R. Symp. Intern. sur Botrytis cinerea Pers., Kishinev*, édité par Kartya en 1974, 106-112.

- PETERSON J.R. and SMART R.E., 1975. Foliage removal effects on « Shiraz » grapevines. *Amer. J. Enol. Viticult.*, **26**, 3, 119-124.
- RAVAZ M.L., 1911. L'effeuillage de la Vigne. *Ann. Ec. Nat. Montpellier*, **11**.
- SHAULIS N.J. and STEEL G.D., 1969. The interaction of resistant rootstock to the nitrogen, weed control, pruning and thinning effects on the productivity of Concord grapevines. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **94**, 422-429.
- SIEGEL S., 1956. Non parametric statistics. *Ed. Mc Graw-Hill Book company*, London, 312 pages.
- SPARKS D. and LARSEN R.P., 1966. Effect of shading and leaf area on fruit soluble solids on the Concord grape, *Vitis labrusca L.* *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **89**, 259-267.
- STOEV K., 1966. Enrichissement en sucres et accroissement du volume des baies : mécanisme, facteurs ; rôle du feuillage pour le rendement et la qualité du raisin ; productivité du feuillage. *Rapport général. Académie des Sciences Agricoles en Bulgarie*, 180 pages.
- TOMASSONE R., FELS P., DACUNHA-CASTELLE D., 1974. Exposés sur les statistiques non paramétriques.
- WEAVER R.J. and Mc CUNE S.B., 1960. Effects of overcropping Alicante Bouschet grapevines in relation to carbohydrate nutrition and development of the vine. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **75**, 341-353.
- WEAVER R.J. and POOL R.M., 1971. Chemical thinning of grape clusters (*Vitis vinifera L.*). *Vitis*, **10**, 201-209.
- WEAVER R.J. and POOL R.M., 1973. Effect of time of thinning on berry size of girdled, gibberellin-treated « Thompson seedless » grapes. *Vitis*, **12**, 2, 97-99.