

**COMPORTEMENT DU CÉPAGE CABERNET FRANC
DANS DIFFÉRENTS TERROIRS DU VAL DE LOIRE.
INCIDENCE DE LA PRÉCOCITÉ SUR LA COMPOSITION
DE LA VENDANGE EN ANNÉE CLIMATIQUE NORMALE
(EXEMPLE DE 1988)**

**BEHAVIOUR OF THE CABERNET FRANC GRAPEVINE VARIETY
IN VARIOUS « TERROIRS » OF THE LOIRE VALLEY.
INFLUENCE OF THE PRECOCITY ON THE COMPOSITION
OF THE HARVESTED GRAPES FOR A NORMAL CLIMATIC YEAR
(EXAMPLE OF THE YEAR 1988)**

G. BARBEAU¹, R. MORLAT, C. ASSELIN, A. JACQUET et C. PINARD

Unité de Recherches sur la Vigne et le Vin (URVV), Centre INRA,
42 Georges Morel, 49071 Beaucouzé Cedex (France)

Résumé : Dans le cadre d'un programme de recherches sur les terroirs viticoles, un réseau de 21 parcelles de Cabernet Franc a été établi en Val de Loire en 1978. Onze parcelles de ce réseau ont bénéficié, en 1988, d'un suivi intensif concernant les stades phénologiques, la croissance et le développement de l'appareil végétatif et les paramètres de la maturation. Avec le recul, cette année-là peut être considérée comme représentative de la moyenne des quinze derniers millésimes. Les résultats font apparaître des écarts importants entre terroirs quant à la précocité des stades phénologiques, la croissance des rameaux, la mise en place de la surface foliaire, la vigueur et la productivité des souches. Ces différences se retrouvent durant la maturation et au moment de la vendange, et concernent les sucres, les acides organiques, les anthocyanes et même les polyphénols. L'analyse permet de distinguer deux groupes de facteurs qui déterminent le comportement de la vigne dans son terroir. Le premier groupe concerne la précocité du cycle de la vigne ; il influe sur la qualité de la vendange. Le second concerne la vigueur ; il est lié à l'acidité de la vendange et à la productivité des ceps. Le niveau de développement de la surface foliaire primaire au moment de la floraison semble important pour la qualité de la vendange, et ce, d'autant plus que la floraison est précoce.

Abstract : In the framework of a research programme on the "terroirs" in viticulture, a red of experimental plots was established in the Loire Valley area in 1978 with the Cabernet Franc variety. In 1988, eleven of those plots were given an intensive follow-up, with special emphasis on the phenological stages, the growth and development of the vegetative apparatus and the composition of the grapes at harvest time. After a few years, we can consider that 1988 was an average year for the last fifteen vintages, both on the climatic side and on the wine quality side. Therefore it seems to be justified to use the data of that particular year to study the "terroir" effect on the composition of the grapes. The results show important differences between "terroirs" in terms of precocity of the phenological stages, stems growth, setting of the leaf area, vigour and productivity of the plants. These differences are found also during the maturity process and at harvest time ; sugars, organic acids, anthocyanins and polyphenols are concerned. An index for measuring the precocity of the grapevine cycle on each "terroir" is used to compare the "terroirs" and to establish relationships with the composition of the grapes at harvest time. Through the analysis of the data, it is possible to distinguish two groups of factors which determine the behaviour of grapevine in a given "terroir". The first one is related to the precocity of the cycle of the plant ; it influences the quality of the grapes at harvest time. The second is related to the vigour ; it is linked to the productivity of the plants and the acidity of the must. The level of development of the primary leaf area at flowering time seems to play an important role in relation with the composition of the grapes in sugars, organic acids and anthocyanins ; the earlier the flowering, the better the relationship.

Mots-clés : vigne, terroir, Val de Loire, précocité, qualité de la vendange

Key words : grapevine, « terroir », Loire Valley, precocity, quality of harvested grapes

INTRODUCTION

Depuis 1978, le centre INRA d'Angers étudie la vigne dans son milieu naturel, dans le cadre d'un travail pluridisciplinaire. Pendant 15 ans, 21 parcelles plantées en Cabernet Franc dans la moyenne vallée de la Loire ont constitué un réseau expérimental dont le principal objectif était l'étude de l'importance et du déterminisme de l'effet "terroir". Les résultats obtenus depuis 1980 (MORLAT et SALETTE, 1982 ; ASSELIN *et al.*, 1986 ; MORLAT et ASSELIN, 1987, MORLAT, 1989) ont permis de caractériser les différents terroirs à partir du sous-sol géologique, du profil pédologique et du climat local (mésoclimat), et d'introduire la notion de séquence éco-géo-pédologique. Par la suite, la méthode a été affinée et a abouti à la notion d'Unité Terroir de Base (MORLAT et ASSELIN, 1991). Les vendanges issues des parcelles expérimentales sont mini-vinifiées. La caractérisation sensorielle des vins a permis de dégager une typicité du produit liée à un terroir. Le déterminisme de l'effet terroir a ensuite été abordé.

L'année 1988 a donné lieu à un suivi très régulier du fonctionnement de la vigne dans les différentes parcelles d'essai (PINARD, 1988). Elle a été prise comme année de référence pour la période 1981-1995 ; en effet, avec le recul, il ressort qu'elle est peu différente de la moyenne sur les plans climatique (tableau I) et vitivinicole (figure 1). Il est donc raisonnable d'étudier, cette année-là, l'effet terroir sur le comportement de la vigne et la qualité de la vendange. Par ailleurs, les mesures effectuées en 1988 permettent des comparaisons avec des mesures partielles réalisées à l'occasion d'autres campagnes, et donc d'intégrer des résultats sur une plus grande période.

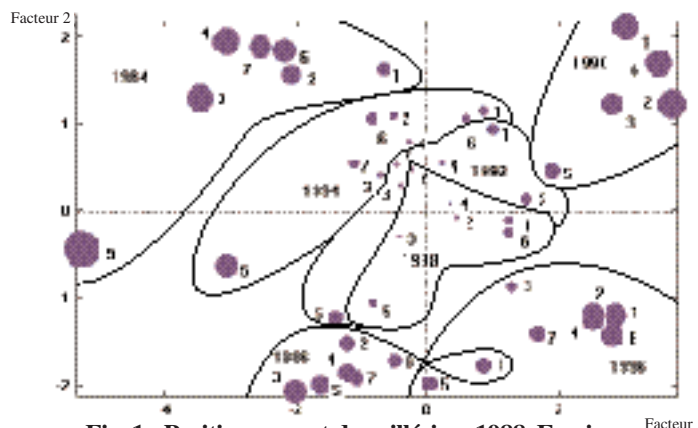


Fig. 1 - Positionnement du millésime 1988. Essais terroirs Cabernet franc en moyenne vallée de la Loire : plan factoriel représentant la position de 7 terroirs (notés de 1 à 7) sur 7 millésimes (1984, 1986, 1988, 1990, 1993, 1994, 1996), en considérant 8 variables.

Fig. 1 - Position of the 1988 vintage. Experiments on Cabernet franc "terroirs" in the mid-Loire Valley : factorial plan showing the distribution of 7 "terroirs" (numbered from 1 to 7) for 7 vintages (1984, 1986, 1988, 1990, 1993, 1994, 1996), by considering 8 variables.

Terroirs : 1 : 1CHA - 2 : 1DAM - 3 : 1TUR - 4 : 2EL - 5 : 2ING - 6 : 3EL - 7 : 4EL
 Variables : Précocité de floraison / Precocity of flowering
 Précocité de véraison / Precocity of veraison
 Sucres / Sugars
 Acidité titrable / Titratable acidity
 Acide malique / Malic acid
 Anthocyanes / Anthocyanins
 Poids de bois de taille / Weight of pruned wood
 Poids de récolte par cep / Weight of grapes per plant
 Axe 1 : explique 48,09 % de la variation [sucres, anthocyanes, précocité de floraison (+) ; acidité titrable, acide malique (-)]
 Axis 1 : explains 48.09 % of total variation [sugars, anthocyanins, precocity of flowering (+) ; titratable acidity, malic acid (-)]
 Axe 2 : explique 20,24 % de la variation totale [indice de précocité de véraison, poids de bois de taille (+) ; poids de grappes par cep (-)]
 Axis 2 : explains 20.24 % of total variation [precocity of veraison, weight of pruned wood (+) ; weight of grapes per plant (-)]

TABLEAU I

Comparaison de l'année climatique 1988 par rapport à la moyenne 1981-1995. Station météorologique de Montreuil-Bellay, Val de Loire.

Table I - Comparison of the climatic year 1988 with the average of the period 1981-1995. Meteorological station of Montreuil-Bellay, Loire Valley.

	Température (°C)		Pluviométrie (mm)		Ensoleillement (heures)	
	Année 1988	Moyenne 81-95	Année 1988	Moyenne 81-95	Année 1988	Moyenne 81-95
Janvier	8,2	5,2	95,7	47,3	81	80
Février	6,7	5,5	59,8	48,1	134	106
Mars	8,6	8,5	64,8	40,8	106	159
Avril	11,8	10,5	56,9	49,6	192	197
Mai	15,4	14,3	35,5	52,1	212	239
Juin	17,8	17,4	25,4	39,6	267	258
Juillet	17,7	20,1	75,7	44,0	272	276
Août	19,3	19,8	12,3	37,3	284	262
Septembre	16,8	16,8	31,5	49,5	171	191
Octobre	14,0	13,0	28,8	58,4	136	134
Novembre	7,3	8,3	42,3	50,0	130	96
Décembre	7,6	6,1	17,3	54,0	42	65
moyenne/total	12,6	12,1	546,0	570,7	2026	2062

MATÉRIEL ET MÉTHODES

I - LE RÉSEAU MULTILOCAL DE PARCELLES EXPÉRIMENTALES

Les parcelles expérimentales sont situées dans différentes appellations d'origine contrôlée (A.O.C.) de la moyenne vallée de la Loire (Bourgueil, Chinon, Saumur-Champigny), sous un même mésoclimat. Ce vignoble septentrional atlantique est caractérisé sur la période 1981-1995 par une faible pluviométrie (570 mm), des températures moyennes annuelles de 12°C, un ensoleillement de 1 420 heures d'avril à septembre (tableau I) et des vents dominants Sud-Ouest et Est.

La région fait partie de la bordure Sud-Ouest du Bassin parisien ; on y trouve des terrains sédimentaires de la fin de l'ère secondaire et début de l'ère tertiaire, avec ça et là des placages quaternaires (MORLAT, 1989). La description des Unités Terroir de Base (UTB) sur lesquelles sont implantées les parcelles figure au tableau II. Elles couvrent une grande partie de la gamme des terroirs présente dans cette région.

Les parcelles expérimentales sont constituées de 100 cepcs répartis sur 5 rangs choisis au sein de vignes

en production appartenant à des viticulteurs privés. Le cépage Cabernet Franc issu de sélection massale à faible variabilité y est greffé sur SO4. Les parcelles ont été sélectionnées et sont conduites de manière à introduire le moins de sources de variation possible :

- âge moyen des parcelles : 15 ans en 1988,
- orientation des rangs : approximativement Nord-Sud,
- densité de plantation : 5000 cepcs par ha,
- conduite : taille Guyot mixte effectuée à la même date, palissage plan vertical 3 fils,
- sol désherbé chimiquement,
- fertilisation chimique adaptée à la richesse de chaque sol,
- protection phytosanitaire par les propriétaires en fonction des avertissements agricoles,
- vendanges effectuées à une même date choisie à partir des cinétiques de maturation.

TABLEAU II

Caractérisation des parcelles étudiées (d'après MORLAT, 1989)

Table II - Characterisation of the studied plots (from MORLAT, 1989)

1DAM	Sol brun calcaire peu argilisé de 60 à 80 cm d'épaisseur sur craie sablo-glaucconieuse et micacée du Turonien moyen
1POY	Sol brun calcique argilisé de 70 à 95 cm d'épaisseur sur craie sablo-glaucconieuse et micacée du Turonien moyen
2EL	Sables argileux en place du Sénonien ; sol brun complexe faiblement lessivé à horizons sableux de 65 à 70 cm d'épaisseur en continuité avec des horizons plus profonds enrichis en argile
3EL	Sables argileux en place du Sénonien ; sol brun complexe avec horizons supérieurs colluviaux, sableux de 70 à 90 cm d'épaisseur recouvrant un horizon sablo-argileux de 50 cm d'épaisseur
2ING	Colluvions sableuses sénoniennes sur argiles sableuses d'altération du Turonien supérieur (nappe perchée à -80 cm en période humide)
1GAR	Colluvions sableuses sénoniennes de 110 à 130 cm d'épaisseur sur horizons argilisés dérivant de la craie du Turonien moyen
4EL	Argiles sableuses du Sénonien en place ; sol lessivé à caractère hydromorphe (nappe perchée en période humide)
1VAU	Limons et argiles à silex du Sénonien en place ; sol lessivé à pseudo-gley de sub-surface (nappe perchée en période humide)
1CHA	Sols bruns sablo-caillouteux sur grès et poudingues des buttes de l'Eocène continental. Réserves hydriques faibles à moyennes
1FON	Alluvions gravelo-sableuses de la basse terrasse de la Loire, à faibles réserves hydriques et forte compaction.
1TUR	Sols bruns lessivés à forte teneur en eau sur limons d'apport d'origine éolienne. Présence à -70 cm d'un cordon caillouteux cimenté par des oxydes de fer

Onze parcelles ont fait l'objet d'un suivi méthodique en 1988. Sur chacune d'entre elles, sauf indication contraire, les notations et mesures ont été effectuées sur 24 souches réparties en 8 séries de 3 distribuées de façon aléatoire.

II - SUIVI PHÉNOLOGIQUE

Le débourrement a été noté visuellement, en suivant les stades repères définis par BAGGIOLINI (1952). Les notes (A = bourgeon d'hiver... H = boutons floraux séparés) ont été transformées en chiffres (A=1... H = 8). La floraison (stade I) a été notée de la façon suivante: 1 = < à 10 p. cent de boutons fleuris ; 2 = 10 à 30 p. cent ; 3 = 30 à 50 p. cent ; 4 = 50 à 80 p. cent ; 5 = > à 80 p. cent. La véraison a été notée de 1 à 5 suivant le même principe. Les dates de débourrement, de mi-floraison et de mi-véraison pour chaque parcelle ont été calculées comme celles correspondant à la note 3 sur la moyenne des 24 souches.

III - MESURES DE CROISSANCE ET DE PRODUCTION

Le bois de taille a été pesé en début d'année 1988 et après la campagne de mesures. La croissance des rameaux a été mesurée, chaque semaine, au mètre à ruban sur un rameau tuteuré par cep, issu du 3^{ème} ou 4^{ème} œil de la baguette, à raison de 10 ceps par parcelle, pendant tout le cycle végétatif. Ces rameaux n'ont pas été taillés.

La surface foliaire a été déterminée à l'aide d'un planimètre portable Li-3000 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, États-Unis) avec une marge d'erreur de 3,2 p. cent, sauf pour la mesure du 26 mai qui s'est faite en utilisant la méthode de CARBONNEAU (1976a) avec une marge d'erreur de 6,5 p. cent. Les 5 premières semaines de mesures ont permis de suivre la mise en place de la surface foliaire primaire, jusqu'au premier rognage au-dessus du rang, juste avant floraison. Les 4 suivantes ont concerné la mise en place de la surface foliaire secondaire jusqu'au premier rognage latéral qui se situe approximativement au stade fermeture de la grappe. En fin de cycle, une dernière mesure a permis de déterminer la surface foliaire finale sur vignes rognées horizontalement et latéralement. Des mesures de Surface Foliaire Exposée potentielle (SFE_p) effectuées au cours d'aturs campagnes ont montré que le rognage est plus ou moins intense selon que l'expression végétative de la vigne est plus ou moins forte. L'échantillonnage des feuilles sur chaque rameau a tenu compte à la fois du découpage de celui-ci en trois zones (basale, médiane et supérieure) et du rythme ternaire d'accroissement de la surface lié à l'existence de trois hélices foliaires chez la vigne (CARBONNEAU, 1976b).

IV - SUIVIS DE MATURATION DU RAISIN ET VENDANGE

Des suivis de maturation du raisin ont eu lieu de façon hebdomadaire à partir de la véraison et jusqu'à la vendange. Ils ont concerné l'évolution des sucres, des acides organiques, des anthocyanes et des polyphénols totaux. Au moment de la vendange, le nombre de grappes et le poids de récolte par souche ont été relevés. Les raisins récoltés ont fait l'objet de mini-vinifications au laboratoire. Les vins ont été évalués par un panel de dégustateurs (l'étude des vins fait l'objet d'une autre publication).

V - TRAITEMENT DES DONNÉES

Les résultats des notations, mesures et analyses ont fait l'objet d'analyses de variance et de corrélations (Logiciel STATITCF, ITCF France). Les comparaisons entre parcelles ont été abordées par le test de Newman-Keuls (N.K.) au seuil de 5 p. cent. Le logiciel SPAD 3 N (CISIA, France) a servi à établir les comparaisons entre millésimes (figure 1) et les relations entre variables pour l'année 1988 (figure 6).

RÉSULTATS

I - STADES PHÉNOLOGIQUES

1) Débourrement

Le débourrement est la première des observations phénologiques du cycle végétatif de la vigne. En 1988, les notations de débourrement ont commencé fin mars. Le stade C (pointe verte, note 3) est apparu le 14 avril sur les parcelles les plus précoces. Les notations moyennes aux différentes dates figurent au tableau III.

L'analyse permet de mettre en évidence des groupes de précocité différents : un groupe de parcelles précoces (3EL, 1CHA, 1DAM, 1POY, 1GAR), un groupe de tardives (4EL, 1VAU) et très tardives (2ING), un groupe à débourrement intermédiaire (2EL, 1TUR, 1FON). L'écart maximum est de 5 jours.

2) Floraison

La floraison a eu lieu du 8 au 25 juin. Les notations effectuées les 13, 16 et 20 juin permettent de situer à 1/2 jour près la mi-floraison pour chaque parcelle. Là aussi des groupes homogènes de précocité se dégagent (tableau III). Ils correspondent à ceux du débourrement, avec parfois une inversion de l'ordre des parcelles au sein des groupes. On peut constater que la différence acquise au débourrement se maintient à la floraison. Il y a un écart de 6 jours entre la plus précoce

et la plus tardive. Il convient de signaler que la mi-floraison moyenne des 11 parcelles a lieu à la même date que celle du cépage Cabernet Franc au Domaine expérimental INRA de Montreuil-Bellay sur la période 1981-1995.

3) Véraison

La mi-véraison moyenne des parcelles a eu lieu le 1^{er} septembre, soit 3 jours plus tard que la référence citée ci-dessus. Les groupes homogènes quant à la précocité de la véraison suivent assez bien ceux du débourrement et de la floraison (tableau III). Certaines parcelles rattrapent le retard qu'elles avaient pris au débourrement et/ou à la floraison (2 EL, 4 EL et 1 FON). On note donc le maintien des écarts constatés à la floraison (maximum de 6 jours), sauf pour 2 ING qui accentue son retard (8 jours). Les plus précoces se trouvent être : 3 EL, 1 GAR, 1 CHA et 1 FON ; les tardives : 1 VAU et 1 TUR et la plus tardive 2 ING.

II - CROISSANCE DES ORGANES VÉGÉTATIFS

1) Mise en place de la surface foliaire primaire (SFI)

Les feuilles sont apparues dès la mi-avril, mais ne deviennent mesurables qu'à partir de 10 cm². Afin d'éviter de casser des rameaux, les premières mesures n'ont eu lieu que le 13 mai. Elles se sont poursuivies jusqu'au 9 juin (dernière mesure avant le 1^{er} rognage en hauteur). L'analyse statistique des résultats des 13 mai, 2 et 9 juin fait apparaître des groupes homogènes de parcelles (tableau IVa). La parcelle 1POY n'a pas été suivie en ce qui concerne la surface foliaire.

Le comportement des parcelles change au cours de l'installation de la surface foliaire primaire ; certaines (2EL, 3EL, 1FON) rattrapent leur retard par rapport aux plus précoces (1CHA, 1DAM) ; d'autres l'accroissent (4EL, 1GAR, 2ING, 1VAU). A noter 1GAR qui change de catégorie en relation avec sa position au débourrement. Avant le premier rognage (juste avant floraison), la différence de surface foliaire par cep entre les extrêmes 1DAM et 2ING est de plus de 50 p. cent (figure 2). En faisant l'hypothèse de la linéarité de la croissance de la surface foliaire (ce qui n'est pas prouvé), cela correspondrait à un retard de 20 jours. Il s'avère donc que les écarts entre terroirs sont beau-

TABLEAU III
Notation des stades phénologiques (moyenne sur les 24 souches de chaque parcelle)

Table III - Notation of the phenological stages (average of 24 plants in each plot)

Parc	Débourrement						Floraison			Véraison		
	14/04	CV (%)	NK	28/04	CV (%)	NK	16/06	CV (%)	NK	01/09	CV (%)	NK
3EL	3,0	9,0	a	6,2	7,8	ab	4,6	10,7	a	4,9	5,7	a
1GAR	3,0	4,9	a	6,4	6,0	a	4,0	11,7	bc	5,0	4,1	a
1CHA	2,9	8,9	a	6,2	7,5	abc	4,0	16,5	bc	5,0	0,0	a
2EL	2,9	9,0	a	5,9	3,7	cde	4,3	18,8	ab	3,9	21,9	b
1POY	3,1	3,8	a	6,3	6,4	a	4,9	6,9	a	4,7	11,6	a
1DAM	2,9	17,9	a	6,3	6,3	ab	4,6	12,7	a	4,2	17,1	b
1TUR	2,7	11,1	ab	6,0	7,1	bcde	2,8	19,9	d	2,4	56,6	d
1FON	2,7	18,6	bc	6,1	8,0	bcd	4,3	14,3	ab	5,0	0,0	a
4EL	2,6	12,6	bc	5,7	5,9	de	3,1	28,8	d	4,0	28,5	b
1VAU	2,5	10,6	c	5,8	6,4	de	1,0	51,1	f	2,9	39,0	c
2ING	1,6	14,8	d	5,4	5,2	f	1,5	33,0	e	1,5	78,8	e

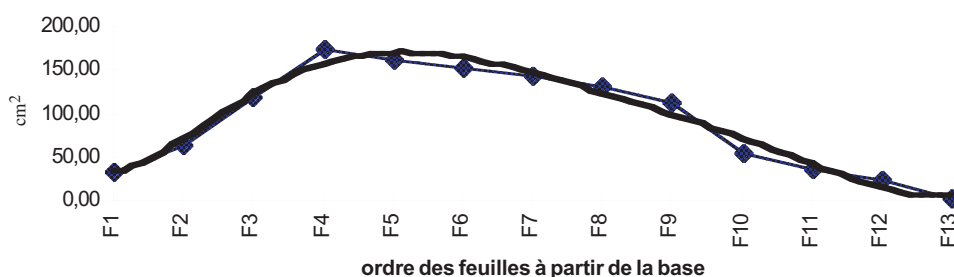


Fig. 2 - Surface moyenne des feuilles le long d'un rameau primaire le 9 juin.

Fig. 2 - Average leaf area (cm²) along a main shoot on June 9, according to leaf position.

TABLEAU IVa
Développement de la surface foliaire primaire (SFI) en cm² par cep.

Table IVa - Development of the primary leaf area per plant (SFI in cm²).

Parcelle	13/05	CV (%)	NK	02/06	CV (%)	NK	09/06	CV (%)	NK
1CHA	3590	37,7	ab	9521	32,1	a	11990	33,0	a
1DAM	4094	32,6	a	9104	23,8	a	11645	23,8	a
1FON	3106	33,2	abc	8353	26,9	ab	10435	27,4	ab
1TUR	2887	44,0	abc	7159	29,2	ab	9044	30,1	ab
1GAR	2792	36,3	bc	6218	17,8	ab	7919	14,1	b
3EL	2509	36,8	bc	7824	24,9	ab	9951	27,1	ab
2EL	2472	39,6	bc	8273	13,9	ab	10173	19,0	ab
1VAU	2330	34,4	bc	6101	28,6	b	7293	26,4	b
2ING	2290	32,0	bc	6341	21,8	b	7153	23,7	b
4EL	2070	41,6	c	6280	32,3	b	7875	36,2	b

TABLEAU IVb
Développement de la surface foliaire secondaire (SFII) en cm² par cep.

Table IVb - Development of the secondary leaf area (SFII) in cm² per plant.

Parcelle	16/06	CV (%)	NK	07/07	CV (%)	NK	% accroissement
1DAM	4032	30,1	ab	22247	20,4	a	451
1CHA	4773	52,8	a	18376	33,9	ab	285
1FON	3196	27,1	bc	16438	30,5	b	414
1TUR	2373	40,5	bc	13343	34,3	b	462
1GAR	2446	47,6	bc	13033	31,2	b	433
3EL	2668	34,3	bc	14123	32,6	b	429
2EL	3373	41,1	bc	15474	31,5	b	359
1VAU	1814	34,9	c	12848	21,8	b	608
2ING	1763	41,8	c	12872	33,4	b	630
4EL	2683	68,5	bc	16785	44,8	b	526

TABLEAU V
Surface foliaire finale (en fonction de la surface foliaire d'une feuille primaire ou secondaire (S 1 feuil I ou II) et du nombre de feuilles par rameau primaire ou secondaire (nb f I ou nb f II)

Table V - Final leaf area, depending on the area of a primary leaf (S 1 feuil I) or a secondary leaf (S 1 feuil II) and on the number of leaves per primary or secondary stem (nb f I or nb f II).

Sept.88	SFI finale (cm ²)					SFII finale (cm ²)					SFT fin (cm ²).
	Parc.	S 1 feuil I	C.V. (%)	nb f I	SFI/cep	C.V. (%)	S 1 feuil II	C.V. (%)	nb f II	SFII/cep	
1DAM	170	31	9,8	14385	17,1	59	32,0	35,3	18110	35,4	32495
1CHA	175	38	10,0	15470	28,6	54	41,9	32,5	16739	41,4	32209
1FON	179	23	8,4	12429	28,9	64	35	44,9	24352	42,5	36781
3EL	185	23	6,2	8531	30,3	64	34	60,9	29159	44,2	37690
2EL	175	31	7,9	11809	39,7	63	39	80,3	45833	51,3	57642
1VAU	160	31	7,3	10843	34,7	64	35	53,5	31729	33,6	42572
2ING	132	31	10,9	12416	30,6	49	41	41,8	19860	30,5	32276
Moyenne	168		8,6	12269		59,6		49,9	26540		38809

coups plus importants en ce qui concerne la surface foliaire primaire que pour les stades phénologiques de début de cycle.

L'évolution de la taille moyenne des feuilles le long d'un sarment au 9 juin, toutes parcelles confondues, est résumée à la figure 3. C'est dans la partie médiane que se situent les feuilles les plus grandes.

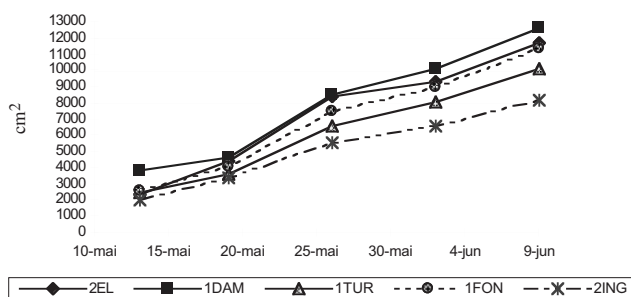


Fig. 3 - Evolution de la surface foliaire primaire par cep sur 5 terroirs

Fig. 3 - Evolution of the primary leaf area (main leaves) per plant for 5 « terroirs »

2) Mise en place de la surface foliaire secondaire (SF II)

La surface foliaire secondaire croît très rapidement : elle est multipliée par un facteur 4 ou 5 en l'espace de 4 semaines. Elle évolue globalement de la même manière que la surface foliaire primaire [coefficient de corrélation de 0,67* (*, **, *** : résultat significatif respectivement au seuil de 5, 1 et 0,1 p. cent) entre SF I au 9 juin et SF II au 7 juillet]. La parcelle 1DAM se détache nettement avec près de 20 p. cent de surface foliaire secondaire de plus que la seconde 1CHA et près de 80 p. cent de plus que la dernière 1VAU (tableau IVb).

1DAM et 1CHA se distinguent par la précocité de mise en place de leur surface foliaire secondaire. Les parcelles tardives, 2ING et 1VAU, malgré un taux de croissance plus rapide, accentuent leur retard par rapport aux premières.

Au stade fermeture de la grappe (7 juillet), la surface secondaire par cep est dorénavant plus importante que ne l'était la surface foliaire primaire juste avant floraison (9 juin).

3) Surface foliaire finale (SFT)

Seules 7 parcelles sur les 11 ont fait l'objet d'un suivi en septembre. Les résultats présentés sur le

tableau V font apparaître de grandes différences entre elles.

En tête, se distinguent 2EL et 1VAU avec une SFT supérieure respectivement de 78 et 32 p. cent à celle du groupe de queue (2ING, 1CHA et 1DAM). On notera que la SFII finale de 1DAM et 1CHA est inférieure à celle qu'elles avaient au 7 juillet. Cela est dû au fait que le premier rognage latéral a eu lieu juste après cette dernière notation, alors que ces deux parcelles avaient déjà pris une avance importante. La densité de feuillage dans le cadre ainsi défini était alors importante et n'a que peu évolué par la suite ; elle a été le fait surtout de l'accroissement en taille des feuilles primaires des extrémités des sarments. Par contre pour les autres parcelles, la densité de feuillage relativement faible a permis le remplissage du cadre, et cela grâce surtout à l'augmentation de la surface foliaire secondaire. D'ailleurs le rognage a dû s'adapter progressivement sur des parcelles comme 2EL, 1VAU et dans une moindre mesure 3EL, compte tenu de leur vigueur, d'où une plus grande épaisseur de feuillage résultant principalement de l'activité des entre-cœurs. A cela il convient d'ajouter que l'arrêt de croissance en situation précoce (1DAM, 1CHA, 1FON) a eu lieu courant juillet alors qu'en situation tardive (2ING, 1VAU) et/ou vigoureuse (2EL, 3EL), celui-ci ne s'était toujours pas produit début septembre.

Dans le cadre de cette expérimentation, il y a en moyenne 6 fois plus de feuilles secondaires que de feuilles primaires. En fin de cycle, le système secondaire représente en moyenne plus de 2 fois le système primaire ; de 1,1 fois pour 1CHA à 4 fois dans le cas de 2EL. Par contre, la surface d'une feuille secondaire est en moyenne 3 fois plus faible que celle d'une feuille primaire (59,6 cm² contre 168 cm²).

L'analyse de variance concernant la surface foliaire totale par tiers de rameau sur ces 7 parcelles montre qu'il existe des différences significatives entre les différentes parties de celui-ci ; c'est le secteur médian qui présente la surface la plus importante tant pour les feuilles primaires que pour les secondaires. Il existe aussi des différences significatives entre parcelles ; 1VAU et 2ING ont des feuilles primaires nettement plus petites que les autres parcelles, par contre pour les secondaires seule la parcelle 2ING se distingue comme ayant de loin les feuilles les plus petites.

4) Croissance des rameaux

Des mesures hebdomadaires ont couvert la période du 28 avril au 26 septembre. A la fin de l'étude, certains rameaux atteignaient plus de 3 mètres de lon-

gueur. La cinétique de croissance décrit approximativement une droite avec une légère inflexion aux alentours du 10 juin, soit une semaine avant la floraison. On note un ralentissement à partir du 15 août, soit juste avant le début de la véraison (figure 4). A cette date, l'écart entre la parcelle la plus vigoureuse (2 EL) et la plus faible (2 ING) est de 50 p. cent. Cette dernière a accusé un retard dès le départ, retard qu'elle n'a jamais pu combler, sauf partiellement en fin de cycle. 1CHA présente un palier précoce dû au stress hydrique.

5) Poids de bois de taille

Les résultats des mesures effectuées au début et à la fin de l'expérimentation figurent dans le tableau VI.

Il existe des différences hautement significatives - souvent au seuil de 1 p. cent, parfois à 0,1 p. cent - entre les parcelles, pour les deux années considérées. En début d'expérimentation (février 1988), on peut les classer en 3 groupes par ordre décroissant :

- forte vigueur : 4EL, 1VAU, 2EL ;
- vigueur moyenne : 3EL, 1POY, 1DAM, 1TUR, 1CHA ;
- vigueur modérée à faible : 1GAR, 1FON, 2ING.

En fin d'expérimentation, un an plus tard, la même tendance se retrouve :

- forte vigueur : 4EL, 1VAU, 2EL ;
- vigueur moyenne : 1POY, 1DAM, 1TUR, 1CHA ;

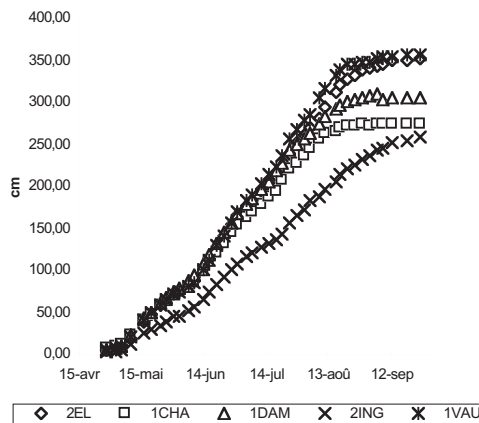


Fig. 4 - Croissance des rameaux

Fig. 4 - Shoots growth

- vigueur modérée à faible: 1FON, 3EL, 1GAR et 2ING.

Seule 3EL change de catégorie ; le coefficient de corrélation entre les deux années est de 0,92***.

III - PARAMÈTRES DE PRODUCTION

Les moyennes des 24 souches par parcelle, les coefficients de variation et les résultats du test statistique figurent au tableau VII.

1) Nombre de grappes par souche

Les données correspondent au comptage effectué au moment de la vendange. Des différences significatives entre parcelles apparaissent nettement. 1POY se détache de l'ensemble avec en moyenne plus de 13 grappes par souche ainsi que 4EL avec moins de 9.

TABLEAU VI
Poids de bois de taille de 1987 et 1988.

Table VI - Weight of pruned wood for 1987 and 1988 (g/plant).

	Poids bois taille 1987 (g/cep)				Poids bois taille 1988 (g/cep)			
	moy	ET	CV (%)	NK	moy	ET	CV (%)	NK
1VAU	526	127	24	a	537	94	18	a
3EL	395	117	30	c	385	137	36	c
4EL	560	215	38	a	595	186	31	a
1POY	417	94	23	cd	346	83	24	b
1TUR	425	143	34	c	366	86	23	b
1CHA	425	97	23	c	359	82	23	b
2EL	500	156	31	b	444	135	30	a
1DAM	456	124	27	c	393	140	36	ab
1GAR	393	104	26	cd	340	114	34	c
1FON	400	134	34	cd	334	97	29	c
2ING	350	100	29	d	326	95	29	cd

2) Poids de raisin par souche

Un large groupe de parcelles homogènes domine avec des poids moyens compris entre 1,8 et 2,2 kg par souche, alors que trois ont une production plutôt moyenne ; il s'agit de 2EL, 4EL et 1TUR. Ces deux dernières sont significativement différentes des autres.

3) Poids moyen d'une grappe

Cette mesure vient compléter les deux précédentes. Là encore il existe des différences significatives entre parcelles. Dans le groupe de poids le plus élevé, on retrouve 1DAM, 3EL, 1GAR et 1CHA avec une moyenne de 180 à 200 g ; dans le groupe le plus faible IPOY, 4EL et 1TUR, dont le poids moyen est compris entre 135 et 145 g.

IV - COMPOSITION DE LA VENDANGE

1) Sucres et acidité

Le taux de sucres varie de 158 g/l pour la parcelle la plus pauvre (2ING) à 193 g/l pour la la plus riche (1POY), soit une différence de 20 p. cent. L'acidité titrable varie d'un même ordre de grandeur, mais il n'y a pas de liaison entre sucres et acidité à l'échelle de l'ensemble des parcelles ($r = 0,01$ n.s.).

L'acidité titrable est mieux corrélée à la teneur en acide malique ($r = 0,73^{**}$) qu'à celle en acide tartrique ($r = 0,65^*$).

TABLEAU VII

Nombre de grappes par souche, poids de raisins par souche (kg) et poids moyen d'une grappe (g).

Table VII - Number of bunches, weight of grapes (kg) per plant and average weight of one bunch (g).

	grappes/ souche	CV (%)	NK	Poids raisin/s	CV (%)	NK	Poids 1 grappe	CV (%)	NK
IPOY	13,6	45	a	1,8	38	a	142	31	c
1CHA	11,2	32	b	2,0	39	a	180	21	ab
3EL	9,4	38	c	1,9	48	a	202	34	a
4EL	8,5	54	c	1,3	86	b	136	50	c
2EL	9,3	47	c	1,5	69	ab	156	51	b
1DAM	10,2	40	b	2,0	50	a	199	41	a
1TUR	9,2	38	c	1,4	61	b	143	47	c
1VAU	10,6	42	b	1,9	54	a	169	37	ab
1GAR	11,1	26	b	2,2	41	a	193	34	a
1FON	10,3	40	b	1,8	45	a	172	30	ab
2ING	12,2	30	b	2,0	41	a	162	22	b

TABLEAU VIII

Composition de la vendange

Table VIII - Composition of harvested grapes

	sucres (g/l)	alcool probable (d°)	acidité titrable (meq/l)	pH	acide tartrique (g/l)	acide malique (g/l)	anthocyanes (mg/kg baies)	IPPT*
1CHA	179	10,3	92	3,3	4,7	2,7	1580	24
1DAM	187	10,7	117	3,2	4,8	3,8	1350	23
1FON	182	10,4	97	3,2	4,4	2,8	1460	26
1GAR	179	10,3	115	3,2	5,1	3,5	1800	28
1POY	193	11,0	110	3,3	4,9	3,5	1990	31
1TUR	177	10,1	114	3,2	5,0	4,0	1200	20
1VAU	170	9,7	107	3,2	4,5	3,7	1350	24
2EL	182	10,4	114	3,2	5,1	3,8	1570	24
2ING	158	9,0	112	3,3	4,5	4,3	1070	20
3EL	184	10,5	112	3,2	5,0	3,3	1860	28
4EL	178	10,2	118	3,2	5,0	3,4	1450	24

*IPPT : indice de polyphénols totaux

2) Anthocyanes et polyphénols totaux (IPPT)

La teneur en anthocyanes varie de 46 p. cent entre 2ING et 1POY alors que l'indice de polyphénols totaux ne varie que de 35 p. cent. Anthocyanes et polyphénols totaux sont bien corrélés entre eux ($r = 0,94^{***}$). Sur l'ensemble des parcelles, il est possible de mettre en évidence d'assez bonnes relations sucres/anthocyanes ($r = 0,73^*$) et sucres/IPPT ($r = 0,67^*$).

DISCUSSION

I - PRÉCOCITÉ DES STADES PHÉNOLOGIQUES

Il est souhaitable d'élaborer un indice de précocité unique permettant de quantifier l'ensemble des stades phénologiques du cycle de la vigne, de façon à comparer globalement les parcelles entre elles. Il a été démontré dans une publication précédente (BARBEAU *et al.*, 1996) que, 1- les notations de débourrement sont souvent difficiles à interpréter, 2- débourrement et floraison sont fortement corrélés et 3- les dates de mi-floraison et mi-véraison sont bien représentatives de la précocité du cycle. Il est alors possible de calculer des indices de précocité pour ces deux stades phénologiques : indices de précocité de floraison iPf calculés selon la formule : iPf_j (parcelle j) = $100 * [1 + (F_m - F_j)/F_m]$. F_m étant la mi-floraison moyenne de l'ensemble des parcelles et F_j la mi-floraison de la parcelle j , indices de précocité de véraison iPv calculés selon la même formule. La prise en compte de la durée mi-floraison/mi-véraison permet de calculer un indice de précocité de cycle :

$$iPcy = iPf + 100 * [(V_m - F_m) - (V_j - F_j)] / (V_m - F_m).$$

Les indices ainsi calculés, relatifs à l'année 1988, apparaissent à la figure 5.

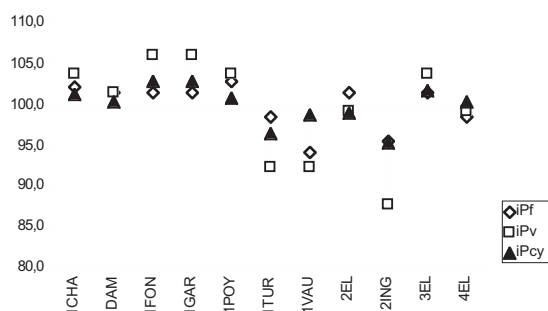


Fig. 5 - Indices de précocité du Cabernet franc sur différents terroirs - 1988.

iPf : indice de précocité de floraison ; iPv : indice de précocité de véraison ; $iPcy$: indice de précocité de cycle

Fig. 5 - Precocity indices for the Cabernet franc variety on various « terroirs », 1988.

iPf : index of precocity of flowering ; iPv : index of precocity of veraison ; $iPcy$: index of precocity of the cycle

On note sur ce graphique des indices de précocité de floraison assez homogènes. Mais la durée mi-floraison/mi-véraison varie. 1FON et 1GAR augmentent de 3 jours la légère avance qu'elles avaient à la floraison tandis que 1TUR et 2ING accentuent leur retard de la même durée. Le graphique permet donc de bien mettre en évidence les différences de précocité qui existent entre les terroirs, et de situer ceux-ci les-uns par rapport aux autres. Les plus précoces correspondent à des sols sableux, sablo-argileux ou graveleux développés sur des substrats divers, mais qui présentent tous un bon drainage ; certains peuvent changer de catégorie si l'été est pluvieux par réhumectation des argiles profondes (2EL). Les terroirs tardifs correspondent plutôt à des sols argileux et limoneux, parfois des sols sableux ou sablo-argileux où des problèmes d'hydromorphie (nappes perchées) apparaissent au printemps. Certains peuvent rejoindre le groupe des précoces si le printemps est très sec (4EL).

II - DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL VÉGÉTATIF

1) Mise en place de la surface foliaire

Les surfaces foliaires primaire et secondaire évoluent dans le même sens, tout au moins en milieu de cycle. Par contre, une tendance à un phénomène de compensation semble se dessiner durant la dernière partie du cycle végétatif, après la nouaison : plus la SFI est faible, plus la SFII est élevée et vice-versa ($r = -0,63$ n.s.). Ce phénomène est probablement lié à la possibilité pour la vigne sur certains terroirs d'accéder à des couches profondes du sol où les disponibilités en eau permettent d'assurer une croissance soutenue, à partir des entre-cœurs. Sur ces mêmes terroirs, le développement de la surface foliaire est plus limité au printemps du fait justement d'une teneur en eau élevée dans le sol qui induit un réchauffement plus lent (JACQUET et MORLAT, 1997). Le phénomène de compensation est accentué par le fait que le rognage est adapté à l'expression végétative ; là où elle est importante l'épaisseur du feuillage est plus grande.

La surface foliaire primaire juste avant floraison varie dans le même sens que l'indice de précocité de floraison ($r = 0,71^*$). Cela pourrait suggérer que la mise en place d'une surface foliaire primaire importante tôt en saison va de pair avec une floraison précoce.

Les terroirs où la surface foliaire finale est importante (2EL et 1VAU) sont différents de ceux qui ont l'indice de précocité de cycle le plus faible (2ING et 1TUR). Dans les conditions de l'expérimentation, il n'y a pas de relation entre l'abondance du feuillage et la tardivité du cycle de production.

1DAM et 1CHA se caractérisent par la précocité de mise en place de leurs surfaces foliaires primaire et secondaire. Ceci peut s'expliquer par un comportement thermique plus favorable de leurs sols au printemps (MORLAT, 1989) et/ou de meilleures conditions de fonctionnement du système racinaire.

2) Croissance des rameaux

Compte tenu du fait que les parcelles sont situées sous un même mésoclimat, les différences d'allongement des rameaux pourraient s'expliquer par des différences de vigueur inféodées au terroir, en relation avec des écarts importants au niveau des températures des racines (MORLAT, 1989), comme cela a été démontré par WOODHAM et ALEXANDER (1966).

La relation entre la longueur des rameaux primaires (LRI) et leur surface foliaire s'améliore d'autant plus que l'on se rapproche de la date de floraison : $r = 0,31$ le 19 mai, $r = 0,65^*$ le 2 juin et $r = 0,70^*$ le 9 juin. En ce qui concerne les feuilles secondaires, leur surface au 7 juillet n'est pas corrélée à la longueur des rameaux (LR2) à la même date ($r = 0,23$). En fin de cycle, surface foliaire secondaire et surface foliaire totale varient dans le même sens que la longueur des rameaux primaires ($r = 0,78^*$ et $r = 0,70$ respectivement). Les parcelles dont la surface foliaire secondaire est la plus importante sont aussi celles qui ont les rameaux les plus longs ; ce seraient donc les plus vigoureuses. Dans ce groupe se situent 2EL, 3 EL et 1 VAU.

3) Poids de bois de taille

Il n'est pas possible de mettre en évidence de relation entre le poids de bois de taille et la vigueur ou l'expression végétative en cours de cycle. Par contre, en fin de cycle, le poids de bois de taille est faiblement corrélé à la longueur des rameaux ($r = 0,62$ ns).

III - PARAMÈTRES DE PRODUCTION

La surface foliaire finale par gramme de raisin varie de 15 cm^2 (1DAM, 1CHA, 2ING) à près de 38 cm^2 pour 2EL. Or d'après CHAMPAGNOL (1984), il suffit de 10 cm^2 par gramme de raisin pour que celui-ci arrive à maturité de manière convenable. La surface foliaire semble donc largement suffisante sur toutes les parcelles.

Le poids de raisin par souche n'apparaît pas être en relation particulière avec la surface foliaire en milieu de cycle (SFI le 09/06 et SFII le 07/07). Par contre, il montre une bonne corrélation négative avec les surfaces foliaires secondaire et totale en fin de cycle (respectivement $r = -0,86^{**}$ et $r = -0,89^{**}$). La seconde

relation découle de la première, car on a vu la proportion que revêt la SFII finale dans la SFT. Ces résultats semblent indiquer que les parcelles qui développent une surface foliaire secondaire importante tard en saison, le font au détriment d'un certain équilibre poids de fruits/volume de végétation, dont les paramètres restent à préciser. Il en résulte la création de puits qui entrent en concurrence avec les baies en cours de maturation.

IV - ANALYSE DES SUIVIS DE MATURATION EN RELATION AVEC LES STADES PHÉNOLOGIQUES

La teneur en acide malique pour chaque prélèvement hebdomadaire en début de maturation (du 29 août au 12 septembre) montre une relation inverse avec les notations de précocité de débourrement pour chacune des dates qui encadrent le stade C (du 14 au 21 avril). Plus le débourrement est tardif, plus la teneur en acide malique est élevée. La meilleure relation est obtenue pour les teneurs en acide malique des 5 et 12 septembre et les notations de débourrement du 18 avril (respectivement $r = -0,74^*$ et $r = -0,75^*$; seuil à 1 p. cent = 0,76).

La teneur en sucres pendant toute la période de maturation (du 29 août au 10 octobre) est bien corrélée à la notation de floraison du 16 juin (date de mi-floraison moyenne des parcelles) : $0,83^{**} < r < 0,92^{***}$. Sur les terroirs étudiés, plus la floraison est précoce plus la probabilité est grande d'avoir un taux de sucres élevé.

Le taux d'anthocyanes pendant la première moitié de la maturation (du 29 août au 19 septembre) montre de bonnes relations positives avec les notations de véraison du 1^{er} au 5 septembre : $0,84^{**} < r < 0,93^{***}$. La meilleure ($r = 0,93^{***}$) est obtenue pour la date du 1^{er} septembre (mi-véraison le 31 août). Pendant la seconde moitié de la maturation, les coefficients de corrélation pour cette même date sont un peu plus faibles : $0,71^* < r < 0,78^{**}$. Plus la véraison est précoce, plus on a de chances d'obtenir un taux d'anthocyanes élevé.

Il est donc confirmé que le stade C du débourrement, ainsi que les stades de mi-floraison et mi-véraison, correspondent aux dates optimales qui permettent d'établir des relations entre la précocité des stades phénologiques et la composition des baies durant la maturation.

V - RELATIONS ENTRE LA COMPOSITION DE LA VENDANGE, LE DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL VÉGÉTATIF ET LES INDICES DE PRÉCOCITÉ

TABLEAU IX
Corrélations entre composition de la vendange et indices de précocité (n = 11)

Table IX - Correlations between the composition of grapes and the precocity indices (n = 11)

	sucres (g/l)	acide malique	anthocyanes	IPPT
iPf	0,84**	-0,54	0,71*	0,60*
iPv	0,78**	-0,76**	0,78**	0,78**
iPcy	0,66*	-0,80**	0,73*	0,78**

seuil de 5 p. cent $r = 0,60$; seuil de 1 p. cent $r = 0,73$; seuil de 0,1 p. cent $r = 0,85$

La teneur en sucres du moût n'est que faiblement relié à la surface foliaire en cours de cycle (SFI 2 juin/sucres $r = 0,65^*$; SFII 7 juillet/sucres $r = 0,58$ n.s.). A la vendange, elle présente une relation intéressante avec les indices de précocité ; au contraire, la teneur en acide malique leur est corrélée négativement. Teneur en anthocyanes et indices de polyphénols totaux montrent également une corrélation intéressante avec les indices de précocité (tableau IX).

É

VI - ESSAI DE SYNTHÈSE

Une tentative de synthèse est abordée au travers d'une analyse en composantes principales (ACP), qui reprend l'ensemble des variables mesurées durant la campagne 1988. Le cercle des corrélations (figure 6) fait apparaître un axe 1 auquel contribuent fortement la date de débourrement, les indices de précocité et la richesse de la vendange en sucres, anthocyanes et polyphénols totaux, en opposition avec l'acide malique. Cet axe peut être qualifié d'axe de précocité et de qualité. Il est aussi expliqué partiellement par la longueur des rameaux et la surface foliaire en place avant floraison.

Perpendiculairement, un axe 2 est défini à partir des variables relatives à la vigueur (poids de bois de taille), l'expression végétative de fin de cycle (longueur totale des rameaux, SFII finale, SFT finale) et la productivité (poids de grappes par cep, nombre de grappes par cep). L'acidité titrable, la teneur en acide tartrique et le pH sont bien corrélés à cet axe. On peut le qualifier d'axe de vigueur et de productivité. Il convient de noter un certain antagonisme d'une part entre vigueur et productivité et d'autre part entre les feuilles développées sur les rameaux primaires et celles portées par les entrecoeurs. Dans le premier cas, un développement excessif et tardif de l'appareil végétatif vient rompre l'équilibre poids de fruits/volume de végétation et nuit, non seulement à la qualité de la vendange, mais également à la quantité. Dans le second, la SFII finale apparaît contribuer fortement à l'acidité de la vendange, alors que la SFI établie avant floraison semble jouer un rôle non négligeable dans le déterminisme de la qualité, en termes de teneur en sucres et en anthocyanes.

Fig. 6 - Relations entre variables de l'année 1988 (ACP - cercle des corrélations)

Fig. 6 - Relationships between variables, 1988 vintage (PCA - correlation circle)

ANT : Anthocyanes / Anthocyanins
 AT : Acidité titrable / Titratable acidity
 ACT : Acide tartrique / Tartaric acid
 ACM : Acide malique / Malic acid
 SUC : Sucres / Sugars
 PPT : Indice de polyphénols totaux / Index for total polyphenols
 DEBC : Débourrement stade C / Bud break, C stage
 IPF : Indice de précocité de floraison / Index of precocity of flowering
 IPV : Indice de précocité de véraison / Index of precocity of veraison
 IPCY : Indice de précocité de cycle / Index of precocity of the cycle
 LR : Longueur finale des rameaux primaires / Final length of main shoots
 LR1 : Longueur des rameaux primaires (+ date) / Length of main shoots (+ date) - (ex. LRI 26 = LRI au 02/06)
 LR2 : Longueur des rameaux secondaires (+ date) / Length of lateral shoots (+ date) (ex. LRI 26 = LRI on June 02)
 SFT : Surface foliaire finale totale / Total final leaf area
 SFI : Surface foliaire primaire (+date) / Main leaves area (+ date)
 SFIT : Surface foliaire primaire finale / Final main leaves area
 SFII : Surface foliaire secondaire (+ date) / Lateral leaves area (+ date)
 SFIT : Surface foliaire secondaire totale / Final lateral leaves area
 T87 : Poids de bois de taille 1987 / Weight of pruned wood, 1987 vintage
 T88 : Poids de bois de taille 1988 / Weight of pruned wood, 1988 vintage
 GRS : Nombre de grappes par cep / Number of bunches per plant
 PGR : Poids d'une grappe / Weight of one bunch
 PDSS : Poids de raisin par cep / Weight of grapes per plant

CONCLUSIONS

En zone septentrionale atlantique, la composition de la vendange est intimement liée au caractère de précocité ; plus le cycle de la vigne est précoce, plus la probabilité est grande d'avoir un taux de sucres, d'anthocyanes et de polyphénols totaux élevé, et au contraire, une faible teneur en acidité, en particulier en acide malique. La précocité du cycle concourt donc de façon importante à l'accumulation des assimilats dans les baies de raisin et le facteur terroir fait varier fortement la précocité. Par ailleurs, une forte vigueur accompagnée d'une surface foliaire secondaire importante contribue à maintenir l'acidité titrable de la vendange à un niveau élevé, et à en diminuer la qualité globale. Il semble donc que, dans le cadre de cette expérimentation sur les terroirs, l'on se trouve confronté à deux groupes de facteurs, partiellement inter-dépendants, qui expliquent le comportement de la vigne. D'une part, les facteurs qui déterminent la précocité ont des répercussions sur la qualité de la vendange ; d'autre part, les facteurs qui déterminent la vigueur influent sur la quantité de la vendange et son acidité. La combinaison à divers degrés de ces deux groupes de facteurs engendre des réponses variées au niveau des terroirs, et, d'un millésime à l'autre. Il semble bien que la précocité de mise en place de la surface foliaire, tant sur les rameaux primaires que sur les entre-cœurs, plus que la dimension de cette surface, joue un rôle sur la qualité de la vendange quel que soit le millésime.

Cela revient à poser deux types de questions : 1- quel est le déterminisme de la précocité de mise en place de la surface foliaire ? et 2- à quel moment du cycle, la photosynthèse est-elle la plus efficace ? Des éléments de réponse existent déjà, si l'on considère d'une part, l'aspect réchauffement du sol au printemps en relation avec ses caractéristiques propres et le mésoclimat du terroir considéré, et d'autre part, la quantité de rayonnement utile à la photosynthèse disponible dans la première partie du cycle végétatif et qui est effectivement utilisé par les feuilles.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASSELIN C., PAGES J. et MORLAT R., 1986. Résultats de trois années d'étude concernant la mise en évidence de l'effet terroir sur les caractéristiques des vins, à l'aide de l'analyse sensorielle. *Communication 3^{ème} Symp. Physiol. Vigne*, Bordeaux, 316-323.
- BAGGIOLINI M., 1952. Les stades repères dans le développement annuel de la vigne. *Rev. Romande Agric. Vitic.*, **8**, 4-6.
- BARBEAU G., MORLAT R. et ASSELIN C., 1996. Relations entre précocité de la vigne et composition des baies de divers cépages du Val de Loire. *Communication Groupe INRA " Maîtrise de la Qualité "*, Bordeaux, 13-14 mai 1996.
- CARBONNEAU A., 1976a. Principes et méthodes de mesures de la surface foliaire. Essai de caractérisation des types de feuilles dans le genre *Vitis*. *Ann. Amélio. Plantes*, **26**, 2, 327-343.
- CARBONNEAU A., 1976b. Analyse de la croissance des feuilles du sarment de vigne : estimation de sa surface foliaire par échantillonnage. *Connaissance Vigne Vin*, **10**, 2, 141-159.
- CHAMPAGNOL F., 1984. *Éléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale*. Ed. Dehan, Montpellier (France), p. 351.
- JACQUET A. et MORLAT R., 1997. Caractérisation de la variabilité climatique des terroirs viticoles en Val de Loire. Influence du paysage et des facteurs physiques du milieu. *Agronomie*, **17**, 465-480.
- MORLAT R., 1989. Le terroir viticole : contribution à l'étude de sa caractérisation et de son influence sur les vins. Application aux vignobles rouges de moyenne vallée de la Loire. *Thèse d'Etat*, Bordeaux II. 289 p, annexes 129 p.
- MORLAT R. et ASSELIN C., 1987. Une méthode de caractérisation intégrée des terroirs viticoles. Application aux vignobles du Val de Loire (France). *Communication Congrès Int. O.I.V.*, Pavie, Italie.
- MORLAT R., ASSELIN C., 1991. Un terroir de référence pour la qualité et la typicité des vins rouges du val de Loire : la craie tuffeau. *Communication Coll. Int. " Entretiens de Bordeaux : sauvegarde des terroirs viticoles mondiaux "*, sept
- MORLAT R. et SALETTE J., 1982. Paramètres du milieu et caractérisation du terroir en zone viticole de cru. application aux vignobles rouges de la moyenne vallée de la Loire. *Vigne et Vins*, sept., 64-72.
- PINARD A.C., 1988. Recherche des relations entre la précocité, le développement et le fonctionnement photosynthétique du couvert aérien chez la vigne : influence des terroirs dans ces phénomènes. *Mémoire de fin d'études*, E.N.S.S.A.A. Dijon.
- WOODHAM R.C. et ALEXANDER M.C.E., 1966. The effect of root temperature on development of small fruiting Sultana vines. *Vitis*, **5**, 345-350.

Reçu le 20 juillet 1997 ; révisé le 6 mars 1998 ; accepté pour publication le 24 avril 1998.