

Station de Recherches de Viticulture (INRA), Pont-de-la-Maye, France  
Station de Pathologie Végétale (INRA), Pont-de-la-Maye, France

## Observations sur le cycle du déterminisme de la production chez la Vigne à l'occasion de la mise au point d'une méthode d'infection artificielle par le mildiou (*Plasmopara viticola*) pour l'évaluation des fongicides au champ

par

M. RIVES et R. LAFON

**Observations on the cycle determining the yield of the grapevine made while perfecting a method of artificial infection by mildew (*Plasmopara viticola*) in order to evaluate fungicides in the field**

**S u m m a r y .** — Spraying a water mist ("brumisation") during the summer months results in a strong and even downy mildew infection on one year old rooted vine cuttings grown in the field. This makes comparative trials of fungicides possible even in unfavourable (dry) years.

Such a trial, involving four levels (spray formulations) of the fungicides factor, two levels (with or without) of the mist factor, with five replications in plots of six plants, resulted in a set of plants having suffered various degrees of foliage destruction. Measuring these plants during three successive years, starting with the differential treatment year, provided the basis for checking an hypothesis on the determination of yield in the grapevine.

Progressive analysis of variance of regressions (Woolf 1951) was used in the interpretation of results.

Vigour in the second year was negatively correlated with foliar damage in the first year. In turn, number of bunches in the third year was correlated with vigour in the second year, hence with foliar damage in the first year.

This lends support to the hypothesis that, in the grapevine, there is a three year cycle leading to the harvested clusters.

On an adult plant, three cycles are simultaneously at work at every moment. These cycles are competing for energy fixed by photosynthesis; hormonal correlations that may be correlated with energy (carbohydrates) storage, for instance through its influence on root system volume, are also at play.

The implications of these results, especially for experimental work with the grapevine, are discussed.

### Introduction

Nous relatons ci-après un essai dont les résultats permettent de confirmer les hypothèses que l'on peut faire sur le déterminisme de la production chez la Vigne.

Il s'agissait d'une expérience imaginée par l'un de nous (R.L.), destinée à éprouver la possibilité de provoquer une attaque sévère du mildiou chez la Vigne en vue d'améliorer les techniques d'essais de fongicides. Deux modes de contamination et quatre traitements étaient comparés. A la fin de l'expérience on se trouvait en possession, en plus des résultats phytosanitaires recherchés, d'un ensemble de plantes dont la surface foliaire avait été diversement réduite par les dégâts d'intensité variable survenus sur les parcelles des différents traitements antiparasitaires.

Les observations qui ont pu être faites sur ces plantes, de 1968 à 1970, confirment l'hypothèse que nous avons faite (RIVES 1966) et qui admet l'existence d'un cycle de trois ans, aboutissant à la formation de grappes récoltables, chez la Vigne.

Fig. 1 tente de représenter cette hypothèse.

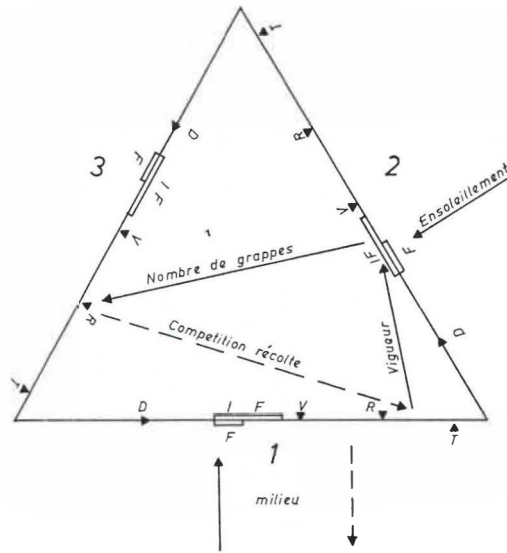


Fig. 1: Interaction de trois cycles de production. D = débourrement; IF = initiation florale; F = floraison; V = véraison; R = récolte; T = taille. Les flèches en trait plein indiquent une action positive; les flèches en tirets une action négative sur la production; on n'a indiqué à chaque cycle que le facteur extrinsèque dominant.

La production chez la Vigne est centrée sur l'initiation florale. Celle-ci a lieu dans les bourgeons en formation, à une période qui débute un peu avant la floraison (HUGLIN 1958, MAY et ANTCLIFF 1963, MAY 1964, LAVÉE *et al.* 1967, ALLEWELDT et ILTER 1969) et qui se prolonge pendant deux ou trois mois. Ceci est démontré par l'observation directe des bourgeons disséqués (cf. p. ex. MAY 1964), par l'observation des ébauches d'inflorescences sur des bourgeons artificiellement induits à débourrer pendant l'année de leur formation (HUGLIN 1958), ou indirectement par l'observation des résultats d'influences extrinsèques: grêle (HUGLIN 1958) ou ombrage de la vigne (MAY et ANTCLIFF 1963) dont on connaît la date avec précision, sur le nombre de grappes par tige, que l'on désigne par le terme de fertilité.

Les travaux du groupe australien sur la Sultanine ont amplement démontré que le facteur du milieu le plus important pour l'initiation florale est l'insolation, mesurée par le nombre d'heures de soleil déterminé au solarigraphe (BALDWIN 1964) pour la période allant (dans l'hémisphère sud) du 7 Novembre (Mai) au 7 Décembre (Juin). La température n'a que peu d'influence en elle-même; elle n'intervient que par sa corrélation avec l'ensoleillement. L'ombrage artificiel de la vigne par des abris provoque une diminution de l'initiation florale chez la Sultanine (MAY et ANTCLIFF 1963) que nos propres essais ont confirmé dans la région bordelaise en 1964 (RIVES, LECLAIR et CASTERAN (non publié)) sur le Sauvignon.

Des essais de MAY (1965) ont montré que la lumière a une action directe sur le bourgeon lui-même: en posant un capuchon de feuille d'aluminium sur le bourgeon avant l'initiation florale, on diminue le nombre d'ébauches qui s'y forment. Il y a donc bien une action spécifique de la lumière, indépendante de la température. La photopériode ne semble avoir qu'un rôle restreint malgré son action sur la croissance des tiges, d'après ALLEWELDT et ILTER (1969).

D'autre part, HUGLIN (1958) a montré qu'il existe dans certaines limites une corrélation entre la vigueur d'un sarment, mesurée par son diamètre à la base, et la

quantité d'ébauches florales différenciées dans les bourgeons qu'il porte. La comparaison de souches de même vigueur initiale, plus ou moins chargées à la taille, nous a permis de vérifier que la vigueur des tiges qu'elles produisent est inversement proportionnelle au nombre de tiges qu'on les force à produire: à la limite certains bourgeons ne débourent même pas. Le poids total des bois de taille n'est que très peu modifié par la charge.

Il est donc tentant d'avancer l'hypothèse que la vigueur des tiges d'une année est en partie fonction de la quantité de réserves emmagasinées par la souche l'année précédente.

Celle-ci dépend à son tour du fonctionnement général de la plante et de l'équilibre entre les exportations, les consommations par respiration et les immobilisations improductives pour la plante, et les immobilisations réutilisables. Les exportations sont représentées par les réserves utilisées pour l'édification des grappes récoltées, des feuilles que le vent emporte et de la fraction importante des tiges qui sont enlevées à la taille; les immobilisations improductives sont constituées par ce qui est utilisé pour l'édification du squelette ligno-cellulosique des parties permanentes de la plante: tronc, racines, et par la fraction des réserves glucidiques qui semble, d'après les expériences de surcharge de WEAVER et McCUNE (1960), WEAVER, McCUNE et AMERINE (1961) n'être pas mobilisable. Les immobilisations réutilisables sont constituées par les glucides de réserves qui sont utilisés ensuite par les jeunes tiges, avant que leur photosynthèse ne compense leurs propres besoins pour s'édifier, ou qui sont utilisés ultérieurement au moment de la véraison (MOREAU et VINET 1932, SAULNIER-BLACHE 1963). Pour ce qui nous occupe, le rôle des réserves réutilisables est surtout de déterminer la vitesse de croissance des jeunes tiges pendant la phase où elles sont parasites sur la plante. On conçoit que ce contrôle détermine pour partie la vigueur des sarments.

Ainsi le bilan des glucides produits pendant une année devrait être déterminant pour la vigueur de l'année suivante, donc, en fonction des résultats d'HUGLIN (1958), pour l'initiation florale au cours de cette deuxième année; celle-ci détermine à son tour la récolte de l'année suivante.

Dans nos conditions tout au moins, il est logique de penser que la compétition entre la production des fruits et la mise en réserve des glucides a une répercussion sur la quantité totale de réserves. Cette compétition se traduira par une baisse de vigueur des souches qui ont une forte récolte et inversement.

Enfin, pendant la troisième année, les potentialités, représentées par les ébauches qui se trouvent dans les bourgeons laissés à la taille se réalisent, d'abord par leur développement en inflorescences à partir du débourement, puis par la nouaison des fleurs et la croissance des baies. BESSIS (1960) a montré que, dans ces deux phases, les processus de réalisation des potentialités pouvaient être entravés par des pertes. Avant floraison, ce sont les ébauches qui disparaissent sans aucun développement, ou en se desséchant et en tombant avant même d'avoir été visibles (avec beaucoup d'attention, on peut voir le phénomène en surveillant le débourement des bourgeons sur des boutures). Après floraison, les pertes sont dues à la disparition totale ou partielle d'inflorescences dont la nouaison a été défectueuse, ce qui constitue la coulure. Nous avons pu montrer (RIVES et HÉVIN, 1966 a et b) que les pertes avant floraison étaient causées par la pénurie d'un facteur présent dans les souches en quantité limitée et grossièrement en proportion de leur vigueur, puisqu'elles augmentent, pour des bourgeons également fertiles, quand la charge laissée à la taille s'accroît. Les travaux de MULLINS (1967) suggèrent que les cytokinines naturelles produites par les racines constituent ce facteur puisqu'il a pu montrer que le

développement des ébauches d'inflorescences contenues dans les bourgeons de boutures de faible taille, qui ne se développent naturellement qu'exceptionnellement, pouvait être obtenu par apport de cytokinines synthétiques, ou en obtenant artificiellement l'apparition de racines sur ces boutures avant que les bourgeons ne débourent.

Par cet enchaînement complexe, on est conduit à postuler que la production est le point d'aboutissement de cycles de trois ans: emmagasinement de réserves la première année, initiation florale la seconde, formation des fruits la troisième. A chaque instant, trois cycles se recouvrent et sont en compétition, tout en subissant les conditions de milieu: température, précipitations, ensoleillement, fertilité du sol et aussi façons culturales, maladies et accidents.

La grande complexité de ces interactions, et le fait que les souches adultes ont un volant de réserves qui leur permet d'amortir les effets des différents facteurs, explique probablement qu'un cycle triennal tel que celui que nous suggérons n'ait jamais fait l'objet d'une démonstration expérimentale.

Notre chance a été de prendre comme matériel d'étude des plantes très jeunes et qui n'ont fructifié de manière notable que la troisième année; c'est-à-dire d'isoler un cycle à l'état pur et d'éviter l'inertie des plantes adultes.

### Description de l'essai

L'essai a été réalisé sur des plants de Cabernet-Sauvignon. Il s'agit d'une pépinière, installée en 1967 à partir de boutures, que l'on a éclaircie en 1968. Le dispositif comportait cinq lignes de quarante huit plantes. La distance entre les lignes était de 2.20 m, entre les plantes de 0.35 à 0.60 m. Chaque ligne constituait un bloc comportant huit parcelles de six plantes.

Les traitements appliqués à chaque parcelle étaient les huit combinaisons entre les deux facteurs suivants.

«Brumisation» avec deux niveaux:

- avec brumisation
- sans brumisation

«Traitements anti-mildiou», avec quatre niveaux:

- Témoin non traité
- Bouillie bordelaise à 0.5%
- Bouillie bordelaise à 2.0%
- Manèbe à 280 g de matière active par hectolitre.

La «brumisation» est une pulvérisation d'eau, obtenue au moyen de jets sous pression donnant un brouillard fin, commandé par un senseur réglé pour entretenir l'humectation des feuilles. Elle a fonctionné de manière permanente en Août et Septembre, assurant ainsi une humectation quasi continue, qui a entraîné, du fait d'une contamination naturelle forte et précoce, une attaque de mildiou intense.

Les traitements anti-mildiou ont été appliqués les 3, 19 Juillet, 2, 13, 22 Août, 4, 17, 27 Septembre 1968.

La nature du facteur brumisation fait qu'il ne pouvait être appliqué parcelle par parcelle. Aussi a-t-on simplement coupé l'essai en deux par un rideau en feuille plastique perpendiculaire aux lignes, c'est-à-dire aux blocs. Nous verrons que, malgré cette entorse à la règle de la répartition au hasard des traitements dans les blocs, on peut justifier l'analyse statistique du dispositif comme si les huit traitements de l'essai factoriel étaient répartis au hasard dans les blocs.

Les notations et mesures faites ont été les suivantes: le 2 Octobre 1968 on a noté l'importance relative de la surface foliaire couverte de taches de mildiou selon

l'échelle de HORSFALL et BARRATT (1945) sur un échantillon de cinquante feuilles prélevées à un niveau uniforme des deux côtés de la ligne sur chaque parcelle. La note maximale (11) a été attribuée aux parcelles du témoin non traité dont toutes les feuilles étaient détruites. Cette donnée est symbolisée par N dans ce qui suit.

Le 18 Octobre 1968, on a pesé les feuilles restées en place sur les plantes, en grammes. Cette donnée est appelée PF.

Le 30 Janvier 1969, on a pesé les bois de taille, en grammes (soit B68), après avoir laissé sur chaque plante un long bois de huit bourgeons. Cette charge, qui est très élevée pour des plantes de cet âge, avait pour but de révéler les différences éventuelles de vigueur des plantes après les traitements subis en 1968. On notera qu'à partir de cette opération, l'ensemble de l'essai a reçu jusqu'au bout des interventions uniformes.

On a évalué la teneur en glucides solubles et insolubles de ces bois de taille exprimée en pour cent de la matière sèche (S) sur un échantillon global de chaque parcelle, pour trois des cinq blocs. Les teneurs observées sont faibles: cela tient à ce que les analyses ont été faites sur des sarments desséchés naturellement, à la température ambiante: ils ont donc consommé une partie de leurs glucides avant de mourir.

Les 25 et 30 Juin 1969, on a mesuré la longueur des pousses de chaque plante. Le total par plante de ces longueurs, (noté L), mesurées, à 0.5 cm près, a été divisé par 5 pour les calculs.

Durant l'hiver 1969—1970, on a mesuré le poids des bois de taille (B69), en grammes.

Début Septembre 1970, on a compté le nombre total de grappes présentes par parcelle (G). Leur pesée a été rendue impossible par des dégâts d'oiseaux. On a compté en même temps le nombre total de sarments porté par les plantes (Sa), ainsi que le nombre de bourgeons laissés à la taille pendant l'hiver 1969—1970 (C).

De plus, la présence de grappes avait été notée en Juin 1969, sur la ligne 3 (tableau 8).

### Analyse progressive de la variance des régressions

Nous avons utilisé cette technique pour analyser les liens statistiques entre les données et essayer d'en tirer des conclusions sur l'enchaînement des causes et des effets dont elles sont le reflet.

Elle est due à WOOLF (1951) et nous en avons déjà fait usage ailleurs (RIVES 1957).

Par une régression multiple d'équation:

$$y = b_1x_1 + b_2x_2 \dots b_nx_n$$

on tente d'estimer une donnée  $y$  à partir des mesures d'autres caractères  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , qui ont avec  $y$  et entre elles des corrélations.

L'estimation de  $y$  obtenue à partir de  $x_1$  est d'autant meilleure que le coefficient de corrélation entre  $y$  et  $x_1$  est grand en valeur absolue. Si on étudie la variation de  $y$ , telle qu'elle est mesurée par sa variance, cela se traduit par le fait que la régression de  $y$  sur  $x_1$  rend compte d'une part de variation élevée, dans l'analyse de variance.

Si les calculs sont faits sur les variables réduites, c'est-à-dire, comme nous l'avons fait ici, en partant des coefficients de corrélation au lieu des sommes de carrés et de produits, la somme des carrés de  $y$  est toujours 1.00 et la part de variation expliquée par la régression est une fraction décimale facile à appréhender. C'est en fait  $R^2$ , le coefficient de régression multiple.

L'analyse est la suivante:

Variation de y	Variation expliquée par la régression	Reste
1.00	$R^2$	$1 - R^2$

L'étude la variation de y, telle qu'elle est expliquée par la variation de  $x_1, x_2, \dots, x_n$  dans la régression multiple peut se faire de manière progressive, en étudiant successivement les analyses de variance de régressions de y sur une, deux, ..., n variables  $x_i$ .

Si par exemple on étudie d'abord la régression:

$$y = b_1x_1$$

puis

$$y = b_1x_1 + b_2x_2$$

on aura les deux analyses successives, en disposant chacune sur une ligne:

Equation	Reste	Régression	Dernière variable
y	1.00	0	0
$y = b_1x_1$	$1 - R^2_1$	$R^2_1$	$R^2_1$
$y = b'_1x_1 + b'_2x_2$	$1 - R^2_{12}$	$R^2_{12}$	$R^2_{12} - R^2_1$

Sous la rubrique «dernière variable» nous calculons la part de variation expliquée par  $x_2$  qui vient d'être ajoutée: c'est la différence entre la nouvelle part «dûe à la régression» et la précédente.

Si nous commençons par  $x_2$ :

Equation	Reste	Régression	Dernière variable
y	1.00		
$y = b_2x_2$	$1 - R^2_2$	$R^2_2$	$R^2_2$
$y = b'_2x_2 + b'_1x_1$	$1 - R^2_{21}$	$R^2_{21}$	$R^2_{21} - R^2_2$

l'équation finale à deux variables est évidemment la même, à l'ordre d'écriture près, avec les mêmes coefficients  $b'_1$  et  $b'_2$ ; elle explique la même part de variation  $R^2_{12} = R^2_{21}$ .

Mais  $R^2_1$  et  $R^2_2$  sont différents et on a:

$$R^2_{12} - R^2_2 < R^2_2$$

$$R^2_{21} - R^2_1 < R^2_1$$

autrement dit:

1) la part supplémentaire de variation que  $x_2$  explique, quand il est introduit dans la régression après  $x_1$ , est plus faible que celle qu'il explique à lui seul, et inversement. Cela tient à ce que, du fait de la corrélation entre  $x_1$  et  $x_2$ , chacun d'eux apporte une part de l'information contenue dans l'autre.

2) en généralisant, la part de variation supplémentaire apportée par une variable ajoutée à la régression va dépendre du nombre et de la nature des variables introduites avant elle. La structure de l'analyse progressive varie donc avec l'ordre dans lequel sont successivement introduites les variables.

On peut éviter cette influence en utilisant, au lieu des variables elles-mêmes, des combinaisons linéaires orthogonales de ces variables (cf. TOMASSONE 1967). Mais

on se heurte aux difficultés d'interprétation des combinaisons obtenues et surtout à l'impossibilité où on est, à partir d'un seul essai, de vérifier leur caractère permanent, qui permettrait seul de les considérer comme des réalités biologiques.

Les statisticiens proposent la technique de détermination de l'ordre optimal. Celui-ci résulte de la considération purement statistique de l'épuisement le plus

T a b l e a u 1  
Notes (moyennes par parcelles) de mildiou au 02/10/68 (N).  
Analyse de variance

Source de variation	Somme de carrés	DL	Carrés moyens	F
Total	162238	29		
Répétitions	20273	4	5068	3,498*
Traitements	112994	5	22599	15,596***
Brumisation	76104	1	76104	52,522***
Produits	33362	2	16681	11,512***
Interaction	3528	2	1764	1,217NS
Erreur	28971	20	1449	

L'analyse ne porte que sur les parcelles traitées, le témoin sans traitement ayant uniformément la note maximale dans toutes les répétitions.

T a b l e a u 2  
Poids des feuilles restées sur les plantes au 18/10/68 (poids total par parcelle [PF]).  
Analyse de variance

Source de variation	Somme de carrés	DL	Carrés moyens	F
Total	4684000	29		
Répétitions	99833	4	24958	<1NS
Traitements	3955400	5	791080	25,163***
Brumisation	2748213	1	2748213	87,417***
Produits	736580	2	368290	11,715***
Interaction	470607	2	235303	7,485**
Erreur	628767	20	31438	

L'analyse ne porte que sur les parcelles traitées, le témoin sans traitement n'ayant uniformément plus de feuilles du tout dans toutes les répétitions.

T a b l e a u 3  
Teneur en glucides totaux (S).  
Analyse de variance

Source de variation	Somme de carrés	DL	Carrés moyens	F
Total	943116	23		
Répétitions	39472	2	19736	6,198*
Traitements	859062	7	122723	38,544**
Brumisation	3267	1	3267	1,026NS
Produits	833161	3	277720	87,224***
Interaction	22634	3	7545	2,370NS
Erreur	44582	14	3184	

rapide possible de la variation: on introduit d'abord la variable qui explique le plus de variation, puis celle qui introduite après elle, en explique le plus et ainsi de suite. Outre qu'on peut mettre en doute l'unicité de cet ordre optimal, cette technique, qui est excellente pour les problèmes d'estimation, où il s'agit d'estimer  $y$  au mieux (mais avec économie) en éliminant les variables inutiles, n'est pas adaptée à l'étude de l'explication de la variation de  $y$  sans souci d'estimation, qui permet de suggérer les liens de cause à effet reflétés par les variables: dans ce cas, en effet, la connaissance biologique, souvent même l'enchaînement dans le temps des variables ou le simple bon sens imposent un ordre préférentiel qui peut n'être pas celui qui résulte de considérations purement statistiques.

Nous verrons que la considération des résultats obtenus pour différents ordres respectant les impératifs logiques de la biologie peut conduire à une interprétation assez satisfaisante des observations.

### Analyse de variance des diverses mesures

Les analyses de variances des diverses mesures sont données par les Tableaux 1 à 7. Le Tableau 8 donne les résultats par traitement.

Pour B68, L et B69 (Tableaux 4 à 6), pour lesquels nous possédons les données individuelles par plante, les analyses sont complètes et hiérarchisées: on y a deux estimations de l'erreur: l'une par le résidu de l'analyse «entre parcelles», l'autre par la variation «dans les parcelles».

Pour N, PF et G, les analyses portent seulement sur les données parcellaires, les mesures ayant été faites à ce niveau.

Pour S, elles ne portent que sur les données parcellaires des trois répétitions où le dosage des glucides a été fait.

Les trois premières analyses permettent de juger si on est effectivement fondé à négliger l'entorse faite à la répartition au hasard dans le dispositif.

La comparaison des carrés moyens des deux estimations de l'erreur montre qu'ils sont du même ordre de grandeur.

Le carré moyen «dans les parcelles» est même supérieur à l'autre pour B69; or cette mesure, qui représente la vigueur des plantes après deux saisons en place, est celle qui devrait être le plus affectée par une variation de fertilité du terrain.

Tableau 4

Poids des sarments enlevés à la taille pendant l'hiver 1968—1969 (B 68).  
Analyse de variance

Source de variation	Somme de carrés	DL	Carrés moyens	F
Total 1 (plantes)	2104248	239		
Total 2 (parcelles)	686778	39		
Répétitions	83431	4	20858	2,841*
Traitements	397847	7	56835	7,743*
Brumisation	73675	1	73675	10,037**
Produits	313280	3	104427	14,227**
Interaction	10892	3	3631	<1NS
Erreur 1				
entre parcelles	205500	28	7340	
Erreur 2				
dans les parcelles	1417470	200	7087	



Tableau 5  
Longueur des pousses en Juin 1969 (L).  
Analyse de variance

Source de variation	Somme de carrés	DL	Carrés moyens	F
Total 1 (plantes)	461466	236		
Total 2 (parcelles)	245197	39		
Répétitions	2551	4	636	<1NS
Traitements	207306	7	29615	23,466**
Brumisation	16968	1	16968	13,445**
Produits	187849	3	62616	49,616**
Interaction	2489	3	830	<1NS
Erreur 1				
entre parcelles	35340	28	1262	
Erreur 2				
dans les parcelles	216269	195	1109	

Tableau 6  
Poids des bois enlevés à la taille pendant l'hiver 1969—1970 (B 69).  
Analyse de variance

Source de variation	Somme de carrés	DL	Carrés moyens	F
Total 1 (plantes)	12478092	235		
Total 2 (parcelles)	4151785	39		
Répétitions	157952	4	39488	1,606NS
Traitements	3305596	7	472228	19,211**
Brumisation	262550	1	262550	10,681**
Produits	3032486	3	1010289	41,124**
Interaction	10560	3	3520	<1NS
Erreur 1				
entre parcelles	688237	28	24580	
Erreur 2				
dans les parcelles	8326307	194	42919	

La variation résiduelle de parcelle à parcelle est donc bien du même ordre que la variation de plante à plante dans une même parcelle. La variabilité provient donc surtout de la variation de plante à plante, sans relation avec leur emplacement topographique, comme il est de règle pour les plantes pérennes jeunes (cf. FREEMAN 1963, PEARCE et MOORE 1962).

D'autre part, l'effet répétitions est très peu ou pas significatif.

Les analyses confirment la signification très nette des effets principaux, ce qui n'est pas étonnant, les chiffres obtenus (Tableau 8) pouvant se passer d'analyse statistique pour leur interprétation. Ce que montre l'analyse statistique et qui est plus important, c'est que l'interaction entre les deux facteurs, brumisation et produits anti-parasitaires, n'est jamais significative (sauf pour PF Tableau 2); en fait, son carré moyen est presque toujours inférieur à celui de l'erreur. Ceci est important, comme nous le verrons, pour l'appréciation des produits anti-mildiou, car cela prouve que le classement est le même, en année favorable au mildiou, pour les conditions naturelles et pour les conditions artificielles.

Tableau 7  
 Nombre de grappes présentes en Septembre 1970 par parcelle (G 70).  
 Analyse de variance

Source de variation	Somme de carrés	DL	Carrés moyens	F
Total	3191	39		
Répétitions	164	4	41,0	<1
Traitements	1285	7	183,57	2,951*
Brumisation	51	1	5100	<1
Produits	1011	3	33700	5,417**
Interaction	223	3	7433	1,195NS
Erreur	1742	28	62,21	

Tableau 8  
 Résultats observés par traitement

Variable	Avec brumisation				Sans brumisation			
	T	BB 0.5	BB 2.0	Man.	T	BB 0.5	BB 2.0	Man.
N } prop. surf. détruite %	100	69	48	46	100	35	19.5	9.0
N } note moyenne	11.00	6.46	5.36	5.26	11.00	4.68	3.72	2.64
PF (g/parcelle)	0	190	468	264	0	590	926	1222
S (% MS)	1.88	4.97	6.15	6.49	3.55	5.86	12.68	12.57
B68 (g/parcelle)	2405	4165	4725	4690	3150	4735	6010	6230
G69 (nomb. grappes par par- celle du rang 3 en 1969)	0	4	5	6	1	15	28	32
L (1/2 cm/parcelle)	3484	5302	5398	5580	4064	5474	6035	6209
B69 (g/parcelle)	6566	12690	14390	14640	8340	14154	16580	17150
G70 (par parcelle)	22.0	37.6	36.2	39.0	30.4	37.6	41.0	35.0

### Résultats de physiologie générale

Nous avons calculé la matrice de corrélation sur deux ensembles de données différents: la matrice pour G, B69, B68, L, PF, N a été calculée à partir des valeurs moyennes des quarante parcelles de l'essai; («matrice 40»); une matrice pour G, B69, B68, L, N, S a été calculée sur les vingt quatre parcelles pour lesquelles S a été déterminé («matrice 24»).

Nous avons choisi d'utiliser les corrélations globales sur les quarante ou vingt quatre parcelles, et non les corrélations qu'il est possible de calculer pour chaque ligne de l'analyse de variance. En effet, nous désirons simplement étudier les interactions physiologiques à l'intérieur de la plante, en utilisant les plantes ayant subi des dégâts variables qui nous sont fournies par l'essai phytosanitaire. Toute variation nous est donc utile, sans distinction d'origine.

Ces deux matrices sont représentées ensemble dans le Tableau 9.

Les deux matrices sont très voisines dans leur partie commune, ce qui est bien normal puisque, pour cette partie, le calcul de la «matrice 40» comporte les données des vingt quatre parcelles de la seconde matrice.

Dans un premier temps, nous avons étudié la régression de la teneur en glucides totaux des sarments prélevés à la taille pendant l'hiver 1968—1969 (S) sur la note

de mildiou du 2/10/68 (N) et le poids des feuilles restées sur les plantes au 18/10/68 (PF) à partir de la «matrice 24».

L'équation de régression, en elle-même, n'a aucun intérêt pour ce qui nous occupe. Nous présentons donc seulement l'analyse progressive de la variance pour les deux ordres possibles (Tableau 10).

On constate:

1) que la régression multiple sur les deux variables est très hautement significative (cf. le Tableau 11 des valeurs significatives de F pour les différentes combi-

Tableau 9  
Matrice de corrélation entre les variables  
(ligne du haut «matrice 24», ligne du bas «matrice 40»)

	N	PF	B 68	S	L	B 69	G
N	1.000000	-.745541	-.648596	-.939140	-.889182	-.841956	-.46
	1.000000	-.704538	-.639894	—	-.889611	-.840439	-.549081
PF		1.000000	.690705	.672206	.758581	.754413	.15
		1.000000	.712739	—	.725314	.736079	.336536
B68			1.000000	.602612	.698158	.829733	.46
			1.000000	—	.696386	.831700	.490236
S				1.000000	.844667	.807102	.36
				—	—	—	—
L					1.000000	.894386	.49
					1.000000	.885484	.577049
B69						1.000000	.39
						1.000000	.510648
							1.000000
							1.000000

Limites de signification de r

DL	.18	.40
0.05	.4438	.3044
0.01	.5614	.3932
0.001	.6787	.4896

Tableau 10  
Analyse progressive de la variance de la régression de S sur N et PF

	DL		SC			CM			F	
	Rés.	Rég.	Rés.	Rég.	DV	Rés.	Rég.	DV	Rég.	DV
1) Ordre S/N, PF										
23	0	1.000	—	—	—	—	—	—	—	—
22	1	0.118	0.882	0.882	.0053	0.882	0.882	164.43***	164.43***	
21	2	0.117	0.883	0.001	.0056	0.442	0.001	79.37***	< 1 NS	
2) Ordre S/PF, N										
23	0	1.000	—	—	—	—	—	—	—	—
22	1	0.548	0.452	0.452	.0249	0.452	0.452	18.14***	18.14***	
21	2	0.117	0.883	0.431	.0056	0.442	0.431	79.37***	77.53***	

naisons de nombres de degrés de liberté utilisées dans cet article); cela se trouve dans la colonne «F, Rég.», à la dernière ligne: pour les deux ordres d'introduction des variables, la régression finale est bien entendu la même, et la part de variation de S qu'elle explique est la même (0.883 sur une variation totale de S égale à 1.000).

2) que les parts de variation expliquées par la dernière variable introduite diffèrent considérablement suivant l'ordre dans lequel on les fait intervenir: cela se lit dans la colonne «SC, DV» (sommes de carrés de la dernière variable). Dans l'ordre (S/N, PF, la part de variation totale expliquée par la régression (0.883) se répartit en 0.882 pour N, puis 0.001 seulement pour PF, compte tenu de ce qui a déjà été expliqué par N; (cette dernière part de variation n'est pas significative); alors que dans l'ordre (S/PF, N), elle se répartit en 0.452 pour PF seul, mais N explique encore 0.431, compte tenu de ce qui a été expliqué par PF.

Ainsi, la variation de la teneur en glucides des sarments est bien liée à la variation de la quantité de feuilles laissées par l'attaque de mildiou sur les plantes: on s'y attendait, puisqu'il est naturel que la teneur en glucides soit d'autant plus importante que le feuillage était mieux préservé. Cependant, la variation de la note de mildiou se révèle un bien meilleur indicateur de la variation de la teneur en glucides. PF explique moins bien S que N, et n'apporte, de plus, pas d'information indépendante de celle contenue dans N.

Pour expliquer ceci, on peut penser que:

a) le poids des feuilles représente, pour partie, des feuilles qui étaient desséchées et non fonctionnelles bien avant leur pesée et qui ont fait défaut pour la synthèse de glucides.

b) le mildiou a, peut-être, une action spécifique sur la synthèse, le transport ou la mise en réserve des glucides à partir de feuilles ou parties de feuilles apparemment saines: c'est un point à étudier dans l'avenir.

Pour la plupart des analyses suivantes, nous n'avons pas tenu compte du poids des feuilles restées sur les plantes (PF), mais seulement de la note du mildiou (N).

Dans un second temps, nous étudions la régression de la longueur des pousses en Juin 1969 (L) sur le poids des sarments enlevés à la taille pendant l'hiver 1968—1969 (B68) et sur la note de mildiou (N), à partir de la «matrice 40».

Le Tableau 12 donne les analyses progressives de la variance pour les ordres possibles (L/B68, N et L/N, B68).

On constate:

- 1) que la régression globale est hautement significative,
- 2) que les parts de variation expliquées par la dernière variable introduite diffèrent considérablement suivant l'ordre de leur introduction. Introduite seule, N

T a b l e a u 1 1

F significatifs utilisables pour les analyses de variance des régressions

DL	38/1	37/1	37/2	36/1	36/3	35/1	35/4	34/1	34/5
$F_{0,05}$	4.10	4.11	3.26	4.11	2.86	4.12	2.64	4.13	2.49
$F_{0,01}$	7.35	7.37	5.23	7.39	4.38	7.42	3.91	7.44	3.61
DL	22/1	21/1	21/2	20/1	20/3	19/1	19/4	18/1	18/5
$F_{0,05}$	4.30	4.32	3.47	4.35	3.10	4.38	2.90	4.21	2.77
$F_{0,01}$	7.94	8.02	5.78	8.10	4.94	8.18	4.50	8.28	4.25

Tableau 12

Analyse progressive de la variance de la régression de L sur B68 et N

DL		SC			CM			F	
Rés.	Rég.	Rés.	Rég.	DV	Rés.	Rég.	DV	Rég.	DV
1) L/B68, N									
39	0	1.000	—	—	—	—	—	—	—
38	1	0.515	0.485	0.485	0.0135	0.485	0.485	35.78***	35.78***
37	2	0.181	0.819	0.334	0.0049	0.409	0.334	83.58***	68.15***
2) L/N, B68									
39	0	1.000	—	—	—	—	—	—	—
38	1	0.209	0.791	0.791	0.0055	0.791	0.791	144.18***	144.18***
37	2	0.181	0.819	0.027	0.0049	0.409	0.027	83.58***	5.59***

Tableau 13

Analyse progressive de la variance de la régression de L sur S, PF et N

DL		SC			CM			F	
Rés.	Rég.	Rés.	Rég.	DV	Rés.	Rég.	DV	Rég.	DV
1) L/N, S, PF									
23	0	1.0000	—	—	—	—	—	—	—
22	1	0.2094	0.7906	0.7906	0.0095	0.7906	0.7906	83.09***	83.09***
21	2	0.2086	0.7914	0.0008	0.0099	0.3957	0.0008	39.84***	<1NS
20	3	0.1862	0.8138	0.0224	0.0093	0.2713	0.0224	29.14	2.40NS
2) L/S, PF, N									
23	0	1.0000	—	—	—	—	—	—	—
22	1	0.2865	0.7135	0.7135	0.0130	0.7135	0.7135	54.78***	54.78***
21	2	0.2194	0.7806	0.0671	0.0105	0.3903	0.0611	37.35***	6.42**
20	3	0.1862	0.8138	0.0332	0.0093	0.2713	0.0332	29.14***	3.57*

explique beaucoup plus de variation que B68 seule; introduite en second, N fournit encore beaucoup d'information sur la variation de L, alors que B68 introduite après N n'en fournit qu'une quantité beaucoup plus faible, bien qu'elle soit encore très significative.

On peut en conclure que, dans la variation de la vigueur de croissance des sarments, deux facteurs au moins interviennent:

1) la vigueur intrinsèque des plantes avant l'essai, dont B68 est un indicateur utilisable, bien qu'imparfait, puisqu'il est lui-même affecté par les dégâts de mildiou (N explique 0.409 de la variation de B68).

2) l'effet de l'attaque de mildiou, par l'intermédiaire des réserves stockées par la plante: nous venons de voir que N explique presque toute la variation de S. Si on se souvient que les plantes ont été surchargées à la taille, pour accentuer des effets éventuels de la vigueur intrinsèque et de la teneur en réserves sur la variation de la vigueur de croissance des pousses qu'elles produiraient, on voit que nous avons parfaitement réussi.

Nous raisonnons sur l'hypothèse que le poids des sarments B68 et leur teneur en glucides (ici indiquée par N) sont des indicateurs suffisants de la vigueur de la plante et de la quantité de réserves qui sont restées dans les parties demeurées en place après la taille.

Cela n'empêche pas, cependant, que le mildiou et la vigueur intrinsèque (initiale) des plantes aient eu une influence sur le développement de leur système radical. Ce dernier est resté intact, puisque les plantes sont restées en place. Nous n'avons aucune donnée sur lui.

Or, à la lumière des travaux de MULLINS (1967), SKENE (1967), WOODHAM et ALEXANDER (1966), BUTTROSE et MULLINS (1968), on sait que le système radical peut intervenir non seulement par la voie trophique, au moyen des réserves qu'il accumule puis restitue aux parties aériennes au début de la végétation active, mais aussi par la voie hormonale, au moyen des cytokinines et des gibbérellines qu'il synthétise et fournit à ces parties aériennes, et qui jouent un rôle régulateur de la croissance et du développement; il est, d'autre part, le siège de la formation d'acides aminés et d'acides organiques. Comme l'ont fait remarquer BUTTROSE et MULLINS (1968), on est amené à penser qu'il peut jouer un rôle, d'une part par son importance pondérale et sa teneur en réserves, d'autre part, par le volume et l'activité des sites de synthèse qui y existent, qu'il s'agisse de celle des acides aminés ou organiques ou de celle des substances hormonales. L'un et l'autre ont toute probabilité d'être influencés par le fonctionnement des sites de photosynthèse pendant la végétation active, donc par leur destruction par le mildiou. C'est un point que nous nous proposons de vérifier dans des expériences spécialement faites à cet effet et où nous mesurerons le volume, le poids et la teneur en glucides du système radical, et où nous essayerons d'étudier la spécialisation des sites de synthèse en opérant des résections partielles des racines comportant, pour le même volume, l'enlèvement de racines complètes, ou de leurs extrémités seulement, ou de différents types de racines.

On doit donc réserver la conclusion à tirer de l'étude de cette régression jusqu'à ce que ce rôle éventuel du système radical soit précisé.

A partir de la «matrice 24», et pour la régression analogue de L sur N, S et PF (Tableau 13), la comparaison des ordres (L/N, S, PF) et (L/S, PF, N) confirme l'inutilité de PF, l'importance de N, et le fait que N est un indicateur suffisant de S.

Nous avons ensuite étudié la régression de B69 sur L, B68 et N (Tableau 14).

En considérant les différents ordres, on peut établir le schéma suivant, où les différentes variables apparaissent verticalement dans l'ordre de la diminution de la part de variation qu'elles expliquent, à chaque niveau d'introduction, sauf le dernier; cette part figure entre parenthèse, à la suite du symbole de la variable.

Schéma 1

	1	2	3	
B69	L (0.784)	B68 (0.090)	_____ N (0.009NS)	1
		N (0.013NS)	_____ B68 (0.086)	2
	N (0.706)	B68 (0.146)	_____ L (0.031)	3
		L (0.091)	_____ B68 (0.086)	4
	B68 (0.692)	L (0.182)	_____ N (0.009NS)	5
		N (0.161)	_____ L (0.031)	6

Tableau 14

Analyse progressive de la variance de la régression de B69 sur L, B68, N

DL		SC			CM			F	
Rés.	Rég.	Rés.	Rég.	DV	Rés.	Rég.	DV	Rég.	DV
1) B69/L, B68, N									
39	0	1.000	—	—	—	—	—	—	—
38	1	0.216	0.784	0.784	0.0057	0.784	0.784	137.99***	137.99***
37	2	0.126	0.874	0.090	0.0034	0.437	0.090	128.17***	26.34***
36	3	0.117	0.883	0.009	0.0032	0.294	0.009	90.88***	2.91NS
2) B69/L, N, B68									
37	2	0.203	0.797	0.013	0.0055	0.399	0.013	72.81***	2.43NS
36	3	0.117	0.883	0.086	0.0032	0.294	0.086	90.88***	26.52***
3) B69/N, B68, L									
38	1	0.294	0.706	0.706	0.0077	0.706	0.706	91.40***	91.40***
37	2	0.147	0.853	0.161	0.0040	0.426	0.161	107.03***	40.37***
36	3	0.117	0.883	0.031	0.0032	0.294	0.031	90.88***	9.43***
4) B69/N, L, B68									
37	2	0.203	0.797	0.091	0.0055	0.426	0.091	107.03***	16.63***
36	3	0.117	0.883	0.086	0.0032	0.294	0.086	90.88***	26.52***
5) B69/B68, L, N									
38	1	0.308	0.692	0.692	0.00	0.692	0.692	85.27***	85.27***
37	2	0.126	0.874	0.182	0.0034	0.437	0.182	128.17***	26.342***
36	3	0.117	0.883	0.009	0.0032	0.294	0.009	90.88***	2.921NS
6) B69/B68, N, L									
37	2	0.147	0.853	0.161	0.0040	0.4263	0.161	107.03***	40.394***
36	3	0.117	0.883	0.031	0.0032	0.2944	0.031	90.88***	9.43***

Tableau 15

Analyse progressive de la variance de la régression de G sur L, B68, PF, N, B69 dans cet ordre (statistiquement optimal)

DL		SC			CM			F	
Rés.	Rég.	Rés.	Rég.	DV	Rés.	Rég.	DV	Rég.	DV
39	0	1.000	—	—	—	—	—	—	—
38	1	.667	.333	.333	.176	.333	.333	18.97**	18.97**
37	2	.652	.348	.025	.176	.174	.025	9.88**	NS
36	3	.617	.383	.035	.176	—	.035	—	NS
35	4	.606	.394	.011	.176	—	.011	—	NS
34	5	.588	.412	.018	.172	—	.018	—	NS

L'examen de ce schéma complète ce que nous avons déjà montré:

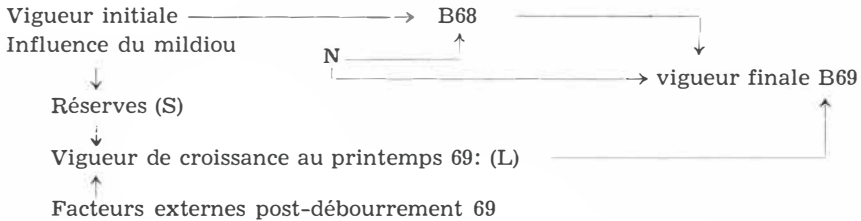
1) L rend compte d'une grande partie de la variation de B69, mais B68 apporte encore une part appréciable d'information après L (branche 1 du schéma): ceci est confirmé par les branches 5 et 6: il y a donc une certaine indépendance entre l'information apportée par L et celle apportée par B68.

2) L suffit à rendre compte de la variation dûe au mildiou puisque, dans les branches 1, 2 et 5, N introduit après L n'apporte rien de significatif.

3) L apporte une information supplémentaire par rapport à N, ce qui est visible dans les branches 3, 4 et 6, où L est introduit après N (on remarque ici l'intérêt de la comparaison des différents ordres possibles).

Nous proposons le schéma suivant pour illustrer ces constatations:

Schéma 2



La variation de vigueur finale, mesurée par le poids des sarments enlevés à la taille pendant l'hiver 1969—1970 (B69) est liée:

— d'une part, à celle de la vigueur initiale (B68), qui représente la vigueur intrinsèque des plantes au départ, à ceci près que nous venons de voir qu'elle est également influencée par le mildiou. (Il aurait fallu disposer d'une mesure de la vigueur intrinsèque initiale indépendante de ces facteurs, par exemple, la longueur des pousses à la date du début de l'essai).

— d'autre part, à la variation de la vigueur de croissance des pousses au printemps (L); celle-ci dépend à la fois des effets résiduels du mildiou et de facteurs qui sont indépendants de la vigueur initiale et du mildiou et qui peuvent être des effets des conditions qui ont régné après la taille et à partir de la reprise d'activité des bourgeons.

Ensuite, nous avons examiné à partir de la même «matrice 24» la régression de B69 sur les mêmes variables, mais en remplaçant N par S.

Le schéma 3, suivant, est similaire au schéma 1, ci-dessus:

Schéma 3

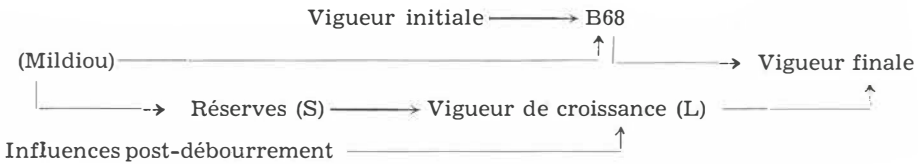
	1	2	3	
B69	L (0.80)	B68 (0.08)	S (0.01NS)	1
		S (0.01NS)	B68 (0.08)	2
	B68 (0.69)	L (0.19)	S (0.01NS)	3
		S (0.15)	L (0.05)	4
	S (0.35)	B68 (0.19)	L (0.05)	5
		L (0.16)	B68 (0.08)	6

On retrouve les mêmes conclusions, à ceci près que B68 passe avant S. Ceci rend bien compte du fait que comme nous l'avons vu, la variation de B68 contient, en plus de l'information sur la vigueur initiale intrinsèque des plantes, une part dûe au mildiou, qui se trouvait apportée par N, mais qui ne l'est plus par S. Ainsi; se trouvent séparées l'influence du mildiou sur la croissance de la charpente celluloso-ligneuse des sarments, et son influence sur la mise en réserve des glucides, qui est postérieure à la première dans le temps.

On aboutit au schéma 4, qui illustre l'hypothèse que l'on peut faire sur l'enchaînement des effets et des causes.



## Schéma 4



La vigueur finale, celle qu'on mesure au cours de l'hiver 1969—1970, se trouve donc déterminée:

- 1) par la vigueur initiale des plantes,
- 2) par les effets du mildiou en 1968
  - a) sur la construction de la charpente, mesurée pendant l'hiver 1968—1969,
  - b) sur l'importance des réserves et peut-être du système radical de la souche, à la fin de 1968,
- 3) par des effets propres à la période qui suit la reprise d'activité des bourgeons, après l'hiver 1968—1969.

Nous avons enfin étudié la régression du nombre de grappes récoltées en 1970 (G) sur les autres variables antérieures (Tableau 15).

En raison de la forte fluctuation de la variable G, ses corrélations avec les autres variables sont nettement moins bonnes que le reste de celles de la matrice.

Il en résulte que, dans l'analyse progressive de l'ordre statistiquement optimal, seule la part expliquée par L est significative. C'est-à-dire que L suffit à rendre compte de toutes les influences qui se sont exercées préalablement sur les plantes et dont l'effet se retrouve dans la variation de G.

Compte tenu de ce que nous avons déjà vu, et du résultat de l'analyse, les schémas ci-dessus se confirment: à travers B68, on retrouve l'effet de la vigueur initiale, après celui de la vigueur de l'année intermédiaire du cycle triennal.

Il est extrêmement intéressant de voir que c'est L, la longueur des pousses à la fin de Juin de cette année intermédiaire qui est le meilleur indicateur de l'initiation florale, meilleur que le poids des sarments enlevés à la taille à la fin de cette année, B69. En tenant compte du fait que les bourgeons laissés à la taille sont des bourgeons de la base, donc que leur initiation florale était probablement terminée à la date de la mesure, on voit que l'initiation florale semble être liée à la vitesse de croissance des sarments au moment de l'initiation, et ou avant celle-ci. Ceci confirme les résultats obtenus par d'autres méthodes par CAROLUS (1970) et les observations de ALLEWELDT et ILTER (1969).

On remarquera (Tableau 8) que le nombre de grappes, noté en 1969 sur le rang 3 sont déjà en accord avec l'intensité des dégâts de mildiou en 1968. Ceci confirme les résultats d'HUGLIN (1958) sur l'influence des accidents destructeurs du feuillage sur l'initiation florale.

### Conclusion

Cet essai est, à notre connaissance, le seul qui ait été publié et qui permette de vérifier de manière objective les hypothèses qu'on peut émettre sur le déterminisme de la production chez la Vigne.

Ses deux traits caractéristiques sont l'utilisation de plants racinés, après une saison de pépinière, qui a permis de saisir un cycle triennal sans les interactions entre cycles que l'on trouve chez des plantes adultes, et l'introduction, par les effets des traitements, d'une gamme de variation des dégâts suffisante pour induire des effets résiduels mesurables par la suite, jusqu'à la troisième année du cycle.

Ses imperfections sont nombreuses: absence d'une mesure initiale de la vigueur intrinsèque des plantes, mesures faites souvent au niveau de la parcelle de six plantes plutôt qu'à celui de la plante individuelle.

Il confirme la réalité du cycle triennal que nous avons proposé (RIVES 1966), tout en montrant que celui-ci n'est pas rigide, ce qui laisse place aux interactions de cycles superposés et aux influences externes.

Ainsi, se trouve soulignée l'importance qu'il y a, dans les essais sur Vigne, à songer aux arrières-effets possibles des traitements que l'on étudie, donc de poursuivre les mesures pendant au moins trois années successives et même plus, et de ne pas se contenter de mesures en fin de première saison qui peuvent soit ne rien révéler parce que tout l'effet des traitements sera exprimé pendant les années suivantes, soit ne constituer que des réponses immédiates dont les arrières-effets viendront peut-être, à long terme, renverser la hiérarchie de valeur.

De manière immédiate, notre interprétation de l'essai montre que les notations de l'effet du mildiou telles qu'elles ont été faites ont une excellente valeur de prédiction de l'effet réel de ce parasite sur le cycle triennal c'est-à-dire bien plus loin que la destruction ou la diminution de récolte de la saison même, à laquelle on pense seulement la plupart du temps.

De la même manière, il indique que toutes les destructions du feuillage, par exemple celles qui sont dues à la grêle, doivent avoir une incidence sur les années suivantes et non pas seulement sur la récolte de l'année.

Du point de vue phytosanitaire, enfin, il apporte une technique nouvelle pour évaluer l'efficacité des produits anti-mildiou. Celle-ci, qui est en cours de perfectionnement, rend les essais indépendants du climat de l'année et permet ainsi une évaluation beaucoup plus rapide de l'efficacité des produits. L'extension de la méthode au *Botrytis cinerea* est envisagée.

### Résumé

L'étude biométrique d'un essai destiné à la mise au point d'une méthode d'appréciation de la valeur de produits fongicides (anti-mildiou), montre que la technique de brumisation permet de faire des essais valides même dans des conditions climatiques peu propices au mildiou car on obtient une infection sévère et uniforme, et l'ordre de classement des produits est sensiblement le même qu'en conditions naturelles.

Les plantes ayant subi des destructions du feuillage très diverses suivant les traitements on été étudiées pendant trois ans. Cette étude démontre l'existence du cycle de trois ans: constitution de réserves, initiation florale, production de grappes déjà postulé par ailleurs.

### Remerciements

Nous remercions R. TOMASSONE (Laboratoire de Biométrie, INRA, Jouy en Josas) qui a bien voulu faire une partie des calculs sur calculateur électronique.

### Bibliographie

- ALLEWELDT, G. und ILTER, E., 1969: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Blütenbildung und Triebwachstum bei Reben. *Vitis* 8, 286—313.
- BALDWIN, J. G., 1964: The relation between weather and fruitfulness of the Sultana vine. *Austral. J. Agricult. Res. (Melbourne)* 15, 920—928.
- BESSIS, R., 1960: Sur différents modes d'expression quantitative de la fertilité chez la Vigne. *C. R. Séances Acad. Agricult. France* 46, 828—832.
- BUTTROSE, M. S. and MULLINS, M. G., 1968: Proportional reduction in shoot growth of grapevines with root systems maintained at constant relative volumes by repeated pruning. *Austral. J. Biol. Sci.* 21, 1095—1101.

- CAROLUS, M., 1970: Recherches sur l'organogenèse et l'évolution morphologique du bourgeon latent de la Vigne. (*Vitis vinifera* L. var. Merlot). Thèse 3ème cycle, Bordeaux, 147 p.
- FREEMAN, G. H., 1963: The combined effect of environmental and plant variation. *Biometrics* 19, 273—277.
- HORSFALL, J. G. and BARRATT, R. W., 1945: An improved grading system for measuring plant diseases. *Phytopathology* 35, 655 (Abstr.).
- HUGLIN, P., 1958: Recherches sur les bourgeons de la Vigne: initiation florale et développement végétatif. *Ann. Amélior. Plantes* 8, 113—272.
- LAVEE, S., REGEV, U. and SAMISH, R. M., 1967: The determination of induction and differentiation in grape vines. *Vitis* 6, 1—13.
- MAY, P., 1964: Über die Knospen- und Infloreszenzentwicklung der Rebe. *Wein-Wiss.* 19, 457—485.
- — , 1965: Reducing inflorescence formation by shading individual Sultana buds. *Austral. J. Biol. Sci.* 18, 463—473.
- — and ANTCLIFF, A. J., 1963: The effect of shading on fruitfulness and yield in the Sultana. *J. Hort. Sci.* 38, 85—94.
- — and — — , 1964: Fruit bud initiation. *J. Austral. Inst. Agricult. Sci.* 30, 106—112.
- MOREAU, L. et VINET, E., 1932: Rôle des matières de réserve de la Vigne dans la mise à fruit des cépages et dans la véraison des raisins. *Ann. Agron. (Paris)*, 363—374.
- MULLINS, M. G., 1967: Morphogenetic effects of roots and of some synthetic cytokinins in *Vitis vinifera* L. *J. Exp. Bot.* 18, 206—214.
- PEARCE, S. C. and MOORE, C. S., 1962: A study of sources of variation in apple tree experiments. *J. Hort. Sci.* 37, 175—189.
- RIVES, M., 1957: Etudes sur la sélection du colza d'hiver. *Ann. Amélior. Plantes* 7, 61—107.
- — , 1966: Problèmes de l'expérimentation sur les plantes pérennes ligneuses en particulier la Vigne. *Acta Agricult. (København)*, Suppl. 16, 239—247.
- — , CASTERAN, P. et LECLAIR, Ph., 1966: Observations préliminaires sur la détermination objective de la taille chez la Vigne. *C. R. Séances Acad. Agricult. France* 52, 537—544.
- — et HÉVIN, M., 1966 a: Le «filage» des grappes chez la Vigne. *C. R. Séances Acad. Agric. France* 52, 478—482.
- — et — — , 1966 b: Filage, charge et vigueur chez la Vigne. *C. R. Séances Acad. Agricult. France* 52, 1062—1066.
- SAULNIER-BLACHE, P., 1963: Etude du développement du raisin. I: Croissance, accumulation des protéines et respiration pendant le passage de la phase végétative à la maturation. *Ann. Physiol. Vég. (Paris)* 5, 217—228.
- SKENE, K. G. M., 1967: Gibberellin-like substances in root exudate of *Vitis vinifera*. *Planta*, 74, 250—262.
- — and KERRIDGE, G. H., 1967: Effect of root temperature on cytokinin activity in root exudate of *Vitis vinifera* L. *Plant Physiol.* 42, 1131—1139.
- TOMASSONE, R., 1967: Une méthode d'investigation: la régression orthogonale. *Ann. Sci. Forest.* 24, 233—258.
- WEAVER, R. J. and McCUNE, 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.
- — , — — and AMERINE, M. A., 1961: Effect of level of crop on vine behavior and wine composition in Carignane and Grenache grapes. *Amer. J. Enol. Viticult.* 12, 175—184.
- WOODHAM, R. C., ALEXANDER, D. McE., 1966: The effect of root temperature on development of small fruiting Sultana vines. *Vitis* 5, 345—350.
- WOOLF, B., 1951: Computation and interpretation of multiple regressions. *J. Roy. Statist. Soc.* 13, 100—119.

Eingegangen am 11. 11. 1971

M. RIVES  
Sta. Rech. Viticulture  
(INRA)  
33140 Pont-de-la-Maye  
France  
R. LAFON  
Sta. Path. Végétale  
(INRA)  
33140 Pont-de-la-Maye  
France