

LA NOTION DU RENDEMENT ET L'EXPRESSION

de l'Activité Végétative des Cultures Pérennes⁽¹⁾

par **J. A. MASSIBOT**

CHEF DU SERVICE DES RECHERCHES AGRONOMIQUES
DE L'INSTITUT DES FRUITS ET AGRUMES COLONIAUX

Dans les essais culturaux, le critérium d'appréciation de l'efficacité d'un traitement est le rendement qui se rapporte le plus généralement au produit utile. Si la considération de cette production utile satisfait le producteur, elle est insuffisante pour l'agronome qui désire également connaître les divers aspects du comportement de la culture étudiée.

Le développement pris par les cultures annuelles peut être facilement exprimé par leur rendement, à condition toutefois que ce dernier intéresse non seulement le produit utile, mais le végétal tout entier, les racines n'étant généralement pas prises en considération par suite des difficultés de leur obtention.

C'est ainsi que le rendement d'une céréale, le riz par exemple, doit être exprimé en indiquant :

- la récolte de paddy,
- la récolte de paille,
- la récolte totale (paddy + paille).

La récolte totale rend compte du développement de la culture (racines exclues que l'on ne peut pratiquement pas récolter et dont on admet que le poids est corrélatif de celui de la partie aérienne), alors que le poids du paddy exprime seulement le produit utile recherché par le cultivateur (mais qui représente l'aboutissement normal de l'activité de la plante qui est la reproduction de l'espèce) et que le poids de la paille caractérise le développement végétatif. Le poids du produit utile (grain) est lié à l'activité de la végétation. Lorsqu'il s'agit de cultures pour lesquelles le produit utile ne correspond pas à l'accomplissement d'une grande fonction vers laquelle l'activité végétative est toute entière tendue, le rendement en produit utile n'exprime pas du tout cette activité végétative. C'est le cas des plantes à fibres, telles que le cotonnier, le lin, le jute, chez lesquelles la fibre est une production végétale accessoire, dépendant surtout des propriétés génétiques de la plante. L'effet

d'un traitement (fumure, irrigation, méthode de culture) doit comprendre obligatoirement, non seulement l'indication du rendement en fibres, mais aussi celles de la production en graines et en tiges qui exprimeront réellement l'efficacité du traitement étudié sur l'activité végétative de la plante.

L'obtention du rendement total ne présente généralement pas, pour les plantes annuelles, des difficultés insurmontables. Il en est tout autrement pour la majorité des plantes pérennes (arbres en particulier) car, pour ces dernières, le souci d'assurer la pérennité du végétal ne permet pas la mesure de l'activité végétative qui exigerait la destruction des plantes au commencement et à la fin de l'expérience. Aussi, jusqu'à présent, s'est-on généralement contenté, pour ces plantes, de la mesure du rendement en produit utile que l'on tâche de compléter par diverses observations végétatives, souvent soumises au coefficient d'appréciation personnelle de l'expérimentateur. Il y a là, évidemment, une grave lacune à combler pour que l'expérimentation sur plantes pérennes devienne plus objective, et qui n'a pas échappé aux expérimentateurs éclairés.

C'est ainsi que HOBLYN précise que l'expérimentateur travaillant sur plantes pérennes ne saurait limiter ses investigations à la simple évaluation des rendements parcellaires qu'il doit obligatoirement compléter par une connaissance approfondie de la vigueur des végétaux mis en cause. Et il note que si l'arbre le plus vigoureux ne donne pas nécessairement la plus forte récolte, les deux caractères productivité et vigueur sont cependant toujours étroitement liés.

Nous examinerons successivement comment on peut exprimer les relations existant entre la vigueur et la productivité des plantes arbustives qui caractérisent l'expression de leur végétation et les techniques qu'il convient d'employer pour évaluer leur vigueur.

A. - ÉTUDE DE L'EXPRESSION DE LA VÉGÉTATION

En ce qui concerne la vigne, nous résumerons les travaux de BRANAS qui s'est efforcé de trouver une solution satisfaisante à l'évaluation de l'activité végétative de cette plante. Il a montré que la mesure

(1) Extrait de l'Ouvrage « La technique des essais culturaux et des études d'écologie agricole » FRÈRE, Ed. TOURCOING, 1946, 650, pages 21-27.

Voir "Fruits d'Outre-Mer" vol. 1, n° 3 (1945) et 10 (1946).

du rendement en produit utile, même lorsqu'elle était complétée par l'appréciation de la qualité, donnait des résultats incomplets.

Si l'on examine le cycle biologique annuel de la vigne, on remarque qu'il comporte, en pays tempéré, une série d'états très différents qui se succèdent avec une périodicité déterminée. Rappelons que la première manifestation apparente de l'activité végétative de la vigne est l'apparition de pleurs, qui est suivie du débourrement se traduisant par l'apparition de la matière verte, puis de la floraison, de la véraison, de la maturation des fruits, et enfin de la chute des feuilles. De l'apparition des pleurs à la chute des feuilles, la plante est à l'état de vie active; pendant le reste de l'année, elle est au repos (repos hivernal). La figure 1

Pour chaque cep, désignons par :

a) le poids de la récolte de raisins à la vendange (exprimé en kilogs).

b) le poids de la récolte de sarments aoûtés constitués par les sarments supprimés à la taille effectuée en décembre (exprimé en kilogs).

c) la qualité du vin obtenu à partir des raisins récoltés, exprimée en degrés d'alcool et évaluée par des mesures réfractométriques portant sur le moût.

Le poids des sarments b, traduit le résultat de la croissance comme le ferait la différence entre le poids P_1 de la plante prise au début du cycle et le poids P_2 atteint à la fin de ce cycle. Cette mesure pourrait encore être exprimée, mais d'une manière qui paraît à la fois moins sensible et moins exacte, par

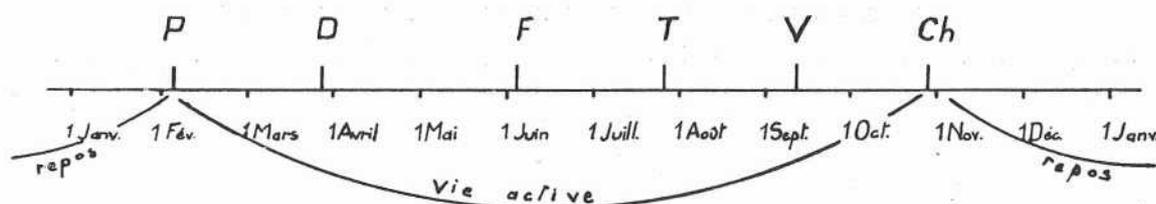


Fig. 1. — Cycle végétatif annuel de la vigne.

P Pleurs. — D Débourrement. — F Floraison. — T Arrêt de la croissance. — V Vendange. — Ch Chute des feuilles.

représente sur un vecteur, cette succession des périodes du cycle végétatif. En fait, le cycle végétatif de la vigne, que l'on peut prendre comme type de plante arbustive, peut être considéré comme la succession de quatre phases (figure 2) :

l'évaluation du diamètre de la tige considérée avant et après le cycle. Le poids des sarments est fonction d'un volume et d'une densité qui sont des moyens d'expression plus complets qu'une mesure linéaire ou celle d'une surface. D'après diverses recherches, on peut

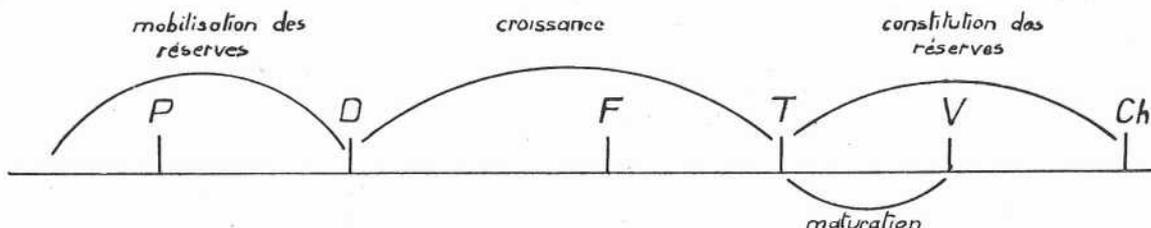


Fig. 2. — Phases du cycle végétatif annuel de la vigne.

— une phase de *mobilisation des réserves* (des pleurs au débourrement).

— une phase de *croissance* (du débourrement à la véraison).

— une phase de *constitution des réserves* (du débourrement à la chute des feuilles).

— une phase de *reproduction* qui tend à assurer la pérennité de l'espèce mais non celle de l'individu. La phase de reproduction porte sur deux cycles végétatifs successifs, car les grappes se forment dès le mois de juin dans les bourgeons, acquièrent leur structure primordiale avant l'hiver, se développent au débourrement, fleurissent en juin, mûrissent ensuite leurs pépins et leur baies à la fin de l'été.

admettre qu'il existe une relation linéaire entre la surface de la végétation et son poids, qui paraît lui-même proportionnel à celui des sarments aoûtés, donc à b.

Le poids de la récolte a, n'a pas de sens biologique car le poids et la beauté des fruits n'ont aucune influence sur le devenir de la plante ; toutefois, il intéresse au premier chef le vigneron. Notons que les fruits se forment et croissent de la floraison à la vendange.

La qualité du produit c, est d'un grand intérêt à la fois pour le producteur et pour le physiologiste. Elle se crée de la véraison à la vendange et elle est liée à la constitution des réserves dans les parties vivaces de la plante par des relations complexes, aux actions parfois opposées. On a pu analyser son déterminisme.

En dehors de ces trois éléments, les mesures peuvent encore porter, pour chaque plante : sur le *nombre N de fruits* et le *nombre X d'yeux* laissés à la taille et qu'on appelle la *charge*.

La figure 3 représente les relations existant entre a, b, c, et le cycle végétatif de la vigne.

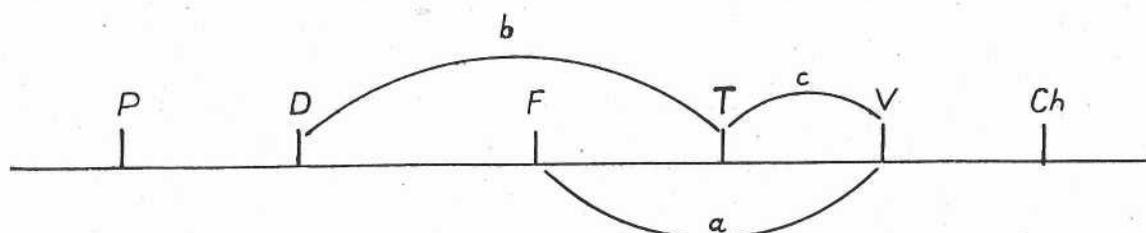


Fig. 3. — Éléments de l'expression de l'activité végétative de la vigne.

La méthode de travail de BRANAS a consisté à déterminer a, b, c, la charge X et le nombre de grappes N pour chaque souche cultivée dans un *milieu viticole* donné, caractérisé par son sol, son climat, le porte-greffe employé, l'écartement adopté, et conduit d'une façon déterminée.

Dans un milieu viticole considéré, un génotype de vigne offre des possibilités particulières et est chargé d'un *potentiel végétatif* K nettement défini. Ce potentiel est le résultat de l'action simultanée :

— des constantes imposées au vignoble (climat et sol) ;

— des constantes choisies (espacement, porte-greffe) ;

— des correctifs que le viticulteur fait intervenir (fumure, méthodes de culture, palissage, rognage, etc...)

Ce potentiel K, d'ailleurs virtuel, est une valeur constante pour un milieu donné, dans la mesure où le sont les facteurs de ce milieu. *La vigne transforme les possibilités qui lui sont offertes pour édifier des récoltes que l'on peut prendre comme expression viticole de son activité.* L'expression végétative du potentiel K ne sera évidemment complète qu'autant qu'elle portera sur les éléments a, b, c, définis expérimentalement. Si on désigne par E_v l'expression végétative, on peut écrire :

$$E_v = K \quad (1)$$

Les variations annuelles du climat font que l'expression du potentiel végétatif K est plus ou moins parfaite ; par ailleurs, il se produit des pertes p, qui sont analogues aux pertes de rendement des machines industrielles transformant de l'énergie, de sorte que l'on peut écrire :

$$K = \alpha E_v + p \quad (2)$$

On peut considérer l'expression végétative comme l'expression des possibilités de production K d'un

génotype dans un milieu viticole donné. Aucune des valeurs de l'équation (2) n'est soumise aux variations de la charge ni à la volonté du vigneron, sauf si ce dernier modifie le milieu. Dans ces conditions, l'expression végétative E_v est constante pour un milieu donné, ce que l'expérience a d'ailleurs prouvé.

L'expression végétative utile E_v de la capacité fonctionnelle K d'un génotype cultivé dans un milieu viticole donné, peut être parfaitement appréciée grâce aux valeurs de a, b, c.

BRANAS établit la relation (3) telle que :

$$E_v = Ra + Sb + Dc \quad (3)$$

dans laquelle R, S, D, sont des coefficients variétaux qui permettent la sommation de a, b, et c. R, S, D sont appelés *coefficients végétatifs variétaux*. On les détermine expérimentalement pour chaque génotype cultivé dans un milieu viticole et on a constaté qu'ils ont pour celui-ci une valeur constante, quelles que soient les pratiques culturales adoptées. Ils traduisent la manière selon laquelle ce génotype fait un kg de sarment, un kg de raisin, et un degré d'alcool, ce qui revient à dire qu'ils expriment, pour ce génotype, l'effort absorbé et dépensé pour fabriquer un kg de bois, un kg de raisin, un degré d'alcool.

Pour obtenir les valeurs de R, S, D, caractéristiques d'un génotype cultivé dans un milieu viticole, BRANAS examine individuellement de nombreuses souches de ce génotype prises dans le milieu en cause et groupées en lots uniformes, formés d'individus de même âge auxquels on applique une charge déterminée, variable de lot à lot, pour chacune desquelles il évalue a, b, c. En posant ensuite $E_v = 100$, il est possible d'obtenir les valeurs expérimentales (approchées) des coefficients variétaux.

De nombreux résultats expérimentaux lui ont permis de constater la constance des valeurs R, S, D pour un génotype, quel que soit le milieu dans lequel il était cultivé. Par opposition aux coefficients variétaux caractérisant la machine végétale, BRANAS appelle a, b, c, les *variables culturales* sur lesquelles peut agir le vigneron.

L'exemple suivant montrera comment il a procédé à la détermination des coefficients variétaux de l'Aramon.

1 - Détermination expérimentale de R, S, et D pour l'Aramon

Résultats expérimentaux (1934, Montpellier, vignoble de l'École Nationale d'Agriculture).

Souche N°	Charge	MILIEUX VITICOLES					
		M ₁			M ₂		
		a (Kg)	b (Kg)	c	a (Kg)	b (Kg)	c
1	3 yeux	0,920	0,690	11°5	1,175	0,312	9°8
2	6 »	1,252	0,640	10°0	1,450	0,450	9°4
3	12 »	2,385	0,665	9°5	1,316	0,466	9°6
4	18 »	2,343	0,550	10°6	2,233	0,333	8°8
5	36 »	4,416	0,417	8°6	2,166	0,300	8°2
6	60 »	4,710	0,360	7°2	3,250	0,125	8°8

Faisons $E_v = 100$ et posons les équations donnant la valeur de E_v pour les souches 1,3 et 5 du milieu M₁. On a :

$$\begin{aligned} \text{Souches } E_v &= a R + b S + c D \\ 1 \quad 100 &= 0,920 R + 0,690 S + 11,5 D \\ 2 \quad 100 &= 2,385 R + 0,665 S + 9,5 D \\ 3 \quad 100 &= 4,416 R + 0,417 S + 8,6 D \end{aligned}$$

De ces équations, on tire les valeurs de S, R et D pour l'Aramon :

$$R = 8,1 \quad S = 50 \quad D = 5$$

Portons ces valeurs dans les équations intéressant les souches 2,4 et 6 du milieu M₁, nous trouvons :

$$\begin{aligned} \text{Souches} \\ 2 : 1,252 \times 8,1 + 0,640 \times 50 + 10 \times 5 &= 92,1 \\ 4 : 2,343 \times 8,1 + 0,550 \times 50 + 10,6 \times 5 &= 99,4 \\ 6 : 4,710 \times 8,1 + 0,360 \times 50 + 7,2 \times 5 &= 92,2 \end{aligned}$$

Pour le milieu M₂, on obtient les résultats suivants qui confirment la fixité de la valeur des coefficients variétaux quel que soit le milieu :

$$\begin{aligned} \text{Souches} \\ 1 : 1,175 \times 8,1 + 0,312 \times 50 + 9,8 \times 5 &= 74,2 \\ 2 : 1,450 \times 8,1 + 0,450 \times 50 + 9,4 \times 5 &= 81,3 \\ 3 : 1,316 \times 8,1 + 0,466 \times 50 + 9,6 \times 5 &= 81,9 \\ 4 : 2,233 \times 8,1 + 0,333 \times 50 + 8,8 \times 5 &= 78,7 \\ 5 : 2,166 \times 8,1 + 0,300 \times 50 + 8,2 \times 5 &= 73,5 \\ 6 : 3,250 \times 8,1 + 0,125 \times 50 + 8,8 \times 5 &= 76,7 \end{aligned}$$

La comparaison des deux milieux viticoles M₁ et M₂ à la lumière de leurs valeurs respectives de E_v montre que le milieu M₂ offre un potentiel végétatif équivalent aux trois quarts de celui de M₁.

Pour le Grenache, cépage de qualité, peu fertile, peu vigoureux (l'Aramon étant vigoureux, gros producteur de vin ordinaire) BRANAS a obtenu les valeurs suivantes des coefficients variétaux :

$$R = 11,8 \quad S = 40 \quad D = 4$$

2 - Relations d'équilibre entre les variables culturales

Les variables culturales a, b et c sont interdépendantes. BRANAS a étudié certaines de leurs relations d'équilibre en recueillant les renseignements relatifs

à a, b et c sur plus d'un millier de souches d'Aramon placées dans des conditions de climat identiques, mais sur des sols et sur des porte-greffes différents, de façon à envisager des capacités fonctionnelles très variées. Il a ainsi caractérisé les trois relations d'équilibre suivantes.

a) *Indice de vigueur*. — Dans un vignoble constitué de souches semblables, les plus vigoureuses font le plus de bois. Toutefois, la quantité de bois produite par un individu ne donne pas une mesure générale de la vigueur. En effet, si une vigne établie en treille contre un mur couvrant une grande surface et un cep conduit selon la méthode champenoise portant un courson de trois yeux fournissent l'un et l'autre 500 grammes de bois, leur vigueur n'est pas égale. Pour la treille, c'est la décrépitude, alors que les trois sarments pesant 500 grammes représentent une vigueur excessive pour la vigne champenoise. BRANAS a obtenu une expression satisfaisante de la vigueur en considérant ce qu'il appelle l'indice de vigueur égal au rapport $\frac{Sb}{E_v}$.

L'indice de vigueur est donc le rapport aux possibilités totales de la plante des possibilités employées à la production du bois.

$$\text{Pour un Aramon moyen : } \frac{Sb}{E_v} = 0,30.$$

$$\text{Pour un Aramon vigoureux } \frac{Sb}{E_v} = 0,40.$$

$$\text{Pour un Aramon d'une vigueur maximum } \frac{Sb}{E_v} = 0,52$$

L'indice de vigueur dépend du milieu et de l'importance de la production a. L'expérience montre que :

$$\frac{Sb}{K} = f(E_v - Ra)$$

ou, pour $\alpha = 1$ et $p = 0$:

$$\frac{Sb}{E_v} = f(E_v - Ra)$$

L'indice de vigueur croît en fonction de $(E_v - Ra)$ suivant une courbe logarithmique de forme :

$$\log_e \left(A - \frac{Sb}{E_v} \right) = \log_e [A - m(E_v - Ra)]$$

La limite de croissance A de l'indice $\frac{Sb}{E_v}$ doit être déterminée par expérience.

b) *Indice de brunissure de Ravaz* :

$$\frac{Ra}{Sb} = \frac{\text{fructification}}{\text{végétation}}$$

Cet indice caractérise la relation entre l'assimilation et l'utilisation des produits de la photosynthèse.

c) *Indice de production* :

$$\frac{Ra}{E_v} = \frac{\text{Possibilités utilisées pour la production}}{\text{Possibilités totales de la plante}}$$

BRANAS pense que la relation générale suivante serait valable :

$$\log_e \left(A - \frac{Ra}{E_v} \right) = \log_e (A - mN)$$

(N étant le nombre de grappes d'une souche) et que la variation de $\frac{Ra}{E_v}$ rencontre une limite A dont la détermination ne peut être qu'expérimentale.

3 - Détermination de la qualité

La qualité est fonction d'éléments intrinsèques traduisant un état de la plante indépendant du milieu, (facteurs génétiques) et d'éléments extrinsèques traduisant les relations de la plante et du milieu, ce dernier étant réduit aux particularités atmosphériques (humidité, éclaircissement, chaleur, etc.). Ces relations varient avec des particularités d'ordre morphologique (structure et arrangement du feuillage, de la charpente). BRANAS estime que la qualité est fonction des éléments suivants :

— de l'indice de vigueur qui détermine l'arrêt de la végétation et fixe la durée t de la période correspondant à la formation du sucre. La qualité c croît quand la valeur de $\frac{Sb}{E_v}$ décroît, car plus la vigueur est grande et plus t est petit.

— de la production a (les produits de la photosynthèse sont répartis entre une masse a plus ou moins grande) la qualité c croît quand la production décroît.

— de la surface foliaire : toute diminution de surface foliacée est suivie d'une diminution de qualité.

Ces trois influences agissent simultanément, car elles sont interdépendantes. BRANAS propose la relation suivante permettant de déterminer c :

$$c = C_0 e^{-n^2 \left(\frac{Sb}{E_v}\right)^2 - n'^2 \left(\frac{Ra}{Sb}\right)^2}$$

dans laquelle :

c est le degré alcoolique du vin fait,

C_0 la qualité la plus élevée que l'on puisse obtenir quand tous les facteurs sont à l'optimum, telle que :

$$C_0 = \frac{m}{\frac{Sb}{E_v} - m'} + m''$$

(les coefficients m, m' et m'' sont fonction de l'importance du feuillage),

n et n' sont des constantes caractéristiques du génotype et indépendantes du milieu.

Pour l'Aramon n = 0,84 n' = 0,30

BRANAS a établi des tables donnant la valeur du

$$\text{rapport } \frac{c}{C_0} = G = e^{-n^2 \left(\frac{Sb}{E_v}\right)^2 - n'^2 \left(\frac{Ra}{Sb}\right)^2}$$

Les valeurs de C_0 des tables ne sont valables que pour des plantes témoins ayant un feuillage non palissé, plantées en carré à 1 m. 50 et taillées en gobelet. Cet auteur a constaté que les génotypes de vigne les moins vigoureux utilisent le mieux le rayonnement solaire, et que le maximum de qualité qu'il est possible d'obtenir avec un rendement a donné, est d'autant

plus élevé que l'expression végétative E_v est plus faible. Il en a conclu, vérifiant l'opinion des praticiens, que :

a) pour la récolte des vins de qualité élevée, il faut recourir à des individus ayant un faible potentiel végétatif qui permettent seuls, par le choix d'un rendement convenable, l'obtention de la qualité ;

b) pour avoir des rendements élevés, on doit utiliser un milieu donnant aux plantes un potentiel élevé de production et des génotypes ayant un haut potentiel végétatif.

Déterminants extrinsèques de la qualité. — Les valeurs de C_0 des tables ont été déterminées pour des individus étalons placés dans un milieu témoin (à l'École Nationale d'Agriculture de Montpellier).

Le rapport $\frac{C_0 \text{ observé}}{C_0 \text{ des tables}} = \Phi$ permet de comparer le milieu étudié au milieu témoin sous l'angle des conditions de maturation (date des vendanges, feuillage, taille, climat).

Cette comparaison des valeurs de Φ permet d'ailleurs de déceler des différences microclimatiques assez faibles. On peut donc envisager l'étude d'une région en traçant des courbes d'égal Φ caractérisant des conditions microclimatiques différentes.

BRANAS a aussi étudié l'influence du palissage, de la taille, etc... sur les valeurs de G et de Φ .

Sur un champ d'essais soumis à des conditions d'éclaircissement différentes par suite de l'ombrage porté par des arbres situés dans son voisinage, il a pu établir des courbes d'égal

$G = \frac{c \text{ observé}}{C_0 \text{ des tables}}$ caractérisant chacune des conditions climatiques spéciales.

L'étude d'un champ d'expériences viticoles peut donc être réalisée par un essai d'uniformité qui, outre la mesure du rendement en raisin (a) et en bois (b) permet la détermination des courbes d'égal G.

4 - Utilisation de ces données dans les essais comparatifs de rendement exécutés sur la vigne.

Chaque essai comportera obligatoirement la détermination de a, b, et c, pour chacun des individus mis en cause ou pour chaque parcelle de l'essai.

L'analyse statistique sera exécutée successivement :

- sur le rendement en raisin ou en moût,
- sur la valeur de E_v de chaque traitement.

Cette analyse sera obligatoirement complétée par l'étude de la variation :

- de l'indice de vigueur,
- de l'indice de brunissure,
- de l'indice de production,
- de l'indice G (ou de la qualité c).

Elle permettra une vue plus approfondie du problème étudié qu'une simple analyse du rendement.

5 - Cas des autres cultures pérennes arbustives.

La méthode de BRANAS pourrait sans doute être appliquée à toutes les plantes fruitières pérennes. Il paraît ainsi possible d'étudier d'une manière semblable l'activité végétative des arbres qui sont soumis à la taille, tels que le pêcher ou le pommier, le poirier, etc., taillés selon l'antique système trigemme, ou selon la méthode LEPAGE, ainsi que celle des arbres fruitiers non taillés ou ne recevant qu'une taille légère, à condition de pouvoir déterminer la quantité de bois des rameaux formés durant l'année.

Quand aux autres plantes pérennes arbustives, le problème paraît plus complexe. Il mérite d'être étudié soigneusement car il conduira à une vue plus approfondie de l'activité végétative. Les solutions obtenues permettront, en outre, de tirer des essais culturaux de plus amples informations. En attendant, il faut réaliser une expérimentation portant sur une assez longue série d'années et intéressant de nombreuses situations pour en retirer des renseignements ayant une valeur précise, complète et certaine.

B. — ÉVALUATION DE LA VIGUEUR DES PLANTES PÉRENNES

1 - Cas des plantes pérennes à petit développement

On a rarement mesuré le développement des plantes à petits fruits (fraisier, groseiller, framboisier) bien que cela présente un intérêt évident dans le cas des études de fumures en particulier, le développement des plantes étant sujet à des variations dépendant des engrais employés. Cependant, dans le cas des fraisiers, à East Malling, ROGERS a évalué l'étalement moyen occupé par chaque plante. Il a alors utilisé un instrument de mesure en forme de T dont la partie transversale, ou règle, était graduée en vingtièmes de mètre. Il a évalué l'étalement de chaque fraisier en indiquant le nombre de divisions auquel il correspondait. Toute longueur comprise entre deux divisions successives de la règle était indiquée par la valeur de la division inférieure ; par exemple, si une plante avait un étalement compris entre 6 et 7 vingtièmes de mètre, celui-ci était estimé de 6/20. L'auteur a ensuite constitué des séries de valeurs de l'étalement qu'il a ajustées.

On a opéré de la même façon pour mesurer la hauteur des framboisiers et des groseillers.

2 - Cas des plantes pérennes arbustives

Nous avons vu précédemment que BRANAS détermine le poids des sarments de la vigne enlevés par la taille.

De nombreux autres auteurs ont évalué périodiquement la circonférence du tronc et des branches des arbres. Divers chercheurs ont montré qu'il existait une corrélation élevée entre le poids de la récolte, ou

la taille, ou le poids d'un arbre fruitier, et la longueur de la circonférence de son tronc.

A Woburn, PICKERING déterminait, pour chaque arbre : sa hauteur et son étalement moyen, la circonférence de sa tige, le poids du bois enlevé par la taille, la longueur des pousses de l'année (leur poids par unité de longueur), le poids total du feuillage, le poids ou la taille des feuilles, l'azote assimilé par le feuillage obtenu par des mensurations faites sur des échantillons représentatifs du feuillage de chaque plante. De ses nombreuses expériences, cet auteur conclut que si toutes ces mesures ne sont pas toujours applicables, il a été bien établi que n'importe laquelle d'entre elles peut généralement être prise comme critérium de ce que nous avons appelé l'expression végétative d'une plante.

A East Malling, on a refait les déterminations de PICKERING et, en particulier, on a noté, sur une période de 11 ans, la croissance des rameaux de l'année, la circonférence du tronc, la hauteur et l'étalement d'un grand nombre d'arbres. D'après HOBLYN, on a conclu :

1° Qu'une mesure isolée n'est pas suffisante pour caractériser la vigueur d'un arbre.

2° Si la plupart des mesures de la vigueur, qui prennent en considération la somme des accroissements réalisés au cours d'une longue période de développement, telles que la circonférence du tronc, la hauteur et l'étalement d'un arbre, sont en corrélation positive, la relation réelle existant entre elles peut être modifiée par des différences de construction, de traitement, des arbres considérés.

3° Que la surface de la section transversale du tronc est en corrélation plus étroite avec la vigueur que ne l'est la circonférence elle-même.

4° Que pour une année considérée, l'accroissement de la section transversale du tronc est très influencé par l'importance de la récolte des fruits et ne donne, de ce fait, que peu d'indications sur le comportement des autres caractères de la vigueur de l'arbre.

Dans ces conditions, l'expérimentateur ne doit pas se contenter d'effectuer une seule détermination pour caractériser la vigueur de ses arbres.

Nous allons indiquer, d'après HOBLYN, les mesures qui paraissent les plus intéressantes pour caractériser cette dernière. Elles comportent la détermination de la quantité de bois produite au cours de l'année, de la circonférence (ou de la section) du tronc, de la hauteur et de l'étalement de chaque arbre et de la surface moyenne d'une feuille.

α — Évaluation de la quantité de bois produite au cours d'une année (ou d'une saison). Le poids du bois produit paraît être, compte tenu du port, du format imposé à un arbre et de son potentiel végétatif K, la meilleure mesure du développement végétatif. Si son évaluation est facile lorsqu'on procède à une taille sévère de chaque plante (vigne, pêcher, arbres fruitiers soumis

à la taille trigemme ou à une taille sévère), elle devient très ardue lorsque la taille n'est pas pratiquée où qu'elle n'intéresse qu'une faible partie de la frondaison, et que l'on se trouve en présence d'arbres à grand développement. On doit alors adopter un plan de travail bien étudié et une méthode systématique d'exécution des mensurations.

C'est ainsi, qu'à East Malling, on emploie deux opérateurs pour exécuter les mensurations intéressant la longueur des rameaux de l'année. L'un d'eux prend les mesures sur le terrain, il est relié au laboratoire au moyen d'un téléphone. L'autre, qui reste au laboratoire, inscrit directement sur une machine à calculer les mesures qui lui sont téléphonées, et obtient ainsi très rapidement le total par arbre.

Pour effectuer les mensurations, on commence d'abord par compter le nombre de branches charpentières. Puis on effectue les mensurations sur chacune de ces branches qui sont examinées séparément et successivement en commençant par les pousses qui se sont développées à leur extrémité supérieure et en allant vers le tronc. La longueur des pousses de l'année est mesurée à l'aide d'une règle graduée en centimètres, et cette longueur est exprimée en chiffres ronds en s'arrêtant au chiffre inférieur. On signale lorsqu'on commence et finit de mesurer les pousses d'une branche charpentièrre. Quand un arbre a été examiné, on procède à une vérification qui consiste à recompter les branches charpentières et à contrôler si l'on en a noté autant qu'il en existe réellement.

On estime que ces mensurations demandent 5 à 10 minutes par arbre pour les jeunes plantes et parfois plus d'une heure lorsque celles-ci sont très développées. Aussi a-t-on cherché à opérer plus rapidement en procédant à un échantillonnage des pousses de chaque arbre ; par exemple, en effectuant les mensurations sur une ou deux branches charpentières choisies au hasard pour chaque arbre selon l'importance de son développement.

Remarque. — *Méthode permettant d'évaluer l'importance des pousses de l'année précédente des arbres soumis à la taille.* — Quand la taille est sévère (vigne) le poids des rameaux de l'année précédente enlevés à la taille constitue une mesure excellente du développement végétatif de tout individu.

Lorsque la taille n'affecte pas toutes les pousses de l'année précédente d'un végétal, HOBLYN recommande de compléter cette détermination en mesurant la longueur totale des rameaux enlevés à la taille sur chaque arbre, puis en calculant le poids moyen de l'unité de longueur des rameaux enlevés et en évaluant la proportion des rameaux qui ont été coupés à la taille. Pour déterminer le poids moyen de l'unité de longueur des rameaux enlevés à la taille, il suffit de prendre, au hasard, des échantillons d'un certain nombre de rameaux sectionnés (200 à 400). Le nombre de rameaux enlevés à la taille peut être facilement

obtenu en utilisant, comme à East Malling, un sécateur muni d'un compteur automatique. Ces déterminations peuvent porter sur un petit nombre d'arbres seulement, représentatif du lot considéré. Elles doivent être faites pour chaque traitement mis en cause dans un essai cultural.

β — *Évaluation de la circonférence du tronc.* — La mesure de la circonférence du tronc, si elle ne donne pas de renseignements définitifs sur la vigueur, doit toujours être faite car elle permet de calculer la surface de la section transversale de celui-ci. La mesure du diamètre du tronc, faite au pied à coulisse, n'est pas à recommander, car cet appareil est difficile à construire si l'on veut qu'il soit assez précis et, de plus, il se détériore rapidement. On obtient plus facilement et plus rapidement des résultats entachés d'une plus petite erreur par la mesure de la circonférence du tronc faite à l'aide d'un ruban métrique en acier. Elle doit être faite avec beaucoup de soin et de précision, car les erreurs commises sont considérablement amplifiées lors du calcul de la surface de la section transversale. Les mesures doivent être prises à une hauteur déterminée que HOBLYN conseille de marquer sur chaque arbre au moyen d'une inscription faite avec de la peinture blanche qui tient d'une année à l'autre.

A East-Malling, on évalue la circonférence du tronc à 25 cm. au-dessus du sol pour les arbres conduits en buisson. Lorsque les troncs des arbres sont plus développés en hauteur, il est recommandable d'effectuer les mesures en deux endroits différents sur chaque tronc. Si l'emplacement de la greffe se traduit par une excroissance, et même dans le cas des arbres conduits en buisson, on effectue, en dehors des mesures pratiquées aux hauteurs habituelles, la détermination de la longueur de la plus petite circonférence du tronc.

γ — *Mesure de la hauteur et de l'étalement des arbres.* — La mesure de la hauteur et de l'étalement renseignent sur la vigueur et l'espace occupé par chaque arbre après un certain laps de temps. Ces évaluations sont de peu de valeur pour préciser l'accroissement annuel d'un arbre, car elles sont très affectées par la production de fruits. Ainsi, une année de récolte abondante peut correspondre à une augmentation de l'étalement et à une réduction de la hauteur de chaque arbre. En outre, ces deux caractères sont modifiés par la taille.

Pour effectuer les mesures, on se sert d'une règle légère et solide graduée en décimètres. Si l'on évalue la hauteur d'un arbre, la règle est placée verticalement contre le tronc et un opérateur monté sur une échelle dans le cas des arbres assez développés, fait la lecture avec le plus de précision possible. Lorsque l'arbre est de haute taille, sa hauteur ne peut être déterminée qu'à l'aide d'un appareil de mesure angulaire (clisimètre, etc...).

La détermination de l'étalement est faite par deux mesures effectuées à angle droit. Par exemple, si les rangs de plantes sont orientés N-S et sont plus serrés sur la ligne, HOBLYN indique que les deux mesures doivent être faites selon les axes NE — SW et NW — SE.

δ — *Évaluation de la surface moyenne d'une feuille.* — La surface de la feuille présente un intérêt indéniable quand on s'occupe de problèmes de nutrition. Pour chaque arbre, la détermination doit porter sur un certain nombre de feuilles constituant un échantillon vraiment représentatif de son feuillage.

Diverses méthodes de mesure ont été proposées pour évaluer la surface des feuilles. Sur un papier bristol bien uniforme, on étale la feuille et on découpe

très exactement son contour et on pèse le papier représentatif. Connaissant le poids du bristol à l'unité de surface, on obtient facilement la surface de la feuille, mais cette méthode est longue. On peut aussi opérer à l'aide de divers appareils dont certains sont indiqués dans la bibliographie donnée à la fin de cet article.

Ces méthodes sont peu précises lorsque le limbe des feuilles est boursoufflé. Aussi, a-t-on intérêt à rechercher s'il existe une corrélation élevée entre la surface des feuilles et leur poids exprimé en matière sèche, caractère que l'on peut déterminer rapidement si l'on dispose de moyens de dessiccation appropriés (étuves à ventilation, électriques ou diélectriques) et à employer cette mesure en remplacement de la surface foliaire.

BIBLIOGRAPHIE

- AUCHTER E. C. and SCHRADER A. LEE. — Possibilities of affecting biennial bearing of York Imperial apples in the Cumberland-Shenandah valley. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 1932, 29 : 62-70.
- BEAUMONT J. H. — An analysis of Growth and yield relationship of coffeetrees in the Kona District, Hawai. Journal of Agric. Research, 1939, 59 3 : 223-235.
- BRANAS J. et BERNON G. Contribution à l'étude des équilibres végétatifs chez la vigne. C. R. Acad. Agric. 1937 p. 322.
Sur un nouvel aspect des rapports d'équilibre végétatif chez la vigne. id. 1937, p. 560.
Analyse rationnelle des conditions générales de la production des vignobles. Annales Ec. Nat. Agric. Montpellier, 1937, 24 : 4.
- BRANAS J., BERNON G. et LEVADOUX L. Sur le déterminisme rationnel de la qualité des produits de la vigne. Ann. Ec. Nat. Agric. Montpellier, 1939, 25 : 103-122.
Les porte-greffes en viticulture, Ann. Epiphyties 1939, 54 et 461-535.
Une expérience de fumure de la vigne. Ann. Ec. Nat. Agric. Montpellier, 1939, 25 : 3 et 4 : 267-278.
Expression améliorée de la qualité des produits chez *Vitis vinifera* Linné (Aramon). Progrès agricole et viticole, Montpellier 1941.
Recherches sur la fumure de la vigne. Progrès agricole et viticole, 1942, 117 : 77, 91, 105.
Hétérogénéité agrologique et climatologique des champs d'essais viticoles. Progrès agricole et viticole, 1944, 1 : 155.
- COLLISON R. C. and HARLAN J. D. Variability and size relations in apple trees N. Y. State agr. Expt Sta. 1939. Tech. Bull. 164, 38.
- DREAN LYMAN A. — Rainfall and coffee yields in the Kona district Hawai. Jour. of Agric. Research 1939, 59 : 223-235.
- GARNER V. R. — Factors influencing the yields of Montmorency cherry orchards in Michigan Agricultural Experiment Station East Lansing, Michigan, 1936, special Bulletin N° 275.
- HEDRICK U. P. — The relation of weather to the setting of fruits with blossoming data for 866 varieties of fruit. N. Y. Sta. Agr. Expt. Sta. 1939. Bull. 299 : 59-138.
- HOBLYN T. N. — Field experiment in horticulture. Imperial bureau of fruit production. Techn. Comm. N° 2, 1937.
- HOFMANN FRED W. — Yield relationships on terminal growths in the York Imperial apples. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 1933, 30 : 229-392.
- JOLLY A. L. — Factors affecting field yields of cacao in Grenada Trop. Agric. 1942, 19 : 234-243.
The effect of age of field on cacao yields in Grenada, Compared with the Montserrat district of Trinidad. Trop. Agric., 1943, 20 : 47-50.
- OVERHOLSER E. L. OVERLEY F. L. and BARNHILL L. M. — Correlations of trunk circumference increase and length of terminal growth its yield of apples. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 1937, 35 : 263-268.
- PEARCE S. C. — The statistical interpretation of vigour measurements of fruit trees. J. Pomol. 1943, 20 : 111-115.
- POTTER GEORGE F. — Biennial bearing of Mc Intosh. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 1936, 33 : 139-141.
- SIMMONS E. M. and LUTHER SCHNUR. — Effect of stand density on mortality and growth of loblolly pine. Journ. of Agric. Research. 1937, 1 : 47-58.
- WARING J. H. The probable value of trunk circumference as an adjunct to fruit yields in interpreting apple orchard experiments. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 1920, 17 : 179-185.
- Forestry Commission Growth and Yield of conifers in Great Britain, 1928. Bull. N° 10 : 13.