

DÉTERMINISME DE L'EFFET TERROIR: INFLUENCE DE LA SURFACE FOLIAIRE PRIMAIRE DE LA VIGNE EN DÉBUT DE CYCLE SUR LE POTENTIEL VENDANGE

G. BARBEAU, R. MORLAT, A. JAQUET, C. ASSELIN, M. GRASSIN

Unité de Recherches sur la Vigne et le Vin INRA, Centre d'Angers, France

Summary

In the Mid-Loire Valley, in France, for the last twenty years a network of experimental plots has been used to analyse the terroir effect on the behaviour of the Cabernet franc variety of grape. The study of the primary leaf area (SF1) for several vintages shows that it differs greatly from one terroir to another. The SF1 can be characterized by the precocity of its setting in relation with bud-break earliness, and the effective area in place at flowering time. At this stage, differences between precocious and late terroirs can be more than 100%. The further evolution depends on the vigour originated by the terroir, which is mainly related to its water supply capacity. The type of evolution and the consequences on the composition of the berries can be appraised through the kinetics of the SF1 growth during the pre-flowering period. This analysis of a differentiation in the setting of the primary leaf area in relation with the terroir indicates that the construction of quality may begin very soon, at the early stages of the grapevine cycle. A model of physiological pathways of the ripening process is proposed, for the Northern vineyards. It takes into account the importance of the "precocity" factor during the first part of the cycle, and the "water supply" during the second part.

I. INTRODUCTION

Divers auteurs ont étudié le rythme végétatif de la vigne en relation avec les facteurs naturels et leurs conséquences sur la composition des vendanges et la typicité des vins. Entre autres, il convient de citer les travaux de POUGET (1966), CARBONNEAU et al. (1978), MORLAT (1989), CALO et al. (1990), JOURJON Frédérique et al. (1992), CARBONNEAU (1996), DUMAS et al. (1997), MORLAT et al. (1997).

En Val de Loire, l'effet terroir est étudié par l'Unité de Recherches sur la Vigne et le Vin du Centre INRA d'Angers depuis la fin des années 1970. En vingt ans, de nombreuses observations, mesures et analyses ont montré l'influence des facteurs naturels du terroir sur la physiologie de la vigne et leurs conséquences sur la composition de la vendange et la qualité des vins. Parmi les facteurs considérés, il a été démontré que la capacité de réchauffement du sol au printemps, en relation avec sa profondeur, sa texture et son état hydrique, influe sur le fonctionnement des

pics racinaires et induit un débourrement plus précoce (HARDY, 1984 ; MORLAT, 1989 ; LEBON et al., 1996). Par ailleurs, d'autres publications mettent en évidence les relations qui existent entre précocité au débourrement et précocité à la floraison, ainsi que celles entre précocité au débourrement et acidité titrable ainsi que teneur en acide malique des baies à la vendange (MORLAT et al., 1997). La précocité de floraison elle, montre des corrélations intéressantes avec la teneur en sucres, en anthocyanes et en tanins (BARBEAU et al., 1998a et b).

Il semble donc que, dès la première partie du cycle - c'est à dire avant nouaison - il existe des différences importantes de fonctionnement de la vigne d'un terroir à l'autre, différences qui se traduisent au niveau de la mise en place de la surface foliaire, donc de la capacité photosynthétique. Ces influences foliaires, par ailleurs étudiées sous un autre angle par FOURNIOUX (1997), expliqueraient en partie les différences que l'on constate dans la composition des baies au moment de la vendange. Pour étayer cette hypothèse, nous allons examiner les caractéristiques de la mise en place de la surface foliaire primaire sur différents terroirs, pour plusieurs millésimes.

II. MATERIELS ET METHODES

2.1 Caractéristiques des parcelles d'étude.

Les terroirs, objet de l'étude, sont situés en moyenne Vallée de la Loire et dans les zones d'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) Bourgueil, Chinon et Saumur-Champigny, situées sous un même climat régional. Ce vignoble septentrional atlantique est caractérisé par une faible pluviométrie (570 mm), des températures moyennes annuelles de 12°C, des vents dominants Sud-Ouest et Est et un ensoleillement de 1420 heures d'avril à septembre. Jusqu'en 1991 le réseau comptait 21 parcelles expérimentales. A partir de cette date seules 11 parcelles correspondant à 11 Unités Terroirs de Base (UTB) différentes ont été conservées, les autres constituant des répétitions de l'une d'entre elles n'avaient plus de raison d'être. Les caractéristiques géo-pédologiques de ces UTB figurent au Tableau 1.

Tableau I. *Caractérisation des parcelles étudiées (d'après MORLAT, 1989)*

1DAM	Sol brun calcaire peu argilisé de 60 à 80 cm d'épaisseur sur craie sablo-glauconieuse et micacée du Turonien moyen
1POY	Sol brun calcique argilisé de 70 à 95 cm d'épaisseur sur craie sablo-glauconieuse 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 collines de l'Eocène continental. Reserves 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

Les parcelles d'essai sont constituées de 100 cepes 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: 24 ans en 1997
- orientation des rangs: approximativement Nord-Sud
- densité de plantation: 5000 cepes 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.

2.2 Etude de la surface foliaire primaire

Des suivis de mise en place de la surface foliaire primaire et secondaire (cm²/sarment et par cep) ont été effectués sur plusieurs millésimes. Parallèlement la croissance des rameaux primaires a été mesurée (cm). Les analyses de la composition de la vendange ont porté sur la teneur en sucres (g/l), l'acidité titrable (méq/l), les teneurs en acide malique (g/l) et en acide tartrique (g/l), la teneur en anthocyanes (mg/kg de baies) et l'indice de polyphénols totaux. Les parcelles et millésimes concernés sont résumés dans le tableau 2.

Tableau 2. Parcelles et millésimes concernés par l'étude

	1CHA	1DAM	1FON	1GAR	1PER	1POY	1TUR	1VAU	2EL	2ING	3EL	4EL
1986		X			X		X	X	X	X	X	X
1988	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
1990	X	X					X			X	X	
1997	X	X	X						X	X		

Note : 1GAR ne fait plus partie du réseau depuis 1990.

La surface foliaire primaire correspond aux feuilles qui se développent directement sur les rameaux issus des yeux laissés à la taille. Dans le cas de notre étude on pratique la taille Guyot

mixte, c'est à dire que les ceps sont formés avec deux bras ; sur l'un on laisse une baguette avec six yeux, sur l'autre un courson à deux yeux. L'année suivante le rôle des bras est inversé.

En 1988, la surface foliaire a été mesurée chaque semaine à l'aide d'un planimètre portable Li-3000 (LI-COR³) avec une marge d'erreur de 3,2%, sauf pour la mesure du 26 mai qui s'est faite en utilisant la méthode de CARBONNEAU (1976) avec une marge d'erreur de 6,5%. Pour les millésimes 1986, 1990 et 1997, c'est la méthode CARBONNEAU qui a été utilisée. Cette méthode consiste à relier un paramètre linéaire de la feuille à sa surface. Le paramètre (ΣL_2) est la somme des distances entre le point pétiolaire et l'extrémité des deux premières nervures latérales (L_{2g} et L_{2d}); il permet de tenir compte d'une éventuelle dissymétrie de la feuille. La surface foliaire est le produit du paramètre linéaire élevé au carré par un coefficient variétal ϕ : $SF = (\Sigma L_2)^2 * \phi$. Le coefficient ϕ , calculé à partir des travaux de CARBONNEAU (1976), est obtenu à partir de l'échantillonnage de 50 feuilles par parcelle, de tous âges et de toutes tailles, symétriques ou non. Il tient compte de l'allongement de la feuille (α), de son élargissement (β) et de sa découpe (γ): $\phi = (3\gamma + \sqrt{\gamma}) * [6\alpha - \sqrt{1 - \beta^2}] * \beta / 16$, avec $\alpha = L_1 / \Sigma L_2$, $\beta = 1 / \Sigma L_2$, $\gamma = \Sigma S_1 / \Sigma L_2$. (L_1 étant la longueur de la feuille à partir du point pétiolaire, l sa largeur entre les extrémités des nervures latérales et S_1 la profondeur des sinus latéraux).

Les feuilles sont choisies de façon à représenter la population foliaire totale. Pour cela il faut tenir compte de la position du rameau sur le cep et de la position des feuilles sur le rameau. Les mesures de 1986, 1988, et 1990 furent effectuées sur 10 ceps, à raison de deux rameaux par cep, l'un sur la baguette, l'autre sur le courson. En 1997 elles ont porté sur 24 ceps mais n'ont concerné que le 3ème rameau de la baguette. L'échantillonnage des feuilles sur chaque rameau a été fait par découpage de celui-ci en trois zones (basale, médiane et supérieure) afin d'intégrer le rythme ternaire d'accroissement de la surface lié à l'existence de trois hélices foliaires chez la vigne (CARBONNEAU, 1976). La mise en place de la surface foliaire primaire a pu être suivie jusqu'à la nouaison (laquelle correspond souvent au premier rognage au-dessus du rang), sauf en 1990 où elle s'est poursuivie jusqu'à la véraison.

2.3. Caractéristiques climatiques des millésimes considérés.

Les paramètres climatiques des millésimes 1986, 1988, 1990 et 1997 figurent au tableau 3.

Tableau 3. *Caractéristiques climatiques des millésimes étudiés. Table 3. Climatic characteristics for the studied vintages.*

	Température moy. (°C)		Pluviométrie (mm)		Ensoleillement (heures)		Indice de Huglin
	annuelle.	avr-sep	annuelle.	avr-sep	annuelle.	avr-sep	
1986	11.2	15.3	519	224	2086	1435	1541
1988	12.6	16.5	546	237	2026	1397	1737
1990	13.3	17.5	398	136	1925	1356	2026
1997	12.8	17.2	481	234	2378	1656	1986

L'année 1986 peut être considérée comme froide et humide, 1990 comme chaude et sèche et 1988 comme une année assez représentative de la moyenne des quinze dernières années (BARBEAU et al., 1998b). Quant à 1997 c'est un millésime assez atypique caractérisé par une sécheresse importante au printemps, suivie de pluies abondantes en début d'été ; par ailleurs les températures nocturnes du mois d'août furent anormalement élevées.

³LI-COR, P.O. Box 4425 Lincoln, Nebraska 68504 USA

III. RESULTATS

3.1. Croissance de la surface foliaire primaire par sarment et par cep.

La surface foliaire primaire qui se met en place avant floraison (SF1) présente des disparités considérables d'une parcelle à l'autre pour un même millésime (Tableaux 3a et 3b). Les écarts peuvent être supérieurs à 100%. L'effet millésime est lui-même très important car il est responsable de décalages des périodes de débourrement et de floraison de l'ordre de plusieurs semaines. Les graphiques de la figure 1 montrent les différences entre millésimes et entre parcelles pour un même millésime. En 1990, la SF1 a été mesurée jusqu'au 1er août, soit quelques jours avant le début de la véraison (Figure 2). L'analyse met en évidence un terroir où l'arrêt de végétation est précoce (1CHA), deux terroirs à croissance modérée en juillet (1DAM et 1TUR) et deux terroirs dont la croissance reste soutenue (2ING et 3EL), malgré la sécheresse estivale particulièrement forte en 1990.

Tableau 3a. SF1 par sarment (cm ²)					Tableau 3b. SF1 par cep (cm ²)				
1986	06/06	13/06	20/06	27/06	1986	06/06	13/06	20/06	27/06
1DAM	481ab	699ab	1064a	1390b	1DAM	4896	7108	10819	14140
1TUR	371bc	534bc	825b	1073c	1TUR	3646	5245	8109	10552
2EL	516a	723ab	1252a	1690a	2EL	5217	7311	12658	17081
2ING	285c	409c	597c	796d	2ING	2996	4295	6273	8353
3EL	487ab	769a	1223a	1652a	3EL	5222	8239	13108	17704
Date moyenne de floraison du Cabernet franc en 1986 : le 25 juin.									
1988	19/05	26/05	02/06	09/06	1988	19/05	26/05	02/06	09/06
1CHA	473	959	1100a	1408	1CHA	4633	9401	10784	13803
1DAM	516	940	1110a	1396	1DAM	4697	8553	10102	12706
1TUR	403	730	885ab	1114	1TUR	3670	6645	8049	10135
2EL	513	976	1070ab	1352	2EL	4464	8493	9313	11764
2ING	386	631	746b	934	2ING	3399	5555	6562	8219
3EL	461	956	1065ab	1388	3EL	3828	7935	8837	11523
Date moyenne de floraison du Cabernet franc en 1988 : le 16 juin.									
1990	11/05	15/05	22/05	30/05	1990	11/05	15/05	22/05	30/05
1CHA	518ab	757a	960ab	1034b	1CHA	4332	6329	8028	8648
1DAM	403b	762a	1063ab	1272a	1DAM	3625	6854	9569	11449
1TUR	379b	626a	774bc	981b	1TUR	3218	5324	6582	8340
2ING	181c	328b	579c	945b	2ING	1612	2922	5162	8424
3EL	681a	863a	1149a	1339a	3EL	7112	9014	12010	13995
Date moyenne de floraison du Cabernet franc en 1990 : le 1er juin.									
1997	14/05	25/05	03/06	09/06	1997	14/05	25/05	03/06	09/06
1CHA	535	1154	1615		1CHA	4810	10184	14387	
1DAM	445	892	1483	1510	1DAM	4162	8264	13815	14323
1FON	372	700	1036	1407	1FON	4167	7611	11324	14789
2EL	440	854	1502	1905	2EL	4350	8556	14866	18995
2ING	224	462	798	1046	2ING	2092	4298	7350	9681
Date moyenne de floraison du Cabernet franc: le 6 juin.									

Note 2: pour chaque date de mesure, une lettre (a,b) différente indique qu'il y a des différences significatives entre les surfaces foliaires des parcelles correspondantes (Test de Newman-Keuls à 5%)

3.2. Relations entre la surface foliaire primaire et les dates des principaux stades phénologiques.

La surface foliaire primaire avant floraison est corrélée négativement aux dates de débourrement, de floraison et de véraison (Tableau 4). Ceci indique que, globalement, plus le débourrement est précoce, plus la SF1 en place avant floraison est importante, ce qui semble assez logique ; cependant la relation devient de moins en moins bonne à mesure que l'on se rapproche de la date de floraison. D'autre part une SF1 élevée semble aller de pair avec une avance à la floraison et également à la véraison. Là encore, la relation est moins bonne lorsque la date de mesure de la surface foliaire est proche de la floraison.

3.3. Relations entre la surface foliaire primaire et la composition de la vendange

La surface foliaire primaire avant floraison est corrélée positivement à la teneur en sucres et en anthocyanes et négativement à la teneur en acide malique (Tableau 5). Plus la surface foliaire est importante, plus la probabilité est grande d'avoir une vendange riche en sucres et en anthocyanes et à faible teneur en acide malique.

Tableau 4. Coefficients de corrélation entre la SF1 par sarment avant floraison et les dates de débourrement D (stade C), mi-floraison F50 et mi-veraison V50 de chaque parcelle terroir.

Année	Nbre parcelles	SF1-Date	D (C)	F50	V50
1986	8	06 juin	-0.68	-0.76*	-0.77*
		13 juin	-0.68	-0.60	-0.79*
		20 juin	-0.52	-0.40	-0.60
		27 juin	-0.51	-0.45	-0.58
1988	11	19 mai	-0.43	-0.71*	-0.52
		26 mai	-0.56	-0.65*	-0.57
		02 juin	-0.60	-0.74**	-0.69*
		09 juin	-0.62*	-0.75**	-0.69*
1990	5	11 mai	-0.90*	-0.92*	-0.92*
		15 mai	-0.92*	-0.95*	-.99***
		22 mai	-0.79	-0.84	-0.95**
		30 mai	-0.48	-0.54	-0.75
1997	5	14 mai	-0.89*	-0.97*	-0.71
		25 mai	-0.84	-0.93*	-0.62
		03 juin	-0.74	-0.88*	-0.49
		09 juin	-0.56	-0.83	-0.48

*, **, ***, résultats significatifs aux seuils de 5%, 1% et 0.1% respectivement.

Tableau 5. Coefficients de corrélation entre la SF1 par sarment avant floraison et la composition de la vendange.

Table 5. Correlation coefficients between SF1 per shoot before flowering and the composition of harvested grapes.

Année	Nbre parcelles	SF1-Date	Sucres	Ac. malique	Anthocyanes
1986	8	06 juin	0.58	-0.06	0.80*
		13 juin	0.70	-0.32	0.91**
		20 juin	0.71*	-0.49	0.89**
		27 juin	0.70	-0.41	0.90**
1988	11	19 mai	0.66*	-0.42	0.21
		26 mai	0.72*	-0.58	0.38
		02 juin	0.78**	-0.65*	0.39
		09 juin	0.78**	-0.66*	0.43
1990	5	11 mai	-0.19	-0.43	0.41
		15 mai	0.03	-0.63	0.67
		22 mai	0.22	-0.50	0.54
		30 mai	0.54	-0.10	0.34
1997	5	14 mai	0.59	-0.69	0.83
		25 mai	0.52	-0.72	0.90*
		03 juin	0.54	-0.47	0.72
		09 juin	0.31	-0.03	0.83

*, **, ***, résultats significatifs aux seuils de 5%, 1% et 0.1% respectivement.

IV. DISCUSSION

4.1. Vitesse d'accroissement de la surface foliaire primaire.

La surface foliaire primaire mise en place avant floraison, en valeur absolue, semble être en relation avec la précocité des stades phénologiques consécutifs ainsi qu'avec la composition de la vendange. Cependant nous avons vu que cette relation a tendance à s'affaiblir au fur et à mesure que les dates de mesures sont proches de la date de floraison. Cet aspect particulier nous a conduit à nous intéresser à la vitesse de mise en place de la surface foliaire, qui est susceptible de varier beaucoup entre le débourrement et la floraison. Elle a été calculée en pourcentage d'accroissement journalier entre les dates de mesures (Tableau 6). Les résultats graphiques pour la période pré-floraison en 1988 et 1997 apparaissent à la figure 3.

Tableau 6. Pourcentage (%) journalier d'accroissement de la surface foliaire primaire en période pré-floraison.

	1986		1988			1990		1997	
	06-13/6	13-20/6	19-26/5	26/5-02/6	02/6-09/6	15-22/5	22-30/5	14-25/5	25/5-03/6
1CHA			14.7	2.1	4.0	3.8	1.0	10.5	4.4
1DAM	6.5	7.5	11.7	2.6	3.7	5.7	2.5	9.1	7.4
1FON			12.0	2.9	3.7			8.0	5.3
1TUR	6.3	7.8	11.6	3.0	3.7	3.4	3.3		
2EL	5.7	10.4	12.9	1.4	3.8			8.6	8.4
2ING	6.2	6.6	9.1	2.6	3.6	11.0	7.9	9.7	8.1
3EL	8.3	8.4	15.3	1.6	4.3	4.7	2.1		

En 1986, la floraison survient au moment où la vitesse de mise en place de la surface foliaire continue de s'accroître sur tous les terroirs ; 2EL présente l'accélération la plus importante.

Pour les autres millésimes au contraire, la décélération est notable juste avant la floraison, avec cependant une légère reprise en 1988, début juin, suite aux 10 mm de pluie de la première décennie (Fig. 3), comme cela avait déjà été constaté par PINARD (1988). Cette année-là, les terroirs les plus sensibles au stress hydrique - 1CHA et 1FON - montrent leur forte réaction à la pluviométrie : 32 mm la 3ème décennie de mai. En général, en l'absence de pluies, les terroirs où la vitesse de croissance se réduit le plus rapidement sont les terroirs précoces et/ou qui induisent une vigueur faible (1CHA, 1FON) de par leur alimentation hydrique limitée. Ceux où la vitesse diminue lentement sont des terroirs qui induisent une forte vigueur (2EL, 3EL) ou qui sont tardifs (2ING ET 1TUR). Enfin le terroir 1 DAM présente une situation intermédiaire qui tient à la fois à sa précocité et à sa faculté d'être alimenté en eau de façon modérée et régulière.

Les différences entre terroirs sur toute la durée du cycle pour le millésime 1990 sont mises en évidence sur la figure 4. Le graphique montre de nouveau la réactivité de 1CHA à la pluviométrie (10 mm du 1er au 7 juin ; 13 mm du 17 au 20 juin), laquelle se traduit à chaque fois par une reprise vigoureuse de la croissance foliaire. Les autres terroirs étudiés cette année-là ont un pouvoir tampon bien plus important.

4.2. Proposition de modèle d'itinéraire physiologique de la maturation.

Les considérations précédentes nous ont amené à nous intéresser au facteur précocité lequel est sous la dépendance, au moins durant la première partie du cycle -jusqu'au stade floraison-, du pédoclimat thermique au niveau des pics racinaires. Il en résulte des différences importantes quant à la surface foliaire en place au moment de la floraison ; les terroirs à débourrement précoce ayant une surface foliaire primaire plus importante au moment de la floraison. La floraison, elle, est plus influencée par le mésoclimat (CARBONNEAU et al., 1992), d'où une plus ou moins bonne concordance avec le stade de développement foliaire atteint à ce moment-là. A partir d'une situation initiale identique (taille à la même date - en général le 15 février - et bourgeons dormants jusqu'à une certaine date - en principe jusqu'au 1er mars), les différences de précocité dans la première partie du cycle vont rapidement faire apparaître des divergences entre terroirs. La floraison peut, si elle est groupée réduire quelque peu les écarts, ou bien les accentuer si elle est étalée. De toutes façons, les terroirs tardifs ont un important déficit foliaire par rapport aux terroirs précoces. A ce titre, la date de floraison peut être considérée comme une date-clé, comme l'ont montré BRANCOURT-HULMEL et al. (1997).

Dans la seconde partie du cycle, après nouaison, l'alimentation en eau peut encore modifier la hiérarchie entre terroirs de la zone médiane. En effet le facteur hydrique, différent d'un terroir à l'autre, va avoir des répercussions sur la précocité de l'arrêt de croissance (MORLAT et al., 1992) et la date de véraison. Les terroirs qui bénéficient d'un stress hydrique modéré vont regagner en précocité, au contraire ceux dont l'alimentation hydrique est abondante vont continuer à produire de la biomasse primaire et prendre du retard. Une nouvelle hiérarchie va donc apparaître au moment de la véraison, laquelle sera déterminante sur la composition des baies à la vendange. L'alimentation en eau devient le facteur prépondérant qui va conditionner la mobilisation des métabolites issus de la photosynthèse vers les différents puits : baies ou/et organes végétatifs en croissance.

Cela nous conduit à proposer un modèle de fonctionnement de la vigne, en zone septentrionale atlantique, caractérisé par l'importance des facteurs "précocité du cycle" et "alimentation en eau". Le premier facteur serait plus important avant floraison alors que le second serait

prépondérant après nouaison. Selon ce modèle (figure 5), les processus physiologiques mis en oeuvre au cours du cycle annuel de la vigne suivraient des cheminements non-linéaires, caractérisés par des possibilités de bifurcations importantes au niveau des stades floraison-nouaison et véraison.

Cette propriété de non-linéarité fait que, sous un même climat régional et quelque soit le terroir, la précision de la prévision de qualité de vendange doit être relativisée et décrite en termes de probabilités. Les terroirs toujours précoces et ceux toujours tardifs, donc à faible interaction avec le millésime, ont une forte probabilité de donner des vendanges dont la composition sera fondamentalement différente ; les premiers seront toujours plus qualitatifs que les seconds. Quant aux terroirs à forte interaction avec le millésime, leur cheminement physiologique va être plus erratique ; selon le millésime ils rejoindront soit le groupe des précoces, soit celui des tardifs, avec les conséquences que cela implique sur la composition de la vendange.

V. CONCLUSIONS

Les résultats des essais conduits sur les terroirs à Cabernet franc de la moyenne Vallée de la Loire montrent qu'il existe des différences importantes de surface foliaire primaire au moment de la floraison : les terroirs les plus précoces présentent un avantage photosynthétique capital dès la nouaison, lequel peut avoir un effet non négligeable sur la qualité de la vendange. A cet aspect précocité vient s'ajouter le rôle de l'alimentation hydrique qui, selon le degré d'approvisionnement, va orienter la physiologie de la plante plus vers la fonction végétative ou plus vers la fonction reproductive. L'espace de probabilité d'obtenir une certaine qualité de vendange sera d'autant plus circonscrit que l'on aura une meilleure connaissance des relations plante-terroir. Si l'on veut affiner la prévision, il est indispensable de poursuivre l'étude du déterminisme de la mise en place de la surface foliaire en relation avec la précocité et l'alimentation hydrique. Il n'est d'ailleurs pas exclu que les différences de surface foliaire primaire établie avant floraison que l'on constate d'un terroir à l'autre jouent un rôle non seulement sur la qualité de la vendange, mais également sur la typicité des vins, par le biais de la biosynthèse différenciée de précurseurs d'anthocyanes, de tanins et d'arômes.

BIBLIOGRAPHIE

- BARBEAU G., MORLAT R., ASSELIN C., 1998a. Relations entre précocité de la vigne et composition des baies de divers cépages du Val de Loire (France). Progrès Agricole et Viticole, 115 N° 5 et 6.
- BARBEAU G., MORLAT R., ASSELIN C., JACQUET A., PINARD C., 1998b. Comportement du cépage Cabernet franc dans différents terroirs du Val de Loire ; incidence de la précocité sur le potentiel vendange en année climatique normale (exemple de 1988). Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 1998, N°2.
- BRANCOURT-HULMEL M., BIARNES-DUMOULIN V., DENIS J.B., 1997. Points de repère dans l'analyse de la stabilité et de l'interaction génotype-milieu en amélioration des plantes. Agronomie. 17, N° 4. pp. 219-246.
- CALO et al, 1990. La teneur en sucre du raisin: le déterminisme climatique. Rapport aux membres du groupe de travail "Essai international d'écologie".
- CARBONNEAU A., 1976. 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., 1996. Interactions "terroir X vigne": facteurs de maîtrise du micro-environnement et de la physiologie de la plante en rapport avec le niveau de la maturité et les éléments de typicité. 1er Colloque International "les Terroirs Viticoles", Centre des Congrès d'Angers les 17 et 18 juillet 1996.
- CARBONNEAU A., CASTERAN P., LECLAIR P., 1978. Essai de détermination, en biologie de la plante entière, de relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la vigne et la composition du raisin. Méthodologie et premiers résultats sur les systèmes de conduite. *Ann. Amélior. Plantes*, 28 (2), 195-221.
- CARBONNEAU A., RIOU C., GUYON D., RIOM J., SCHNEIDER C., 1992. Agrométéorologie de la vigne en France. Office des Publications Officielles des Communautés Européennes, Luxembourg.
- DUMAS V., LEBON E., MORLAT R., 1997. Différenciations mésoclimatiques au sein du vignoble alsacien. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 31, n°1-9, 9 pages
- HARDY P., 1984. Influence du terroir sur la précocité de la vigne. Rôle du pédoclimat thermique. Mémoire ENITA, Bordeaux.
- FOURNIOUX J.C., 1997. Influences foliaires sur le développement et la maturation des grappes. *Progrès Agricole et Viticole*, 1997, 114, N°17 et N° 100.
- JACQUET A., MORLAT R., 1996. Etude de la composante du terroir viticole en Val de Loire: Relation avec les facteurs physiques du milieu. 1er Colloque International "Les Terroirs Viticoles" Centre des Congrès d'Angers les 17-18 juillet 1996, 4 pages + annexes.
- JOURJON Frédérique, MORLAT R., SEGUIN G., 1992. Développement de la vigne et maturation du raisin dans différents terroirs viticoles de la moyenne Vallée de la Loire. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 26, N° 2, 51-62..
- LEBON E., DUMAS V., MORLAT R., 1996. Influence des facteurs naturels du terroir sur la maturation du raisin en Alsace. 1er Colloque International "les Terroirs Viticoles", Centre des Congrès d'Angers les 17 et 18 juillet 1996.
- LEBON E., DUMAS V., MORLAT R., 1996. Réponses de la vigne à différentes situations pédoclimatiques du vignoble d'Alsace. *Revue Française d'Oenologie*, Janv.-Févr. n°156, p. 22-25.
- 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 de Doctorat, Université de Bordeaux II.
- MORLAT R., JACQUET A., ASSELIN C., 1997. Variabilité de la précocité de la vigne en Val de Loire : rôle du terroir et du millésime. Conséquences sur la composition de la baie et recherche de facteurs explicatifs. *Revue française d'Oenologie*, juillet-août, n° 165, 11-22.
- MORLAT R., PENAVAYRE M., JACQUET A., ASSELIN C., LEMAITRE C., 1992. Influence des terroirs sur le fonctionnement hydrique et la photosynthèse de la vigne en millésime exceptionnellement sec (1990). Conséquences sur la maturation du raisin. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 26, N° 4.
- PINARD 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 E.N.S.S.A.A., Dijon.
- POUGET R., 1966. Etude du rythme végétatif : caractères physiologiques liés à la précocité de débourrement chez la vigne. *Ann. Amél. Plantes*, 16 (1), 81-100.

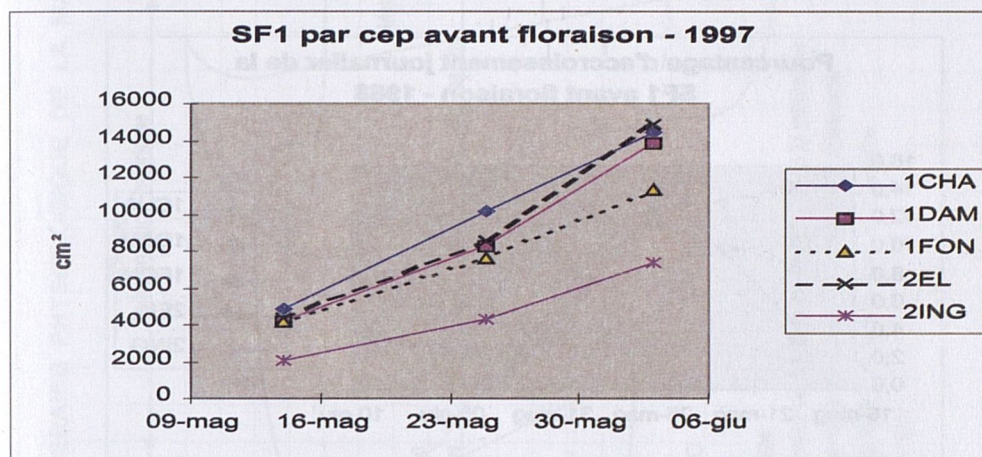
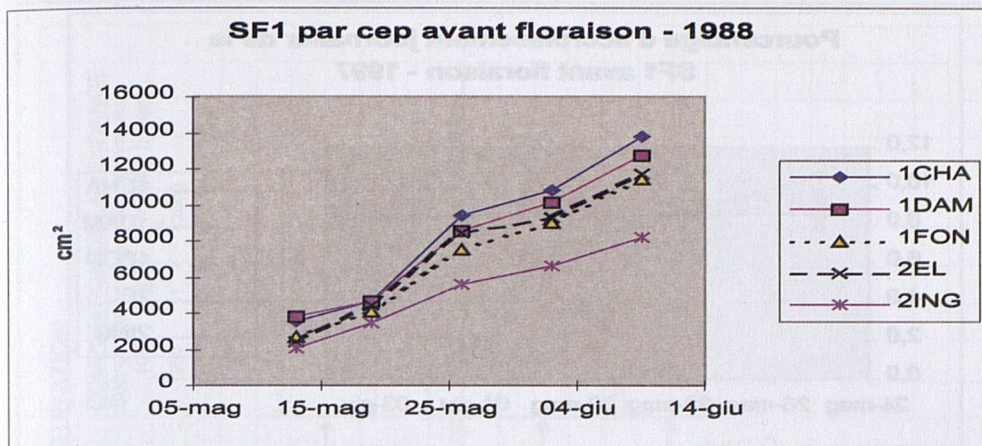


Figure 1

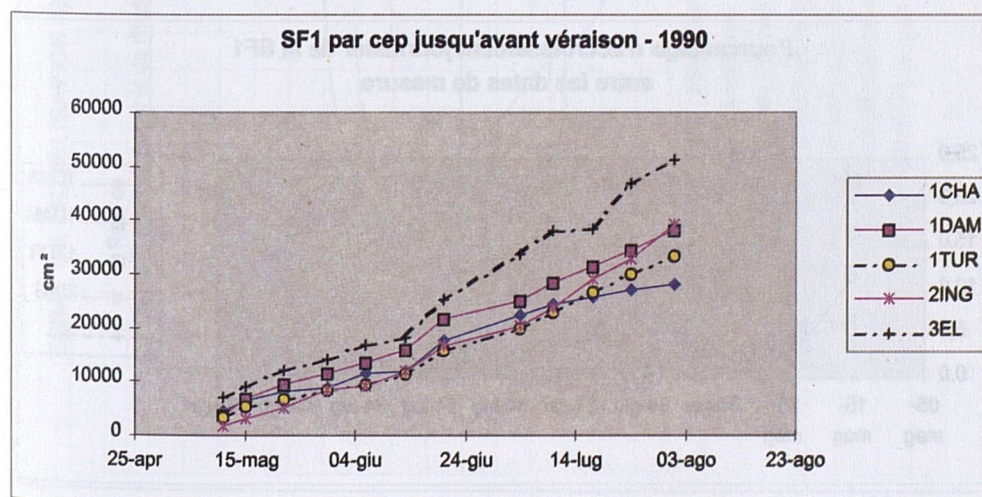


Figure 2

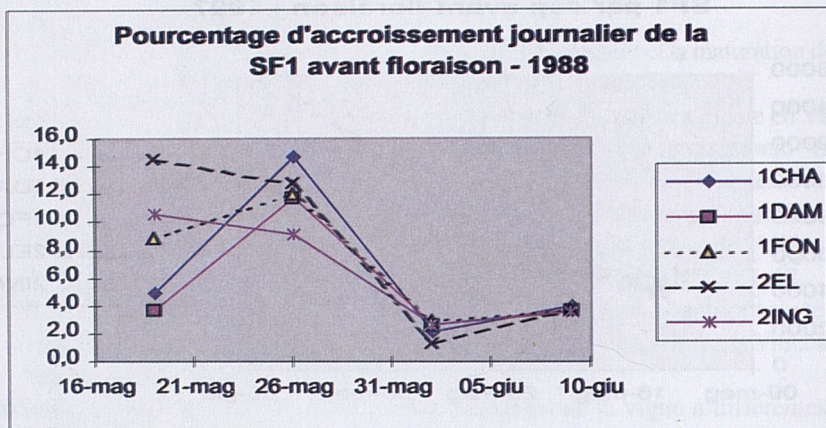
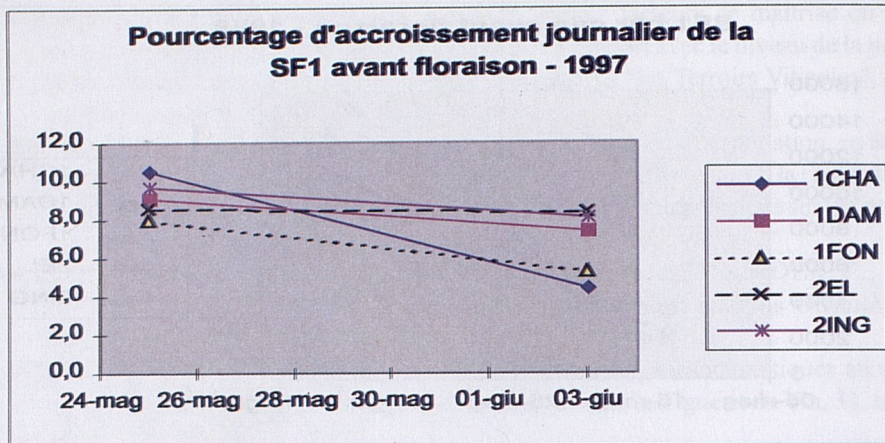


Figure 3

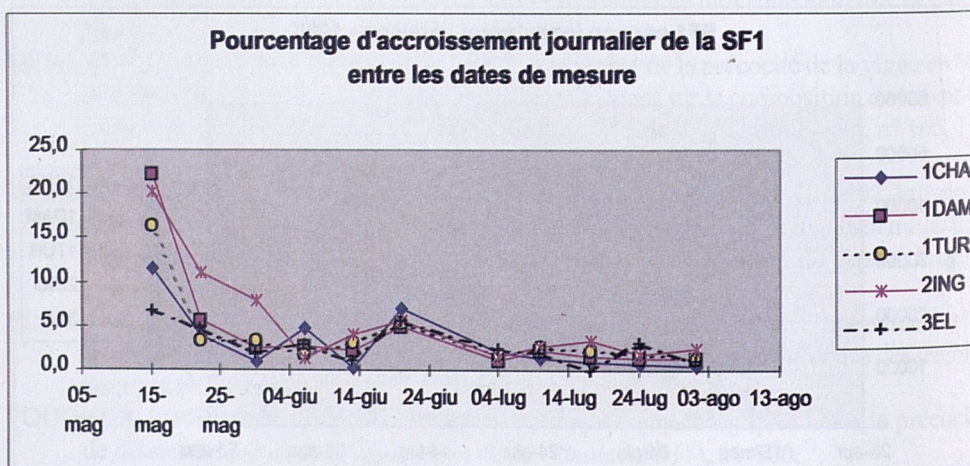


Figure 4

