

Laboratoire d'Oenologie, Faculté des Sciences, Reims
Groupement Champenois d'Exploitation Viticole, Epernay
Laboratoire d'Oenologie, Faculté des Sciences, Dijon, France

Étude de la maturation de cépages champenois — Modèles de prévision de la date de vendange

par

A. MAUJEAN¹), O. BRUN²), G. VESSELLE²), G. BUREAU¹), J. M. BOUCHER¹), M. COUSIN¹) et
M. FEUILLAT³)

Investigations on grapevine maturation in the Champagne region: Method of forecasting the harvesting date

S u m m a r y . — An analytic investigation on the maturation of grape berries in the Champagne region was carried out on 3 cultivars over 4 years. The results enable us to offer a model for estimating harvesting dates and to foresee the vintage quality as far as sugar is concerned.

Introduction

Parallèlement à une étude de la microflore levurienne (1), une étude analytique de la maturation des trois principaux cépages champenois a été envisagée depuis 1977.

A notre connaissance, aucune approche de ce type n'avait été précédemment abordée en Champagne. Or, il est bien établi en Champagne que la connaissance exacte de l'état de la maturité de la vendange est d'une importance oenologique majeure au niveau de la conduite du pressurage fractionné (cuvée, 1^{ère} et 2^{ème} tailles) de la vendange. En outre et d'un point de vue général et fondamental, l'examen de la littérature montre que l'étude de la maturité de la baie de raisin n'a été que relativement peu envisagée (2—9).

Nous proposons ici de décrire les principaux résultats d'analyses physicochimiques acquis depuis 4 ans et d'en dégager les premiers modèles de prévision pour une date idéale de vendange et de l'état de sa maturité.

Matériel et méthodes

Parcelles expérimentales

Les trois cépages étudiés (*Pinot Noir*, *Pinot Meunier* et *Chardonnay*) sont situés dans la même localité (Bouzy). La superficie totale des trois parcelles contiguës est de 2,167 ha avec la répartition suivante:

Chardonnay	: 1,17 ha	Date de plantation 1964
Pinot Noir	: 0,70 ha	Date de plantation 1964
Pinot Meunier	: 0,297 ha	Date de plantation 1960.

¹) Laboratoire d'Oenologie, Faculté des Sciences, B.P. 347, 51062 Reims Cédex, France.

²) Groupement Champenois d'Exploitation Viticole, 11, Avenue de Champagne, 51200 Epernay, France.

³) Laboratoire d'Oenologie, Faculté des Sciences, 21000 Dijon, France.

C'est bien sûr pour éliminer les paramètres extérieurs (géologie, microclimat) que ces trois parcelles ont été retenues. Qui plus est, nous disposons sur place d'une station météorologique.

En outre, une étude de maturité du Chardonnay à Avize a aussi été envisagée car elle correspond, comme nous le verrons pour ce cépage à son milieu de prédilection: «La Côte des Blancs».

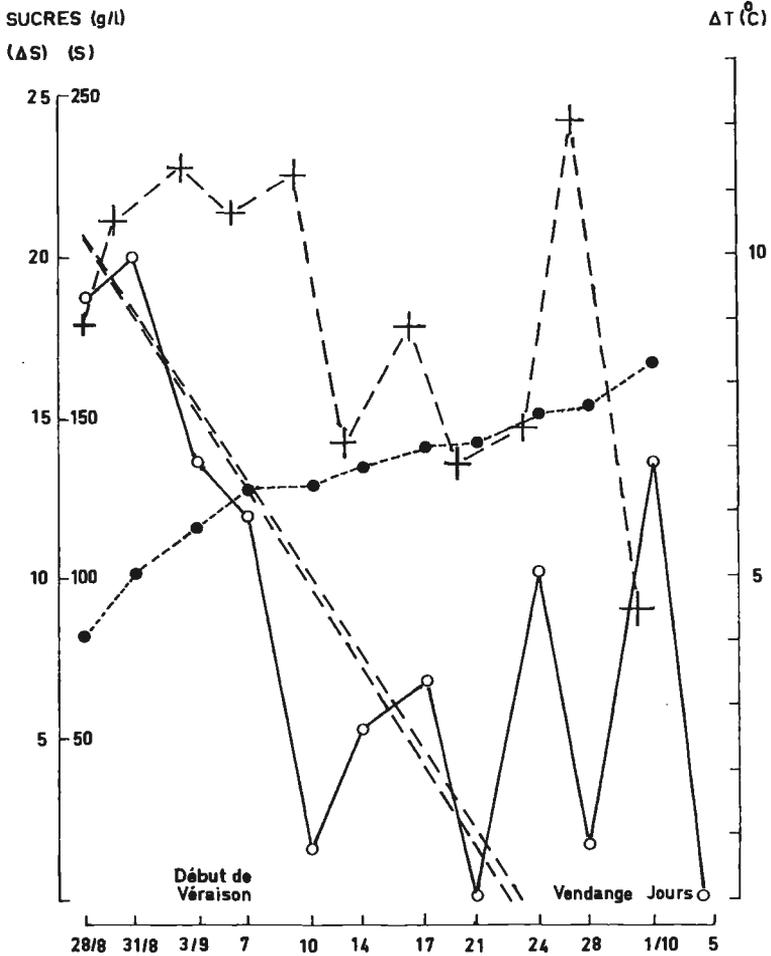


Fig. 1: Pinot Noir, Bouzy (1981).

- ● --- Accumulation totale des sucres (S).
Total accumulation of sugars (S).
- ○ — Accumulations relatives des sucres (ΔS).
Relative accumulations of sugars (ΔS).
- - + - - ΔT °C de la veille du prélèvement.
ΔT °C on the day before sampling.
- - - - - Droites de régression à l'issue des 3ème et 4ème prélèvements.
Regression lines after the 3rd and 4th samplings.

Techniques de prélèvement

Les prélèvements sont effectués deux fois par semaine sur une période de 2 mois centrée autour de la date probable des vendanges. Un dernier prélèvement est effectué la 1^{ère} semaine du mois de novembre.

On prélève 2 kg de raisins par parcelle et par fragments de grappe de 4–5 grains en opérant au hasard, en haut, en bas, à l'intérieur, à l'extérieur du feuillage et de la grappe.

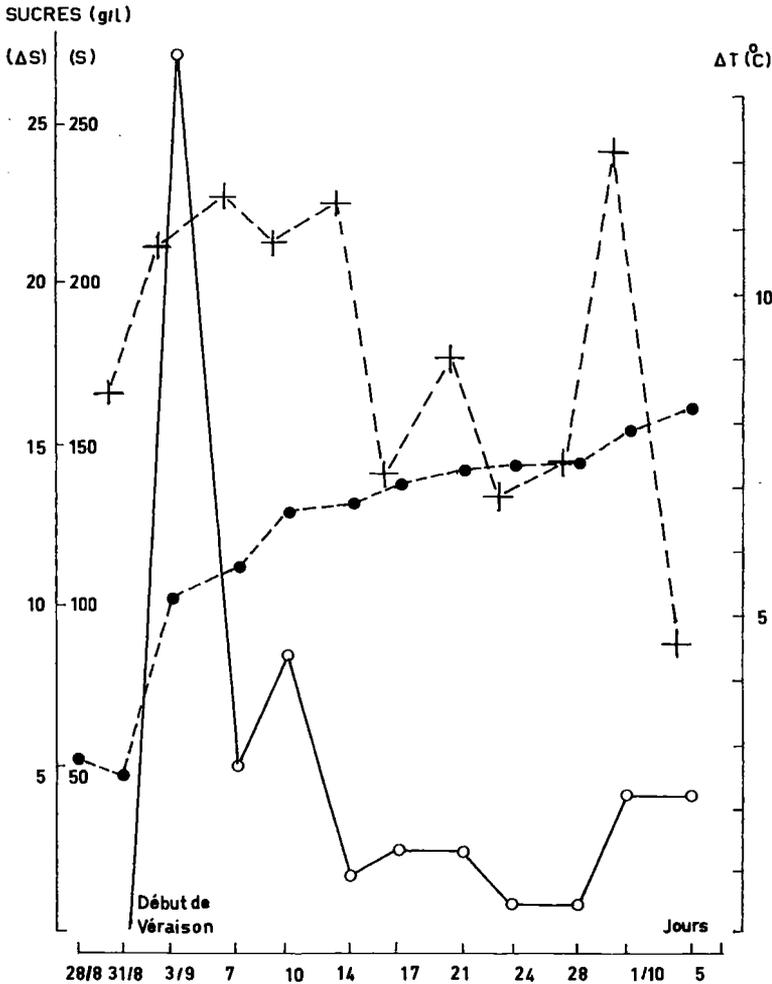


Fig. 2.: Pinot Meunier, Bouzy (1981).

- ● --- Accumulation totale des sucres (S).
Total accumulations of sugars (S).
- ○ — Accumulations relatives des sucres (ΔS).
Relative accumulations of sugars (ΔS).
- - - + - - ΔT °C de la veille du prélèvement.
ΔT °C on the day before sampling.

Traitements des échantillons

Sur les 2 kg de raisins prélevés on retire au hasard 250 grains coupés à ras du pédicelle afin de déterminer: le poids de 100 grains; le poids maximum des grains; le poids minimum des grains; l'indice de coloration; l'indice de pourriture.

Ces constantes physiques étant mesurées, on extrait par pressurage des 2 kg, sous azote, le volume de moût correspondant à la cuvée soit 1025 ml.

Le jus recueilli est dégazé par bullage à l'azote puis fractionné dans trois flacons rincés à l'azote pour apprécier les éventuels effets du mode de conservation (congélation, ajout d'acide salicylique (1 g/l) et moût frais).

Les analyses suivantes sont ensuite effectuées: acide tartrique (méthode KLINGPEYNAUD), acide malique (dosage enzymatique), acidité totale, sucres (dosage de Fehling et réfractométrie).

Résultats

1. Évolution des sucres à partir de la véraison

Le profil d'évolution des sucres avec le degré d'avancement de la maturité est comparable d'une année à l'autre et quel que soit le cépage (Fig. 1 et 2).

Tableau 1
Délais d'annulation de l'accumulation des sucres par rapport à la date de véraison
Delay in the total sugar accumulation in relation to the date of veraison

Année	Lieu et cépage	Date de véraison	Dates du «point zéro»	Date de vendange
1978	Pinot Noir	14/09	05/10 (21 d)	11/10
	Bouzy Pinot Meunier	14/09	05/10 (21 d)	11/10
	Chardonnay	18/09	05/10 (17 d)	11/10
	Avize Chardonnay	18/09	09/10 (21 d)	11/10
1979	Pinot Noir	06/09	24/09 (18 d)	05/10
	Bouzy Pinot Meunier	03/09	27/09 (24 d)	05/10
	Chardonnay	13/09	04/10 (21 d)	05/10
	Avize Chardonnay	03/09	27/09 (24 d)	05/10
1980	Pinot Noir	22/09	13/10 (21 d)	09/10
	Bouzy Pinot Meunier	22/09	09/10 (17 d)	09/10
	Chardonnay	22/09	13/10 (25 d)	09/10
	Avize Chardonnay	22/09	13/10 (21 d)	09/10
1981	Pinot Noir	03/09	24/09 (21 d)	28/09
	Bouzy Pinot Meunier	03/09	24/09 (21 d)	28/09
	Chardonnay	03/09	24/09 (21 d)	28/09
	Avize Chardonnay	31/08	21/09 (20 d)	28/09

On observe classiquement deux phases bien distinctes à savoir: une phase de forte accumulation à partir des premières indices de la véraison (80 g/l en moyenne en 15 d) à laquelle succède une phase de relative stagnation (15 g/l en 15 d). On peut parfois assister à une nouvelle augmentation des sucres mais par surmaturation, c'est-à-dire par évapotranspiration.

Le tracé des courbes des variations de concentrations des sucres (ΔS = apport de sucres entre deux prélèvements consécutifs) permet d'observer bien sûr encore les deux phases principales mais avec une information supplémentaire. En effet, on observe une fluctuation en «dents de scie» qui témoigne d'une certaine rythmicité dans le phénomène d'accumulation des sucres (Fig. 1 et 2).

La phase de repos qui suit chaque accumulation pourrait correspondre à un rééquilibrage de la pression osmotique. On observe que les phases d'accumulation successives, sont d'amplitude de plus en plus faible au fur et à mesure que l'on s'avance vers la maturité.

L'amplitude des accumulations apparaît aussi spécifique de chaque cépage, ainsi le Pinot Meunier, connu pour sa précocité, peut subir en 3 d une augmentation de sucres de 54 g/l.

Tableau 2

Influence de l'amplitude de températures sur l'accumulation journalière des sucres
Influence of the temperature amplitudes on the daily sugar accumulation

	Dates							
	Chardonnay, Avize				Pinot Meunier, Bouzy			
	05/09	15/09	19/09	05/10	14/09	25/09	01/10	07/10
ΔT (°C)	17,8	7,1	15,3	1,2	8,4	3,3	9,8	2,1
ΔS (g/l)	18,7	4,4	17,0	0	20,0	7,0	18,5	0

L'examen de ces mêmes courbes montre, en outre, que pour les 4 ans d'études, quel que soit le cépage, on assiste toujours sensiblement, 3 semaines après le début de la véraison, à une annulation de l'accumulation des sucres (Tableau 1) que nous appelons «point zéro».

L'intérêt de ce minimum de l'accumulation des sucres peut être double: correspond-il à la maturité physiologique de la baie? est-il un repère simple pour une date de prévision de la vendange?

2. Influence des facteurs météorologiques

a) Relation accumulation des sucres en fonction des températures et des amplitudes de températures

Les Fig. 1 et 2 montrent, que la plus grande accumulation des sucres de la baie se situe dans les jours qui suivent le début de véraison. On remarque que c'est précisément pendant cette période que l'on observe les températures maxima les plus élevées.

Les représentations: différence de la concentration en sucres (ΔS) entre deux prélèvements consécutifs et des amplitudes de températures (ΔT) de la veille du prélèvement au cours de l'avancement de la maturation (Fig. 1 et 2) permettent aussi de cons-

tater un parallélisme assez étroit entre les profils, au demeurant très perturbés de ces courbes, en particulier, dans la période suivant le début de véraison.

Ce parallélisme est confirmé de manière statistique en traçant la droite de régression (et ce pour les 4 années d'études) à partir des prélèvements situés entre le début de véraison et le «point zéro» de l'accumulation des sucres. En effet, nous obtenons, en particulier pour le cépage Chardonnay d'Avize, où les amplitudes de température varient de 1,9 °C à 19,1 °C, une droite établie sur 4 ans, de coefficient de corrélation (degré de liaison entre ΔS et ΔT) de valeur significative puisque de pente égale à 0,72. Il apparaît donc que ce sont plus les amplitudes de températures, que les températures maxima, qui sont déterminantes pour l'accumulation des sucres dans la période qui suit le début de la véraison (cf. Tableau 2).

L'interprétation de la relation entre ΔS et ΔT est peut-être à envisager en termes de perméabilité membranaire des cellules de la baie et par là même de rééquilibrage plus rapide de pression osmotique sous l'effet de plus fortes amplitudes de température. Nous nous proposons d'apporter ultérieurement une réponse définitive dans le cadre d'une étude cytophysiologique de la baie de raisin.

b) Influence simultanée des températures et de l'ensoleillement

Si l'on considère la quantité d'énergie reçue par la vigne, sous forme de produit ($W = \Sigma$ températures maximales $\times \Sigma$ heures d'insolation), nous constatons que, cette quantité entre le 1^{er} juillet et le «point zéro d'accumulation des sucres», est sensiblement constante pour un cépage donné d'une année à l'autre, le facteur température compensant le temps d'ensoleillement.

Les résultats consignés dans le Tableau 3 et relatifs au cépage Chardonnay de Bouzy et Avize illustrent bien ces propos.

Tableau 3

Valeurs du produit: Σ heures d'insolation $\times \Sigma$ températures maximales entre le 1^{er} juillet et le «point zéro»

Values of the product: Σ hours of insolation $\times \Sigma$ maximum temperatures between July 1st and "zero point"

Année	Avize	Bouzy
1978	1184.035	1096.304
1979	1139.607	1168.588
1980	1276.822	1152.472
1981	974.137	953.847
Moyenne	1143.500	1092.803

c) Influence des précipitations

En Champagne et par opposition à d'autres vignobles, comme le Bordelais, la vigne n'est que très peu sensible à l'influence des précipitations, l'explication en revient à la nature crayeuse du sol, d'humidité sensiblement constante.

Cette indépendance de l'accumulation des sucres, vis-à-vis des précipitations se retrouve d'ailleurs aussi avec l'évolution de l'acide tartrique.

3. Modèle de prévision de la date de vendange

a) A partir de l'évolution des sucres

L'accumulation des sucres est définie en très grande partie dans les jours suivant la véraison et ceci en particulier par le facteur amplitude des températures.

Cette constatation nous a incités à tracer les droites de régression à l'issue de chaque prélèvement, le premier tracé se faisant évidemment à l'issue du troisième prélèvement.

Tableau 4
Prévion d'une date de vendange à partir des sucres — Année 1981
Forecasting a harvesting-date — Season 1981

Nombre de prélèvement	Date du dernier prélèvement	Prévion des vendanges pour chaque cépage				Moyenne
		Chardonnay Avize	Pinot Noir Bouzy	Chardonnay Bouzy	Pinot Meunier Bouzy	
3	07/09	01/10	26/09	—	11/09	23/09
4	10/09	26/09	26/09	18/10	13/09	28/09
5	14/09	01/10	17/09	20/10	29/09	24/09
6	17/09	08/10	20/09	20/09	25/09	26/09
7	21/09	25/09	24/09	24/09	26/09	25/09
8	24/09	28/09	24/09	25/09	26/09	26/09

Tableau 5
Prévion d'une date de vendange à partir des sucres
Forecasting a harvesting date through sugars

Année	Date de la prévion	Cépage	Prévion	Date officielle des vendanges
1978	21/09	Pinot Noir et Meunier, Bouzy Chardonnay, Avize	07/10	09 et 11/10
	25/09	Chardonnay, Bouzy Pinot Noir, Bouzy Chardonnay, Avize	08/10	
1979	27/09	Chardonnay, Bouzy Pinot Noir, Bouzy Chardonnay, Avize	06/10	05/10
1980	22/09	Pinot Noir et Meunier, Bouzy	09/10	09/10
	25/09	Pinot Noir et Meunier, Bouzy	02/10	09/10
	29/09	Chardonnay, Bouzy et Avize	09/10	09/10
1981	14/09	Pinot Noir et Meunier, Bouzy Chardonnay, Bouzy et Avize	24/09	28/09

Le temps est porté en abscisses et les accumulations entre chaque prélèvement en ordonnées. A l'aide d'une machine à calculer programmable nous obtenons la droite de régression d'équation: $y = ax + b$.

Exemples :

Dates	Abcisses	Ordonnées
1 ^{er} prélèvement: 31 août	$x_1 = 1$	$y_1 = 18,7$
2 ^{ème} prélèvement: 3 septembre	$x_2 = 4$	$y_2 = 20$
3 ^{ème} prélèvement: 7 septembre	$x_3 = 8$	$y_3 = 13,6$

ce qui conduit à l'équation de la droite: $y = 20,79 - 0,775 x$.

L'extrapolation avec l'axe temps donne $x_0 = 26,8$, ce qui correspond dans le cas précis au 27 septembre. A l'issue de chaque prélèvement, nous traçons une nouvelle droite et ainsi de suite, jusqu'au point zéro où $\Delta S = 0$.

Selon ce modèle, les résultats rassemblés dans le Tableau 4 ont été obtenus.

L'examen des dates moyennes en comparaison avec la date officielle de vendange (le 28 septembre) permet de penser que nous possédons un premier modèle de prévision de la date de vendange, dont l'intérêt oenologique et économique n'est pas douteux.

ACIDE MALIQUE (g/l)

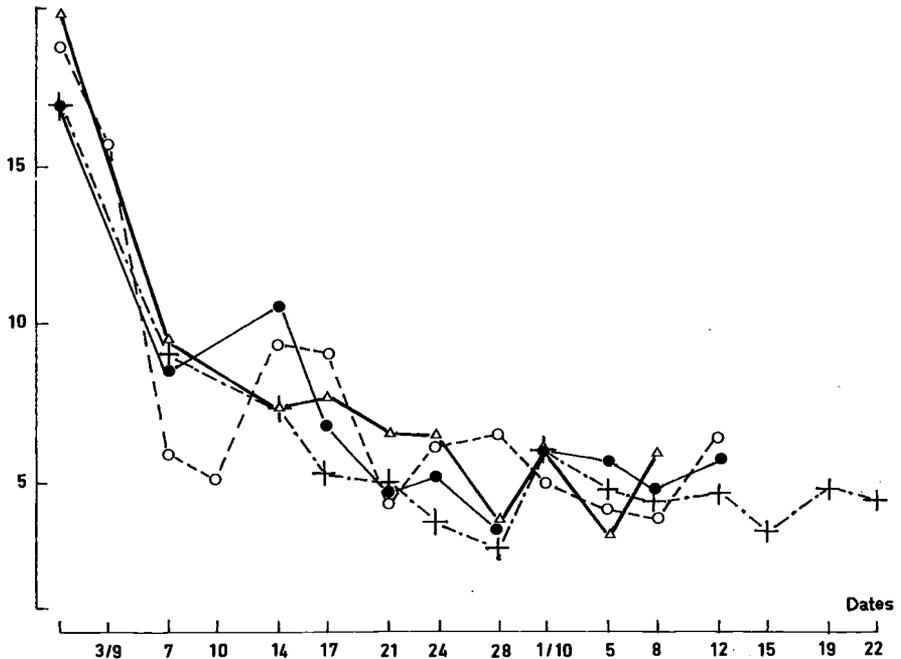


Fig. 3: Evolution de l'acide malique pour les 3 cépages.
Evolution of malic acid for the 3 cultivars.

—●—	Pinot Noir, Bouzy.
---○---	Chardonnay, Bouzy.
-·-+·-	Chardonnay, Avize.
—△—	Pinot Meunier, Bouzy.

Nous avons vérifié que ce modèle de préviation, dont un exemple est donné Fig. 1, est valable pour les 4 années d'études quel que soit le cépage et son lieu (Avize et Bouzy) (Tableau 5).

Par ce résultat encourageant, nous avons cherché à affiner le modèle de préviation, à partir de l'évolution de l'acidité au cours de la maturation.

b) Evolution de l'acidité de la baie de raisin au cours de la maturation

On observe traditionnellement, en termes de composition de l'acidité totale, des années à «acide malique» et des années à «acide tartrique». En fait, nous constatons que l'évolution de l'acidité totale du verjus au cours de la maturation, tout comme la variabilité de sa composition d'une année à l'autre, est due presque exclusivement à l'acide malique libre ⁴⁾. Ce comportement s'explique par deux facteurs essentiels, d'une part l'humidité constante du sol champenois, d'autre part les températures maxima relativement peu élevées de par la position septentrionale de la Champagne. En effet, par ces

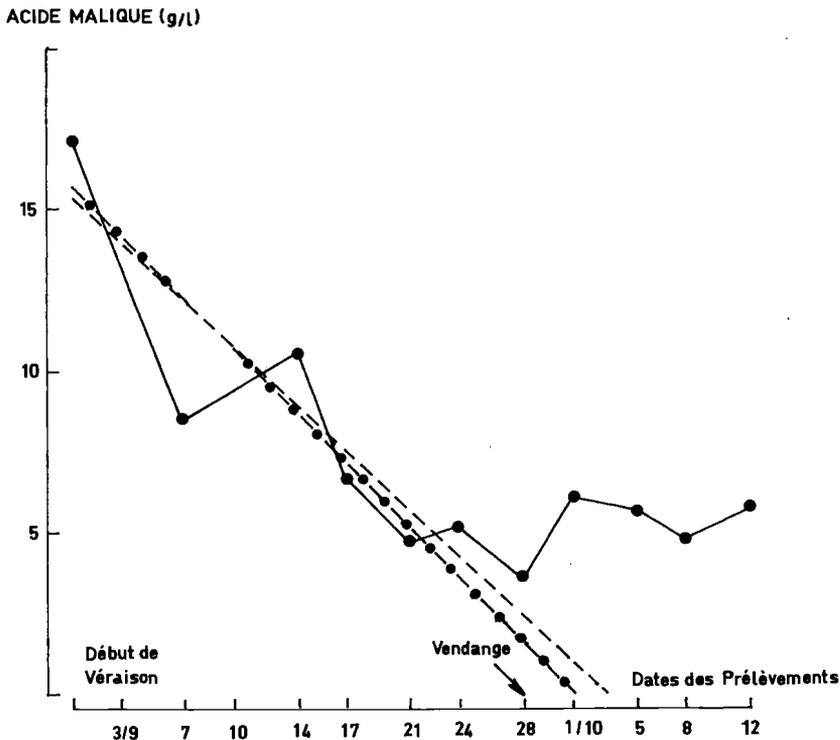


Fig. 4: Pinot Noir, Bouzy.

- Droite de régression à l'issue du 3ème prélèvement (14/09).
Regression line at the end of the 3rd sampling (14/09).
- — ● — ● Droite de régression à l'issue du 4ème prélèvement (17/09).
Regression line at the end of the 4th sampling (17/09).

⁴⁾ Nous décrirons prochainement des résultats relatifs aux formes dérivées de l'acide malique non dosables directement par la méthode enzymatique.

Tableau 6
Prévision de la date de vendange 1981 à partir de l'acide malique
Forecasting the 1981 harvesting date through malic acid

Date de prévision	Prévision des vendanges			
	Chardonnay Avize	Pinot Noir Bouzy	Chardonnay Bouzy	Pinot Meunier Bouzy
14/09	23/09	03/10	23/09	20/09
17/09	24/09	01/10	01/10	25/09
21/09	27/09	30/09	30/09	28/09
24/09	02/10	02/10	04/10	04/10

Tableau 7
Prévision d'une date de vendange à partir des sucres et de l'acide malique
Forecasting a harvesting date through sugar and malic acid

Année	Date de prévision	À partir des sucres	À partir de l'acide malique libre	Prévision après combinaison	Date officielle de la vendange
1979	20/09	26/09	10/10	04/10	05/10
1980	18/09	16/10	10/10	13/10	09/10
1981	14/09	26/09	25/09	26/09	28/09

deux facteurs, l'acide tartrique est d'une constance remarquable au cours de la maturation. A l'opposé, l'acide malique subit de très grandes fluctuations au cours de la maturation de la baie et, en particulier, dans les jours suivant le début de la véraison alors qu'une phase de sensible stagnation se met ensuite en place (Fig. 3).

Comme pour les sucres, nous nous sommes attachés à préciser selon quel mode et sous l'influence de quels facteurs climatiques, évolue l'acide malique libre en Champagne.

Il est connu que la combustion de l'acide malique s'effectue au mieux lorsque la température de la baie avoisine 30 °C.

Or, les températures maxima les plus proches de 30 °C se situent précisément dans la période suivant le début de véraison. Cette observation est en accord avec les résultats de WEJNAR (9) qui n'envisage une combustion de l'acide malique libre qu'à des températures extérieures dépassant 25 °C. Cet auteur conclut, en outre, que la teneur en acide malique libre peut être approximativement évaluée d'avance, d'après le nombre de jours d'été à température supérieure à 25 °C.

L'ensemble de ces données nous a amenés à déterminer les droites de régression de l'acide malique libre en vue d'une date de prévision de la vendange.

Comme pour les sucres, nous avons tracé les droites de régression à l'issue de chaque prélèvement et à partir du troisième.

Il apparaît d'ailleurs au stade de cette étude que la plus grande partie de l'information se situe au niveau des prélèvements les plus proches des premiers indices de coloration de la baie. Qui plus est, la prévision d'une date de vendange n'a tout son intérêt que dans la mesure bien sûr où elle est déterminée le plus tôt possible.

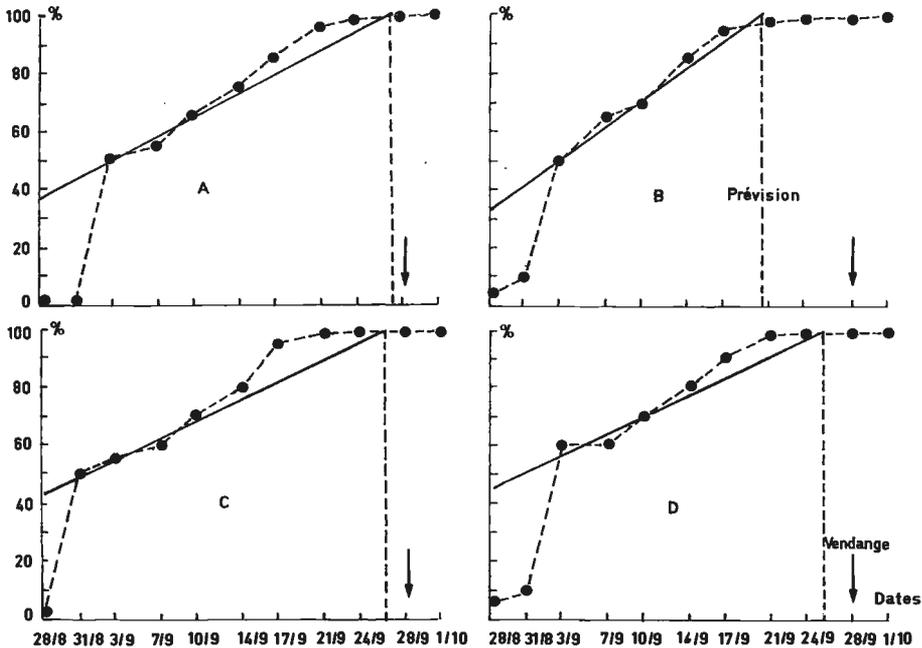


Fig. 5: Prédiction de la date de vendange à partir de l'indice de coloration (vendange 1981). Droites de régression à l'issue des 3ème (A, B) et 4ème prélèvements (C, D).

Forecasting the date of harvesting from the coloration index (1981 harvest). Regression lines after the 3rd (A, B) and the 4th (C, D) sampling.

A (Chardonnay, Bouzy)	: $y = 2,09 x + 35,41$.
B (Pinot Noir, Bouzy)	: $y = 2,90 x + 33,58$.
C (Chardonnay, Avize)	: $y = 1,89 x + 43,57$.
D (Pinot Meunier, Bouzy)	: $y = 1,92 x + 45,38$.

Selon la technique mathématique décrite pour les sucres, nous obtenons un faisceau de droites dont l'intersection avec l'axe des temps donne une date probable de la vendange. Un exemple est donné (Fig. 4).

L'examen du Tableau 6 montre que pour les vendanges 1981 et pour les trois cépages, la droite de régression à l'issue du troisième prélèvement effectué le 14 septembre prévoit une date moyenne de vendange le **v e n d r e d i 25 septembre**. La date officielle a été le **lundi 28 septembre**.

En 1980, le prélèvement du 18 septembre et l'utilisation de ce modèle de prévision conduisent à la prévision d'une date de vendange le **10 octobre**. La date officielle a été le **9 octobre**.

4. Prédiction des vendanges à partir de l'évolution des apports de sucres et de l'acide malique libre

La combinaison des résultats relatifs à l'accumulation des sucres et la dégradation de l'acide malique libre doit conduire à une prévision de date de vendange plus affinée.

Les résultats des 3 dernières années sont rassemblés dans le Tableau 7; ils montrent que la conjugaison des deux types de droites de régression permet d'accroître la

Tableau 8
Prévision d'une date de vendange à partir du pourcentage d'indice de coloration
Forecasting a harvesting date through the percentage of the coloration-index

Année	Date de prévision	Date officielle	Cépages
1981	10/09: 27/09	28/09	Pinot Noir, Pinot Meunier et Chardonnay
1980	22/09: 08/10	09/10	Pinot Noir, Pinot Meunier et Chardonnay
1979	24/09: 05/10	05/10	Pinot Noir et Pinot Meunier
1978	14/09: 14/10	09/10 11/10	Pinot Noir et Pinot Meunier

Tableau 9
Estimation de la teneur en sucres de la vendange 1981 selon la date de prévision
Estimating the amount of sugars in the 1981 harvest according to the forecasting date

Cépage	Date de prélèvement	Estimation pour une vendange au	Teneur effective au	Différence
Chardonnay, Avize	07/09	01/10: 185,5 g/l	01/10: 166,8 g/l	18,7 g/l
	10/09	26/09: 154,7 g/l	28/09: 156,4 g/l	1,7 g/l
Chardonnay, Bouzy	10/09	20/09: 132,6 g/l	21/09: 132,6 g/l	0
Pinot Noir, Bouzy	07/09	27/09: 140,5 g/l	24/09: 141,1 g/l	0,6 g/l
Pinot Meunier, Bouzy.	14/09	29/09: 158,0 g/l	28/09: 146,2 g/l	11,8 g/l
			01/10: 157,7 g/l	0,3 g/l

validité du modèle, pour une prévision de date de vendange que nous estimons à trois semaines.

5. Prévision des vendanges à partir de l'évolution de l'indice de coloration

Le principe consiste à tracer dans le système orthonormé x, y , les droites de régression de l'indice de coloration à l'issue de chaque prélèvement, au-delà de 50 % de coloration: x est la date, y l'indice de coloration exprimé en pourcentage. La prévision de la date de vendange s'obtient par extrapolation de la droite pour 100 % d'indice de coloration. Cette méthode, qui ne requiert ni prélèvement, ni dosage, se caractérise donc par sa commodité et son caractère peu onéreux. Un exemple de cette technique simple et rapide, mise en place pour la première fois au cours des vendanges 1981, est donné (Fig. 5). Appliquée aux années précédentes, cette technique conduit aux résultats suivants (Tableau 8).

Cette méthode de préviation apparaît donc digne d'intérêt. La seule restriction à faire concerne les cépages blancs où la détermination de l'indice de coloration présente une certaine part d'incertitude que l'on peut d'ailleurs réduire par un comptage plus important et fréquent.

6. Préviation de la teneur en sucres du moût à la vendange

Le principe consiste à considérer l'aire définie par la droite de régression de date de préviation de vendange et les axes x , y . La surface exprimée en cm^2 du triangle correspondant est divisée par 2. Cette opération correspond le mieux à notre point de vue à la rythmicité observée de l'accumulation des sucres, à savoir une phase d'accumulation suivie d'une phase de repos de la baie.

Ainsi, selon cette démarche, prenons par exemple le Pinot Noir de Bouzy (Fig. 1). La droite de régression correspondant au troisième prélèvement du 7 septembre, coupe l'axe des ΔS à la valeur 20,8 et l'axe des abscisses à 13,5 soit la surface

$$= \frac{20,8 \times 13,5}{2} = 140,4 \text{ cm}^2.$$

La teneur effective en sucres à la vendange a été de 141,1 g/l. Le Tableau 9 résume les estimations de l'état de la vendange 1981 en terme de sucres accumulés pour les trois cépages.

En pratique, les résultats de préviation seront transmis au Comité Interprofessionnel du vin de Champagne et à l'Institut Régional des Appellations d'origine qui décident de la date officielle des vendanges.

Conclusion

Les premiers résultats présentement décrits d'analyse physicochimique des moûts champenois au cours de la maturation permettent:

1. — de préciser le mode d'accumulation des sucres dans la baie ainsi que l'incidence des facteurs climatologiques sur la maturation. Il apparaît notamment qu'en Champagne, le facteur température est prépondérant;

2. — l'évolution de l'acidité totale du verjus est liée essentiellement à la combustion de l'acide malique libre, ce qui est un phénomène généralement observé dans les régions viticoles septentrionales.

3. — les droites de régression de l'accumulation des sucres et de l'acide malique libre tracées à partir des prélèvements proches des premiers indices de coloration permettent de prévoir une date et un état de maturité de la vendange 15 d à 3 semaines à l'avance;

4. — la droite de régression de l'évolution de l'indice de coloration au cours de la maturité pourrait être aussi un moyen simple, rapide et peu onéreux d'une préviation de la date de vendange.

Résumé

Une étude analytique de la maturation de la baie de raisin en Champagne est envisagée sur 4 ans et 3 cépages.

Les résultats permettent de proposer un modèle de préviation d'une date de vendange ainsi qu'une estimation de la qualité de la vendange en ce qui concerne les sucres.

Bibliographie

1. BUREAU, G., BRUN, O., VIGUES, A., MAUJEAN, A., VESSELLE, G. et FEILLAT, M., 1982: Etude d'une microflore levurienne champenoise. *Connaiss. Vigne Vin* **16**, 15—32.
2. HALE, C. R., 1962: Synthesis of organic acids in the fruit of the grape. *Nature* **195**, 917—918.
3. HARDY, P. J., 1968: Metabolism of sugars and organic acids in immature grape berries. *Plant Physiol.* **43**, 224—228.
4. KLIEWER, W. M., 1964: Influence of environment on metabolism of organic acids and carbohydrates in *Vitis vinifera*. I. Temperature. *Plant Physiol.* **39**, 869—880.
5. — — and SCHULTZ, H. B., 1964: Influence of environment on metabolism of organic acids and carbohydrates in *Vitis vinifera*. II. Light. *Amer. J. Enol. Viticult.* **15**, 119—129.
6. MARTEAU, M. G., 1955: Evolution de la teneur en glucides solubles dans divers organes de la vigne au cours de la maturation des raisins. *C. R. Acad. Agric.* **41**, 189—198.
7. PUCHEU-PLANTE, B. et SEGUIN, G., 1981: Influence des facteurs naturels sur la maturation et la sur-maturation du raisin dans le Sauternais en 1978 et 1979. *Connaiss. Vigne Vin* **15**, 143—160.
8. RIBEREAU-GAYON, G., 1968: Etude des mécanismes de synthèse et de transformation de l'acide malique, de l'acide tartrique et de l'acide citrique chez *Vitis vinifera*. *Phytochemistry* **7**, 1471—1482.
9. WEJNAR, P., 1974: Untersuchungen über den Äpfel- und Weinsäuregehalt reifer Weinbeeren in Abhängigkeit von klimatischen Faktoren. *Mitt. Klosterneuburg* **24**, 123—128.

Eingegangen am 13. 12. 1982

A. MAUJEAN
Professeur
Laboratoire d'Oenologie
Faculté des Sciences
B. P. 347
51062 Reims Cédex
France