DEVELOPPEMENT DU RAISIN - MISE AU POINT D'UNE METHODE PHOTOGRAPHIQUE D'ETUDE DE LA CROISSANCE

P. SAULNIER-BLACHE et M. PERESSE
Délégation technique des Etablissements NICOLAS , 11-Ribaute.

INTRODUCTION

La croissance des végétaux fait l'objet de nombreux travaux, qui utilisent les techniques d'étude les plus diverses ; la plus fréquemment utilisée de celles-ci est la mesure du poids de la plante ou de l'organe végétal considéré, que nous avons nous-même utilisée dans nos précédentes recherches sur le développement du raisin. Mais la pesée exige le prélèvement et rend par là même impossible l'étude du fruit en place. La gravité de cet inconvénient s'est imposée à nous dès qu'il a fallu aborder l'étude du développement individuel des fruits. Cela nous a conduit à abandonner la mesure du poids pour celle de la taille et à mettre au point une première méthode de mesure très simple (SAULNIER-BLACHE et BRUZEAU, 1966). Elle consistait à mesurer à intervalles réguliers la taille des baies d'une population-étalon à l'aide d'un pied-à-coulisse. Ainsi les baies étaient laissées en place sur la souche et on pouvait les étudier une par une, évitant le risque que des phénomènes essentiels soient masqués par l'asynchronie de développement de chaque individu, risque inévitable dans les études sur échantillons.

Pratiquement, cette méthode présente néanmoins l'inconvénient grave de rendre les opérations de mesure anormalement longues et fastidieuses, lorsqu'elles portent sur des populations de baies marquées assez importantes.

C'est pour y remédier que nous avons commencé à mettre au point la méthode photographique d'étude de la croissance qui est présentée dans cet article.

PRINCIPES EXPERIMENTAUX

Lorsqu'on photographie une grappe de raisin, on fixe définitivement un moment déterminé du développement des baies qui la constituent.

En répétant l'opération c'est l'évolution complète qu'on peut fixer ; la série d'images ainsi obtenue se prête aux mesures de taille aussi bien que les baies elles-mêmes, mais présente sur celles-ci l'incomparable avantage de constituer un document permanent qu'on peut consulter autant de fois qu'on le désire.

Tel est donc le principe de la méthode photographique ; il est simple, mais sa mise en œuvre, pour être correcte, impose que chaque baie soit maintenue dans une position invariable par rapport à l'appareil de prises de vues, afin que la nature des dimensions fixées sur l'image ne varie pas au cours de la période d'étude (condition d'immobilité du sujet). La réalisation pratique de cette condition sera exposée plus loin.

Selon que l'on s'intéresse ou non aux changements de coloration, les clichés peuvent être réalisés, soit sur film couleur sous forme de diapositives, soit sur film noir et blanc sous forme de simples négatifs. C'est sur une projection très agrandie de ces clichés (environ 10 fois la taille du sujet ou 100 fois la taille de l'image) qu'on procède aux mesures. Il faut donc que le grain de la pellicule soit assez fin pour autoriser un tel agrandissement ; c'est pourquoi nous utilisons, soit des pellicules couleur sans grain, soit des films noir et blanc à grain imperceptible comme l'**Eastmann** positif.

Mais il faut aussi, ou bien que le coefficient d'agrandissement reste parfaitement constant pendant toute la période d'étude, ou bien qu'on puisse le déterminer sur la projection de chaque image. La première façon de procéder (**agrandissement constant**) implique une distance de prise de vue et une distance de projection fixées une fois pour toutes. La deuxième (**agrandissement mesuré**) autorise des variations de ces deux distances, mais implique qu'un étalon de longueur soit photographié et mesuré en même temps que le sujet. Les mesures rapportées dans le présent article ont été obtenues par agrandissement mesuré, mais nous verrons plus loin que l'analyse des résultats obtenus indique que c'est l'autre méthode qu'il faudra dorénavant préférer.

Un dernier choix reste à faire au moment de l'éxécution des mesures ; c'est, pour chaque baie, celui de la dimension qui sera utilisée.

Les baies présentent deux dimensions principales mesurables :

— **La longueur :** prise de la base du pédoncule à la pointe de la baie. Cette longueur est très facilement repérable, et, à priori, semble permettre d'effectuer les mesures les plus justes. Mais le choix de cette



Fig. 1 - Mode de fixation des grappes

dimension exige de la part de la baie une position de profil et une fixité absolument parfaite tout au long de la période d'observation.

— **Le diamètre** : toutes les baies permettent le choix de cette dimension et l'on remarquera, lors de la présentation des résultats, que la majorité des baies étudiées l'ont été grâce aux mesures des diamètres.

MATERIEL EXPERIMENTAL

En 1966, l'expérimentation a été faite sur une parcelle de Cinsault, dans laquelle 10 souches ont été prises au hasard, et, sur chacune d'elles, une grappe a été choisie et photographiée pendant une période de 10 jours, du 5 au 15 août, période correspondant à la véraison. Les prises de vue ont été effectuées 4 fois par jour à 5, 10, 15 et 20 heures. Parallèlement aux prises de vue, il a été effectué l'enregistrement de mesures météorologiques telles que la température et l'hygrométrie.

— **La fixation des grappes** : La grappe est bien séparée du reste de la souche par sa fixation sur un cadre métallique de 4 mm d'épaisseur, dont les dimensions intérieures sont 21 × 16 centimètres (fig. 1). L'axe principal de la grappe est fixé à l'aide d'une ou deux attaches-ruban en papier à un fil de fer cranté de 2,5 millimètres de diamètre matérialisant la médiatrice du cadre.

— **La fixation des baies** : A 5 millimètres du bord intérieur du cadre, sont percés des trous de 3 millimètres de diamètre espacés de 15 millimètres et faisant ainsi le tour du cadre. Ces trous permettent de fixer des agrafes servant à tendre des bracelets de caoutchouc qui enserrent les pédoncules des baies que l'on désire immobiliser. Cependant, il faut signaler que ce système de fixation présente un risque : celui d'un serrage trop intense et d'un étranglement du pédoncule entraînant le dessèchement de la baie.

— **Le coefficient d'agrandissement variable** est déterminé sur chaque image grâce à des règles d'ajusteur soudés sur trois côtés du cadre. Sur la projection, il suffit de mesurer la largeur sous laquelle apparaissent, par exemple, 10 centimètres de règle pour connaître le coefficient d'agrandissement.

— **L'appareil photographique** utilisé est le LEICA M2 équipé d'une chambre reflex à miroir VISOFLEX II surmonté d'une loupe d'examen à image redressée ayant un coefficient de prolongation de 4x. Cet ensemble

est prolongé d'un dispositif de mise au point à soufflet II qui est lui-même terminé par une tête d'objectif ELMAR de 65 millimètres. Ce matériel est fabriqué par Ernst LEITZ G.M.B.H. WETZLAR (Allemagne).

— **Les photographies sont prises au flash** afin d'avoir pour toutes les séries une luminosité constante. Le flash utilisé est le BRAUN Hobby Automatic EF3 dont voici les caractéristiques moyennes :

— durée efficace de l'éclair : un millième de seconde,

— température de couleur identique à celle de la lumière du jour moyenne.

— cadence des éclairs : 9 secondes,

— total de 80 éclairs pour une charge de la batterie.

— **Le film utilisé** est le KODACHROME II, film de 35 millimètres couleur, en bobines de 36 vues; sa sensibilité est de ASA 25-15 DIN. L'ouverture du diaphragme choisie lors de la prise de vue est 22 avec le flash à pleine puissance ; la distance approximative de la lampe et de l'objectif à la grappe de raisin étant de 0,80 mètre.

— **L'appareil de projection** utilisé est un FAIRY, muni d'un objectif Angénieux à focale variable de 80 à 125 millimètres. Les diapositives sont projetées sur un écran ALTUGLAS de 3 millimètres d'épaisseur et de 2 mètres de long sur 1,40 de haut ; écran qui permet de faire les mesures en se plaçant au dos de l'écran, face à l'appareil de projection.

— **Les mesures sont faites** à travers une feuille de papier millimétré.

RESULTATS ET DISCUSSION

Pour l'instant, les résultats obtenus seront surtout utilisés pour juger la valeur de la méthode de mesure que nous proposons. A cet effet :

— nous présenterons d'abord une évaluation de l'erreur systématique et nous discuterons le rôle joué dans cette erreur par le coefficient d'agrandissement.

— nous discuterons ensuite la possibilité d'un effet du système de fixation sur la physiologie des baies.

— enfin, nous examinerons la cohérence des résultats obtenus avec l'hypithèse présentée dans un précédent travail (SAULNIER-BLACHE et BRUZEAU, 1966), selon laquelle toute population de grains de raisin est en réalité formée de deux sous-populations, l'une de grosses baies précoces, l'autre de petites baies tardives.

Nous tenterons ensuite d'anticiper quelque peu sur les recherches ultérieures en examinant :

— la cohérence des résultats obtenus avec l'hypothèse que la véraison est précédée par une période critique pendant laquelle la baie est très sensible aux influences extérieures, en particulier à l'état hygrométrique de l'air.

— les possibilités que nous offre la méthode photographique pour étudier les changements de coloration des baies et des sarments.

Etude de l'erreur systématique :

Cette erreur a été évaluée en répétant à deux reprises les mesures de 100 baies.

En voici la distribution :

Erreur en 1/10 mm	5	4	3	2	1	0	--1	--2	--3	--4	--5	--6	--7	Total
Fréquence	3	0	3	9	12	35	18	12	3	1			1	100

95 % des erreurs sont comprises dans l'intervalle

$$e = \pm 1{,}742 \times 1{,}960 = 3{,}410$$

Il apparaît donc que la méthode employée introduit une erreur systématique comprise entre 3 et 4 dixièmes de millimètres, ce qui est trop important pour le but que nous nous proposons.

Cette erreur est la résultante :

1° de l'erreur commise en mesurant la taille de la baie sur la projection de son image photographique.

2° de l'erreur commise dans la détermination du coefficient d'agrandissement.

Cela apparaît nettement sur le tableau I qui concerne la baie n° 15 de la grappe n° 1.

TABLEAU I

Décomposition des erreurs de mesure commises sur la baie n° 15 de la grappe n° 1

Date		Taille de la baie $T = \frac{M}{A}$ (en cm)			Taille M de la baie agrandie (en cm)			Mesure du coefficient d'agrandissement A		
		1ère mesure	2ème mesure	erreur en ‰	1ère mesure	2ème mesure	erreur en ‰	1ère mesure	2ème mesure	erreur en ‰
5/8	5 h	1,413	1,413	0	8,2	8,2	0	5,80	5,80	0
	10 h	1.433	1.433	0	8,6	8,6	0	6,00	6,00	0
	15 h	1,413	1.421	5	8,2	8,1	12	5,80	5,70	17
	20 h	1,435	1,406	20	8,4	8,3	12	5,85	5,90	8
9/8	5 h	1.508	1,491	11	8,6	8,5	11	5,70	5,70	0
	10 h	1.517	1,517	0	8,8	8,8	0	5,80	5,80	0
10/8	10 h	1.547	1,530	11	8,9	8,8	11	5,75	5,75	0
12/8	5 h	1,566	1,593	17	9,4	9,4	0	6,00	5,90	17
15/8	5 h	1,654	1,669	9	9,1	9,1	0	5,50	5,45	9
	10 h	1.633	1,682	29	8,9	9,0	11	5,45	5,35	18
	15 h	1.657	1,692	20	8,7	8,8	11	5,25	5,20	9
	20 h	1,666	1,681	8	9,5	9,5	0	5,70	5,65	8

Nous pouvons constater d'après ce tableau, que l'erreur de mesure proprement dite est du même ordre de grandeur que l'erreur due à la détermination du coefficient d'agrandissement.

Il apparaît donc souhaitable, pour l'avenir, de supprimer la mesure d'un coefficient d'agrandissement variable en opérant les prises de vue et les projections à distance constante.

Effet du système de fixation sur la physiologie des baies.

Dans le paragraphe consacré à la description du matériel expérimental, nous avons déjà signalé les craintes que nous a inspiré le système de fixation des baies. Nous avons en effet constaté dans les premiers jours de l'expérimentation le flétrissement de quelques-unes des baies maintenues en place par un bracelet de caoutchouc. Pour le vérifier, nous avons comparé le déroulement de la véraison dans les baies attachées et dans les baies libres de cinq grappes (tableau II).

TABLEAU II

Déroulement comparé de la véraison dans les baies libres et attachées

	Nombre de baies attachées	Nombre de baies libres	Nombre de baies attachées vérées	%	Nombre de baies libres vérées	%
grappe 1	8	20	1	12,5	9	45
grappe 2	12	23	4	33	17	74
grappe 3	15	22	12	80	21	95,5
grappe 4	15	10	9	60	8	80
grappe 5	8	23	7	87,5	18	78

Pour les grappes 3, 4 et 5, nous ne constatons aucun effet néfaste du système de fixation; les pourcentages de véraison sont à peu près égaux. Pour les grappes 1 et 2 nous pouvons noter une meilleure véraison des baies libres. Toutefois, nous ne pouvons attribuer cette différence au système de fixation lui-même, mais plutôt à la façon dont nous l'avons utilisé. En effet, les grappes 1 et 2 ont été les premières grappes mises

en place et, dans un souci d'obtenir une fixation efficace nous avons exagéré le serrage des bracelets de caoutchouc.

En fait, l'observation des nombreuses baies libres qui figuraient sur les clichés nous a montré que la fixation des baies n'avait pas l'importance que nous lui attribuions au départ et que, pourvu que l'axe de la grappe soit maintenu en place, la position des baies ne variait pas au point d'introduire une erreur significative dans les mesures.

Cohérence des résultats obtenus avec l'hypothèse de la subdivision en deux sous-populations de grosses baies précoces et de petites baies tardives d'une population de grains de raisins.

Dans un article précédent (SAULNIER-BLACHE et BRUZEAU, 1966), nous avions formulé l'hypothèse que toute population de grains de raisin est formée de deux sous-populations, l'une de grosses baies précoces, l'autre de petites baies tardives; cette répartition n'est pas due au hasard, mais correspond à un mécanisme physiologique précis, lié aux auxines produites par les pépins.

Or, il est intéressant de noter la parfaite cohérence de cette hypothèse avec les résultats obtenus lors de la présente expérimentation.

Si nous examinons en effet, dans les 97 baies observées, la distribution de la taille avant véraison et le nombre de grains qui ont effectivement véré dans le temps de l'expérimentation (tableau III) on constate :

TABLEAU III

Distribution et véraison des 87 baies observées

Taille en mm	16	15	14	13	12	11	10	9	3
Nombre de baies	6	14	24	18	8	4	6	4	3
Nombre de baies vérées	4	12	14	11	5	1	1	0	0

1° que la distribution des tailles paraît bimodale, avec deux maxima de fréquence qui correspondent respectivement aux baies mesurant 10 et 14 millimètres;

2° que 65 % des baies qui mesurent de 12 à 16 millimètres ont véré pendant le temps de l'expérimentation et 14 % seulement des baies qui mesurent de 9 à 11 millimètres.

Cohérence des résultats obtenus avec l'hypothèse que la véraison est précédée par une période critique pendant laquelle la baie est très sensible aux influences extérieures, en particulier à l'état hygrométrique de l'air.

Variations journalières de l'hygrométrie enregistrées :

DATE	5 h	10 h	15 h	20 h
15/9/66	85	60	61	68
5/9/66	80	65	63	72

Les différentes variations journalières de taille ont été classées de façon suivante :

1° **indifférente,** les variations sont inférieures à l'écart significatif.

2° **compatible,** l'allure des variations est compatible avec l'hypothèse proposée.

3° **incompatible,** l'allure des variations est incompatible avec l'hypothèse proposée.

Rappelons que, d'après les calculs de l'erreur systématique, il ressort qu'un écart de trois dixièmes de millimètre n'est pas significatif et qu'un écart de quatre dixièmes de millimètre est significatif.

Il y a deux explications possibles de l'incompatibilité avec l'hypothèse :

a) le mouvement de croissance masque la variation journalière.

b) l'hypothèse est fausse.

La classe 3 sera donc partagée en :

3a) incompatibilité par croissance. L'allure des variations est compatible avec l'hypothèse d'une croissance qui masque la variation journalière.

3b) incompatibilité totale.

Le résultat de ce classement pour toutes les baies de la population expérimentale qui ont fait l'objet d'une mesure transversale figure sur le tableau IV.

TABLEAU IV

Cohérence des variations journalières observées avec l'hypothèse d'une sensibilité particulière de la baie de raisin aux variations de l'état hygrométrique de l'air.

Variations	Baies vertes		Baies en cours de véraison		Baies vérées	
1) indifférentes	61	56 %	10	47 %	22	66 %
2) compatibles	19	17 %	1	4 %	1	3 %
3a) incompatibles par croissance	10	9 %	9	42 %	3	9 %
3b) totalement incompatibles	19	17 %	1	4 %	7	21 %
	109	100	21	100	33	100

En examinant ce tableau, on remarque :

— en 3a, que le pourcentage des incompatibles par croissance augmente considérablement pendant la véraison ce qui est normal.

— en 2, que le pourcentage des compatibles est beaucoup plus élevé dans les baies vertes, ce qui est cohérent avec l'hypothèse.

— en 1, que le pourcentage des variations indifférentes diminue pendant la véraison. Les variations dues à la croissance sont plus marquées que les variations journalières et ont, de ce fait, plus de chances de dépasser le seuil de signification.

— et que le pourcentage des variations indifférentes est plus élevé dans les baies vérées que dans les baies vertes, ce qui est cohérent avec l'hypothèse que la reprise de croissance due à la véraison marque la fin de la phase critique signalée plus haut.

Examinons enfin les possibilités que nous offre la méthode photographique pour étudier les changements de coloration des baies et des sarments.

Changement de coloration des baies au cours de la véraison.

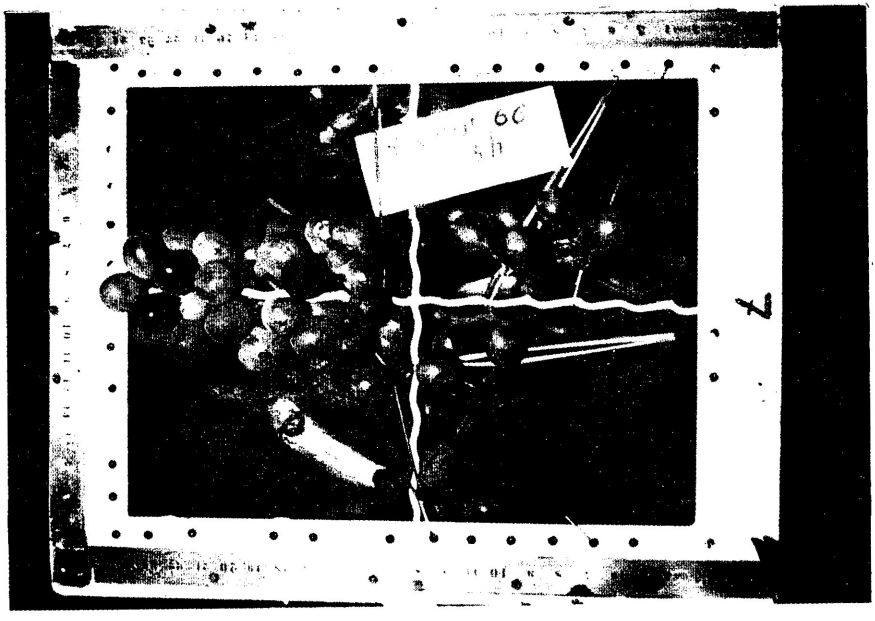
L'utilisation du film couleur a permis d'obtenir de bons résultats en ce qui concerne l'observation du changement de coloration des baies (fig. 2). La teinte dite « grise » est très facilement repérable et le principe des quatre prises de vue quotidienne nous a permis de constater la rapidité avec laquelle l'apparition de la coloration peut parfois se faire. Pour quelques baies, nous avons pu observer qu'étant vertes le matin à 5 heures, elles prenaient la teinte « grise » à 10 heures et 15 heures. et que la teinte rouge était apparue le soir à 20 heures.

Cette méthode doit donc permettre d'obtenir avec une très grande précision la durée de la véraison et la façon dont elle s'est déroulée (tableau V). Dans le cas présent, le pourcentage de baies vérées au 15 août, démontre que l'expérimentation a été arrêtée à la mi-véraison; le but n'était d'ailleurs pas de suivre la véraison jusqu'à la fin, mais de juger de la validité de la méthode photographique.

TABLEAU V

Pourcentage de baies à différents stades de coloration pendant l'expérimentation.

Date		Pourcentage de baies vertes	Pourcentage de baies grises	Pourcentage de baies rouges
5/9	5 h	94	5	1
	10 h	94	4	2
	15 h	94	3	3
	20 h	89	8	3
9/9	5 h	72	17	11
10/9	10 h	67	10	23
12/9	5 h	54	15	31
15/9	5 h	49	7	44
	10 h	49	7	44
	15 h	48	6	46
	20 h	48	5	47



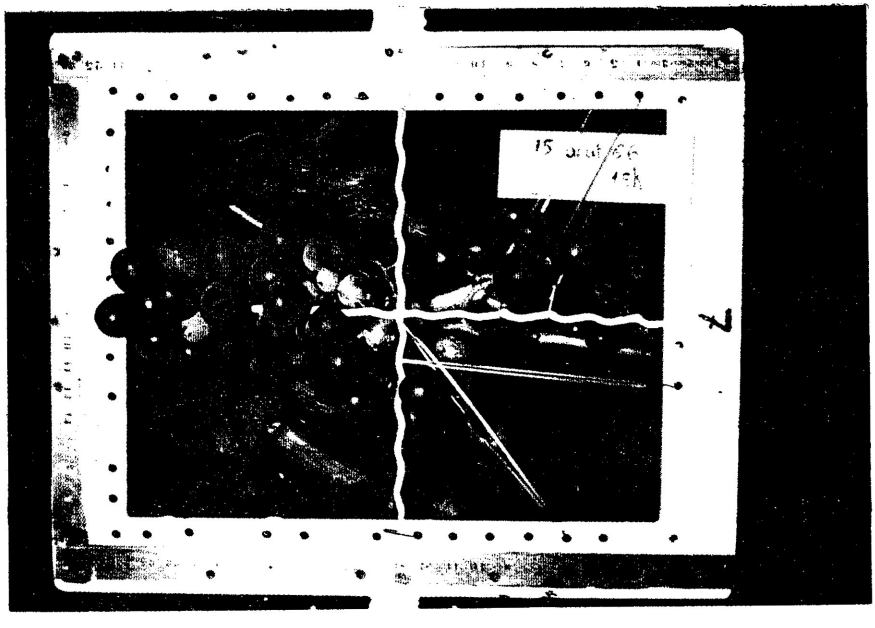


Fig. 2 - Changement de coloration des baies et des sarments

Changement de coloration des sarments au cours de l'aoûtement. Corrélation avec le changement de couleur des baies.

Nous n'avons fait que constater, sur les photographies obtenues, la simultanéité qui semble exister entre l'aoûtement des sarments et la véraison.

La plupart des sarments visibles ont commencé à prendre la teinte brune le 10 août; date à laquelle environ 15 % des baies étaient vérées (fig. 2). Ce point fera l'objet de recherches particulières lors de la prochaine expérimentation, et il sera intéressant de rechercher l'existence d'une corrélation entre l'apparition de la couleur brune d'un sarment et le changement de couleur des baies de la grappe qu'il porte.

CONCLUSION

Les données que nous avons obtenues lors de la présente expérimentation sont nettement insuffisantes pour permettre une étude approfondie de la croissance du raisin. Cependant, nous avons pu constater la cohérence des résultats obtenus avec l'hypothèse de la subdivision d'une population de grains de raisin en deux sous-populations de grosses baies précoces et de petites baies tardives; nous avons également pu entrevoir l'influence de l'état hygrométrique de l'air pendant la période critique que subit la baie juste avant la véraison; et surtout, c'était là le but essentiel, nous avons pu tester et mettre au point la méthode de mesure photographique. Les enseignements à retirer concernent surtout la diminution de l'erreur systématique ce qui sera obtenu en effectuant les prises de vue à distance fixe. Ils concernent également le système de fixation des grains qui, considéré au départ comme indispensable, s'est révélé à l'usage plutôt secondaire. Enfin, de nouvelles possibilités de recherches nous sont ouvertes par l'utilisation du film couleur et l'observation du changement de coloration du sarment au cours de l'aoûtement.

Grâce à cette mise au point, l'expérimentation prochaine devrait nous permettre, en utilisant la méthode de mesure photographique, de rechercher l'origine des variations journalières de taille des baies de raisin et de réunir les éléments nécessaires à une analyse factorielle de la croissance pendant la maturation.