

PRECOCITE DE MISE EN PLACE ET VITESSE D'ACCROISSEMENT DE LA SURFACE FOLIAIRE PRIMAIRE : DEUX PARAMETRES INDICATIFS DU FONCTIONNEMENT DE LA VIGNE

SETTLING PRECOCITY AND GROWTH KINETICS OF THE PRIMARY LEAF AREA : TWO INDICATIVE PARAMETERS OF GRAPEVINE BEHAVIOUR

Laurence STEVEZ¹, Gérard BARBEAU², Yves CADOT², Marie-Hélène BOUVET², Michel COSNEAU², Christian ASSELIN²

¹ Ecole Supérieure d'Agriculture, 55 rue Rabelais, 49007 Angers. stevez@angers.inra.fr

² INRA-UVV, 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé Cedex. barbeau@angers.inra.fr

Mots clés : vigne, surface foliaire primaire, précocité, vitesse de croissance, qualité

Key words : grapevine, primary leaf area, precocity, growth kinetics, quality

RESUME

Le comportement de la vigne en terme de fonctionnement thermique et hydrique, influe de manière directe sur la qualité des baies de raisin. L'effet du terroir peut être perçu à travers l'étude de paramètres tels que la précocité, la mise en place de la surface foliaire ou la vigueur. Une expérimentation a été conduite en Val de Loire sur le cépage chenin dans le but de mieux comprendre le rôle des variables liées au terroir sur la croissance et le développement de la vigne et *in fine* sur la qualité des baies. Le protocole, basé sur des mesures agro-viticoles et des analyses physico-chimiques réalisées entre 1997 et 2001 s'appuie sur un réseau de 5 parcelles expérimentales, établi en 1990. Ce réseau repose sur le modèle de milieu physique « roche-altération-altérité », élaboré par MORLAT (1998). Des résultats significatifs ont été mis en évidence quant à la précocité de mise en place du feuillage et la vitesse d'accroissement de la surface foliaire. La précocité d'apparition du feuillage diffère en fonction du milieu rencontré, roche, altération ou altérité, la précocité de mi-débourrement sur le milieu roche étant plus forte. La vitesse d'accroissement de la surface foliaire varie également en fonction du milieu. Les parcelles sur roche, plus précoces, ont leur vitesse d'accroissement du feuillage primaire la plus importante plusieurs semaines avant floraison. Sur milieu altérité, plus tardif, la vitesse d'installation du feuillage est significativement plus élevée quelques semaines avant la floraison, voire même durant la floraison; ce qui induit une plus forte concurrence entre le cycle végétatif et reproducteur de la vigne. Les terroirs les plus tardifs sont caractérisés par une teneur en sucres des baies plus faible. Il apparaît une corrélation négative entre une mise en place tardive du feuillage primaire, la vitesse d'accroissement de la surface foliaire et la qualité de la baie. En particulier, l'indice de maturité et le rapport acide tartrique/acide malique semblent bien discriminer les terroirs représentatifs de différents types de fonctionnement de la vigne.

ABSTRACT

The behaviour of the grapevine, in terms of thermic and hydric functioning, has a direct effect on the composition of the berries at harvest time. The «terroir» effect on the vine can be approached through the study of some parameters such as the earliness of the phenological stages, the settling of the leaf area and the vigour. An experiment was conducted in the Mid-Loire valley, with the chenin variety, in order to understand better the role of the «terroir» variables on the growth and development of the vine, and *in fine* on the quality of the berries. The data were obtained over the period 1997-2001 out of a network of 5 experimental plots, characterized by the intensity of the weathering process of their bed-rock : from low (rock type soil) to high (weathered type soil), according to the model proposed by MORLAT (1998). All plots were managed the same way. Significant differences between terroirs were observed concerning the precocity of the establishment of the primary leaf area and its growth kinetics. The primary leaf area settled earlier on the rock type soils than on the weathered type soils. On the former, the growth kinetics reached its highest level several weeks before flowering, while on the latter, the quicker increase of the leaf area took place just a few weeks before or even during the flowering stage. On the weathered type terroirs, this late increase induces a stronger competition between the vegetative and the reproductive cycles for the photosynthetic metabolites; at that stage (fruit set), the grapevine needs still to spend much energy to build its leaf area. Regarding berry composition, terroirs corresponding to the weathered type soils were found to produce less sugars and more malic acid than the rock type terroirs. This experiment showed a negative correlation between a late settling of the leaf area, its rapid growth and the quality of the berries. Two particular indexes – the maturity index and the tartaric/malic acid ratio – seem able to discriminate the terroirs regarding their different functioning mode.

INTRODUCTION

Dans les vignobles septentrionaux, la précocité de réalisation du cycle physiologique est reconnue comme étant une composante prépondérante de la qualité de la vendange (MORLAT et HARDY, 1986 ; DUC *et al*, 1996 ; MORLAT *et al*, 1997 ; BARBEAU *et al*, 1998 a et b). Les recherches menées par l'Unité Vigne et Vin du centre INRA d'Angers ont d'ailleurs conduit depuis 1997 à l'intégration du facteur précocité dans les critères de sélection de clones qualitatifs de chenin (BARBEAU *et al*, 1999). Ce facteur peut être apprécié à travers des indices de précocité de cycle, établis par BARBEAU *et al* (1998 b), et basés sur les dates de mi-floraison, mi-véraison et la période encadrée par les deux stades. La véraison reste malgré tout un stade difficilement repérable visuellement pour les cépages blancs comme le chenin. Il est intéressant de considérer l'hypothèse de l'évolution de la surface foliaire primaire comme indicateur de fonctionnement de la vigne, en terme de précocité. Les vignes vigoureuses, caractérisées par un développement important de la surface foliaire primaire, s'avèrent physiologiquement plus jeunes (BRANAS, 1974, CHAMPAGNOL, 1984). Il en résulte des retards végétatifs et phénologiques significatifs (TESIC *et al*, 2001), ainsi qu'une maturité moindre à date égale. Parallèlement, les travaux de MORLAT *et al* (2001) ont démontré la relation entre précocité et faible vigueur, avançant notamment le rôle du régime hydrique sur ces variables de fonctionnement. Nous nous proposons de comparer dans un premier temps la mise en place de la surface foliaire primaire sur 5 parcelles chenin, caractérisées par des fonctionnements thermiques et hydriques différents, en relation avec le modèle de milieu physique développé par MORLAT (1998). Les résultats relatifs à l'apparition et la vitesse d'accroissement de la surface foliaire primaire seront ensuite mis en relation avec les caractéristiques physico-chimiques des baies.

MATERIELS ET METHODES

Parcelles d'essai :

L'étude du cépage chenin s'appuie depuis 1990 sur un réseau de 5 parcelles expérimentales, mises à disposition par des viticulteurs ; les sols étudiés sont représentatifs de la variabilité rencontrée dans l'appellation Coteaux du Layon (Fig.1). Chaque parcelle est identifiée comme appartenant à un milieu roche, altération ou altérite, caractérisé par la profondeur d'apparition et le degré d'altération de la roche mère, d'après le modèle physique établi par MORLAT (1998).

Dispositif expérimental :

Le matériel végétal, identique d'une parcelle à l'autre, est constitué de 210 ceps de chenin clone 220, greffé sur porte-greffe SO₄ et plantés de 1986 à 1988. Les essais couvrent 5 rangs par parcelle, la densité variant de 4500 à 5000 pieds/ha. Le fonctionnement de la vigne est plus précisément étudié à partir d'un dispositif constitué de 24 souches de référence, réparties de manière aléatoire en 8 séquences de 3 ceps consécutifs. Les itinéraires techniques sont similaires d'une parcelle à l'autre, de manière à ne considérer que l'effet des facteurs naturels sur la plante. Parallèlement aux mesures sur le végétal, un suivi climatologique parcellaire est effectué depuis 1996, à l'aide de stations météorologiques implantées au sein des essais.

Variables étudiées :

Précocité d'apparition et d'installation du feuillage :

La précocité d'apparition du feuillage est évaluée à partir des dates de mi-débourrement. Les notations de débourrement mises en oeuvre, consistent en un dénombrement sur les 24 ceps de référence, des bourgeons au stade « pointe verte » (échelle de BAGGIOLINI, 1952). Les comptages ont lieu jusqu'à ce que la date moyenne de mi-débourrement (D50) de chaque parcelle soit dépassée.

La vitesse d'installation du feuillage, exprimée en pourcentage d'accroissement journalier, est étudiée à partir d'un suivi de l'évolution de la surface foliaire primaire. Compte-tenu de l'époque de déroulement des mesures, de mai à fin juin, la prise en compte de la surface foliaire primaire plutôt que totale est apparue plus judicieuse. Les mesures de surface foliaire primaire sont réalisées sur les 24 ceps de référence, selon la méthode CARBONNEAU (1976). Les coefficients ϕ ont été calculés chaque année, à partir d'échantillons de 50 feuilles (CARBONNEAU, 1976), excepté pour l'année 1997. Les coefficients utilisés cette année-là ont été calculés comme étant la moyenne des années 1998, 1999 et 2000. Les surfaces foliaires relatives au millésime 2000 ne seront pas prises en compte, dans la suite de l'exposé en raison de la taille insuffisante de l'échantillon mesuré. L'analyse de la mise en place du feuillage est complétée par des notations du pourcentage de floraison, de façon à déterminer les dates de mi-floraison (F50). Un indice de précocité à la floraison est calculé suivant la méthode BARBEAU *et al* (1998 b).

Caractéristiques physico-chimiques des baies

Un suivi de maturation est effectué chaque année durant la période véraison-vendanges, de façon hebdomadaire. La concentration en sucres et les teneurs en acides organiques, principaux paramètres étudiés, sont caractérisés à travers le degré alcoolique potentiel (°),

l'acidité titrable (g/L H₂SO₄), le pH, ainsi que les teneurs en acide malique (még/L) et tartrique (még/L). Les paramètres physiques étudiés correspondent au poids (g) et au volume (mL) de 1000 baies (ce dernier paramètre ne sera pas analysé dans le cadre de cette étude). Les analyses physico-chimiques sont réalisées sur des échantillons de 400 baies, issues de l'ensemble de la parcelle considérée, à raison d'une baie prélevée de chaque côté de la souche. Afin d'aborder les relations existant entre la mise en place de la surface foliaire primaire et la composition des baies, des variables calculées seront utilisées, notamment l'indice de maturité (IM = sucres/acidité totale) et le rapport acide tartrique/acide malique (AT/AM), considérés comme deux bons indicateurs du déroulement de la maturation (BARBEAU *et al*, 2000).

Paramètres de vigueur

Si la vitesse d'accroissement foliaire est étudiée ici en tant qu'indicateur de précocité, elle reflète également la vigueur de la vigne (OLLAT, 1991). Afin d'estimer ce dernier effet, nous avons procédé à la détermination des poids de bois de taille, sur la base d'une corrélation positive entre la vigueur et l'expression végétative d'une souche (CHAMPAGNOL, 1984), DELOIRE *et al* (2002) ayant récemment rappelé la relation entre le poids de l'ensemble des sarments d'une souche et l'expression végétative correspondante. La vigueur a été calculée à partir des pesées effectuées sur les 24 ceps de référence, en février de l'année n+1.

Suivi climatique

Il aurait été intéressant dans le cadre de cette étude, de disposer de relevées climatiques parcellaires un peu avant la reprise de la saison végétative. Mais ce type de données n'est disponible que pour les millésimes 2000 et 2001. Les capteurs ont été mis en place plus tardivement les années précédentes, en l'occurrence un peu avant la période de maturation des baies, dans l'objectif d'un suivi de développement de *Botrytis cinerea*. Les quelques différences observées ne sont cependant pas suffisantes pour conclure quant au rôle significatif du mésoclimat. Les caractéristiques des millésimes étudiés sont résumées dans le tableau 1.

Analyse des données

En plus du calcul des moyennes, écarts-types et coefficients de variation, le traitement des données a consisté à réaliser des analyses de variances (logiciel Stat Box¹). Des corrélations simples ont ensuite été complétées par une analyse en composantes principales (ACP), effectuée sous Spad². Dans le cadre de cette dernière analyse, une seule date de prélèvement, proche de la maturité a été prise en compte. Les dates de vendanges variant d'une année sur l'autre, nous avons retenu pour la construction de la base de données les caractéristiques des raisins à la semaine 40 (1^{ère} semaine d'octobre), de manière à pouvoir comparer les millésimes.

¹ Grimmel Logiciels

² CISIA-CERESTA

RESULTATS

Précocité des parcelles au débourrement

Les parcelles apparentées au milieu altéríte ont tendance à débourrer plus tardivement, BOR étant à chaque millésime significativement plus en retard que les parcelles sur milieu altération ou roche (Tableau 2). La parcelle SAU, sur milieu altération, se distingue par un débourrement précoce chaque année. De fait, le fonctionnement de cette parcelle s'apparente davantage à un milieu de type roche. Les millésimes 1998, 1999 et 2001 sont particulièrement discriminants. La distinction entre les parcelles de type roche BON et VAL est moins nette pour les millésimes 2000 et 2001, la parcelle située sur roche dure BON, débourrant plus tardivement deux années sur cinq.

Evolution des surfaces foliaires parcellaires

L'analyse des résultats démontre en premier lieu une incidence particulièrement élevée du millésime sur le développement de la surface foliaire primaire. Pour une même période de mesure, les surfaces foliaires primaires mesurées en 1998 s'avèrent très supérieures à celles déterminées en 1999 et 2001 (Tableau 3). Les surfaces foliaires élevées de 1998 s'expliquent non seulement par des aires de feuilles supérieures mais également par un nombre de feuilles moyen plus important, quelle que soit la parcelle considérée. Le feuillage primaire davantage développé en 1998, peut traduire un effet vigueur plus marqué pour ce millésime. Le phénomène peut être lié à de meilleures disponibilités en azote, en relation avec des conditions climatiques favorables (température et pluviométrie). La date moyenne de mi-débourrement des 5 parcelles pour l'année 1998, plus tardive, ne peut en effet expliquer l'importance des surfaces foliaires cette année-là.

Si les caractéristiques météorologiques du millésime constituent un facteur explicatif important dans le développement de la surface foliaire, l'analyse des résultats met par ailleurs en évidence un comportement parcellaire différent. Entre la mi-mai et la fin du mois de juin, les vignes situées sur milieu altéríte (BLO et BOR) ont un accroissement significativement supérieur de leur surface foliaire primaire, laquelle dépasse sinon égale celle des parcelles sur milieu roche et altération. En 1998, la surface foliaire primaire est ainsi plus élevée sur VAL, BON et SAU à la date du 19 mai (Figure 2). Nous constatons ensuite une augmentation de la vitesse d'accroissement de la SFI sur les parcelles BLO et BOR (Figure 2).

Dans le cas des millésimes 1999 et 2001, la discrimination des parcelles suivant la surface foliaire primaire (en valeur) est à date équivalente, moins nette, car le rattrapage s'est effectué plus tôt. Entre la mi-mai et la fin mai, les parcelles sur altéríte (BLO et BOR) ont déjà des surfaces foliaires primaires équivalentes aux autres. A la date du 26 mai 1999, le feuillage primaire sur BLO est supérieur. En 2001, les surfaces foliaires primaires s'avèrent déjà plus élevées fin mai sur les parcelles situées sur milieu altéríte, l'écart augmentant encore par la suite, du fait de vitesses d'accroissement élevées au mois de juin.

Malgré la perte d'information due au décalage de la période de mesures d'une année à l'autre, l'étude montre que l'apparition tardive du feuillage primaire sur les milieux altéríte est compensée par la suite par une mise en place plus rapide du couvert. Avant la semaine 21, soit environ 3 semaines avant la mi-floraison (pour les années étudiées), la surface foliaire primaire a tendance à être plus importante sur les parcelles situées sur milieu roche et altération. Ceci est d'autant plus vrai que le millésime est sec (1997 et 1998). Après cette date, la SFI des parcelles les plus tardives vient à dépasser celle des plus précoces. En 1998, cela s'est produit au moment de la floraison.

La surface foliaire primaire et sa vitesse d'accroissement peuvent être mises en parallèle avec la précocité au débourrement des parcelles. Les parcelles débourrant tardivement, rattrapent leur retard en terme de développement végétatif quelques semaines avant la mi-floraison. Cette compensation peut s'expliquer par une vigueur plus importante de ces mêmes parcelles. Cette vigueur induit par ailleurs une croissance prolongée du cycle végétatif, qui se traduit à travers des vitesses d'accroissement encore élevées au moment de la floraison. Des phénomènes de concurrence entre les feuilles en croissance et l'allocation des sucres synthétisés vers les puits d'assimilats des baies sont alors possibles.

Caractérisation physico-chimique des baies

L'indice de maturité (IM) et le rapport acide tartrique/acide malique (AT/AM) discriminent très nettement les parcelles (Figures 3,4,5 et 6). Les baies échantillonnées prélevées sur VAL et BON, parcelles sur milieu roche, se caractérisent par des rapports supérieurs à ceux des parcelles sur altérite ; celles-ci ont des teneurs plus élevées en acides organiques, notamment en acide malique. La parcelle apparentée à la variante altération comporte elle des valeurs intermédiaires, mais avec un indice de maturité proche de celui calculé sur les milieux roches. Elle se caractérise de fait par un degré alcoolique potentiel équivalent à ceux rencontrés sur VAL et BON. Ces deux rapports caractérisent également la climatologie du millésime ; ils sont d'autant plus élevés que l'année a été sèche. L'étude plus précise des températures au cours du suivi de maturation pourrait confirmer le rôle des amplitudes thermiques dans la diminution du taux d'acide malique (JACKSON et LOMBARD, 1993) donc dans l'augmentation du rapport AT/AM.

DISCUSSION

Relations entre la SFI et la composition des baies

L'analyse en composantes principales de la base de données (Figure 7) permet d'évaluer l'incidence des variables éco-physiologiques étudiées sur les caractéristiques des baies à la semaine 40. Les résultats doivent cependant être relativisés, compte-tenu des données manquantes de 1997 (date de mi-floraison) et de 2000 (surfaces foliaires et vitesses d'accroissement).

D'après l'histogramme des valeurs propres, 68% de l'information est représentée par les axes 1 et 2. Le premier axe oppose l'acidité titrable, l'acide malique et les dates des stades phénologiques au degré potentiel, au rapport AT/AM et à l'indice de maturité. L'analyse des variables constitutives de l'axe 1 confirme de fait l'intérêt du rapport AT/AM et de l'indice de maturité, en tant qu'indicateurs de la précocité de cycle et des caractéristiques qualitatives de la vendange. Le second axe oppose les surfaces foliaires mesurées trois semaines (SF(date 1)) et dix jours (SF(date 2)) avant floraison, la vitesse d'accroissement foliaire à la deuxième date (vSF(date 2)) à la teneur en acide tartrique ainsi qu'au poids de mille baies. L'analyse de la contribution des individus aux axes révèle en outre un effet millésime particulièrement important.

Concernant les relations entre les variables éco-physiologiques, la matrice des valeurs tests indique une relation positive entre les surfaces foliaires mesurées trois semaines et dix jours avant la mi-floraison. Ajoutons également que les parcelles ayant les surfaces foliaires les plus élevées connaissent un taux d'accroissement significatif quelques semaines avant la période de mi-floraison. La valeur test reliant vSF(date 1) et F50 est d'ailleurs fortement positive, +4.49. La date de mi-floraison est d'autant plus retardée que la vitesse

d'accroissement foliaire, trois semaines avant la floraison est élevée. En revanche, nous constatons une absence de relation entre la vitesse d'accroissement foliaire 10 jours avant la période de mi-floraison et cette même F50. Ces résultats semblent bien confirmer le fait que le retard de développement de la surface foliaire, caractérisant les parcelles tardives en début de cycle, est compensé bien avant la floraison.

Les relations entre variables éco-physiologiques et physico-chimiques apparaissent comme étant moins flagrantes. Les corrélations les plus élevées en valeur absolue, sont obtenues entre les dates de mi-débourrement et de mi-floraison et de manière générale, les variables physico-chimiques ; excepté pour la teneur en acide tartrique, pour laquelle aucune relation avec la date de mi-débourrement et de mi-floraison n'est significative. Cette absence de lien va dans le sens des résultats établis par BARBEAU *et al* (1998a), confirmés par TESIC *et al* (2001). Le traitement des données met aussi en avant la relation positive entre le poids de bois de taille et l'acidité titrable. Cette dernière variable est elle-même corrélée à la vitesse d'accroissement foliaire ($vSF(date\ 1)$), plus celle-ci augmente, plus les baies seront caractérisées par un taux d'acidité important. Il existe également une relation négative entre la teneur en acide tartrique et la surface foliaire à cette date.

La relation la plus élevée (valeur test 4,13) est obtenue entre la teneur en acide malique et la date de mi-floraison. Plus la floraison est tardive, plus la teneur en acide malique va être importante, et dans une moindre mesure l'acidité titrable. Dans la mesure où une date de mi-floraison précoce induit une durée plus courte de la période floraison-véraison (BARBEAU *et al*, 1998a), la relation entre F50 et AM confirme l'étude de TESIC *et al* (2001).

Le degré potentiel est lui corrélé négativement à D50 (valeur test -3.82) et au poids de bois de taille (valeur test -2.76). Une vigueur forte peut influencer de manière négative sur le degré potentiel, dans le sens où cela induit à priori des réserves en amidon supérieures, favorisant la croissance foliaire. En revanche, la matrice de corrélation ne met pas en évidence de lien entre le degré potentiel et la date de mi-floraison. L'indice de maturité est lui-même, moins fortement corrélé avec la F50 qu'avec le débourrement D50. Ces résultats permettent de penser que dans le cadre de cette étude, la précocité d'apparition du feuillage conditionne davantage la concentration en sucres donc le degré potentiel que la date de mi-floraison. La teneur en acide malique semble, elle, davantage liée à F50 qu'à la vitesse d'accroissement foliaire quelques semaines avant la mi-floraison.

L'étude permet de conclure au rôle favorable de la précocité d'apparition du feuillage, via la date de mi-débourrement, sur la qualité de la baie. Les vignes sur milieu roche dont la surface foliaire primaire va se mettre en place plus tôt, auront tendance à présenter, à date égale, une maturité des baies plus élevée. Cela confirme le fait qu'en Val de Loire, la précocité de début de cycle constitue un des facteurs conditionnant la qualité de la vendange. La mise en place précoce du feuillage primaire associée à une plus faible vigueur induit un arrêt également précoce du développement végétatif et donc, la migration des sucres vers les baies est favorisée. Les parcelles les plus tardives sur milieu altérité, compensent leur retard végétatif par une vitesse de croissance foliaire plus élevée quelques semaines avant la floraison. Le retard de ces mêmes parcelles au niveau du cycle physiologique se traduit par une date de mi-floraison décalée ainsi qu'une arrivée à maturité des baies plus tardive. Leurs teneurs en acide malique sont de fait plus élevées. La forte vigueur constatée sur ces parcelles induit conjointement une croissance prolongée de la surface foliaire, entraînant davantage de concurrence avec les baies. Ces résultats nous amènent à proposer un modèle de croissance de la surface foliaire primaire du chenin en fonction de la variante roche ou altérité du modèle de milieu physique proposé par MORLAT (1998), la parcelle apparentée au milieu altération s'avérant moins bien discriminée (Figure 7).

Rôle de l'alimentation hydrique

Les résultats développés ci-dessus ont mis en évidence le rôle du facteur vigueur dans la mise en place de la surface foliaire primaire des parcelles sur altérite. C'est dans ce cadre-là qu'une détermination des réserves utiles des parcelles a été mise en oeuvre en 2000, l'effet vigueur étant en partie lié aux disponibilités en eau du sol. Le régime hydrique des parcelles sur altérite apparaît de fait non contraignant, avec des réserves utiles calculées supérieures à 200 mm, à 1m50 de profondeur. Depuis l'année 2000, des mesures d'évaluation de l'alimentation hydrique complémentaires sont réalisées, avec pour objectif de préciser le rôle du régime hydrique sur la maturation de la baie, ainsi que son interaction avec les autres composantes que sont la précocité et la vigueur. Des mesures sur le végétal et sur le sol sont effectuées, à travers la réalisation de potentiels foliaires de base, de potentiels de tige et des mesures d'humidité volumique des sols. Les premiers résultats mettent en évidence l'incidence significative de l'état hydrique du système sol-vigne sur les caractéristiques des baies, avec une relation négative entre l'acide malique et l'humidité volumique du sol à partir de la véraison. Il serait intéressant de suivre cette évolution de manière hebdomadaire durant toute la période de maturation du raisin de manière à préciser l'intérêt du rapport AT/AM en tant que paramètre indicateur de la contrainte hydrique.

CONCLUSION

L'étude a mis en évidence un rattrapage quelques semaines avant la mi-floraison, de la surface foliaire primaire des parcelles les plus tardives, ce rattrapage étant dû à leur forte vigueur. Malgré cela, ces parcelles sur altérite se caractérisent à la fois par un faible indice de maturité et un rapport AT/AM élevé, du fait d'une croissance végétative prolongée et d'un retard phénologique. Une mise en place précoce du feuillage primaire associée à une vigueur modérée voire faible, caractéristiques de la variante roche, favorise de fait la qualité potentielle de la vendange, à travers un degré potentiel alcoolique suffisant voire élevé et une faible acidité. L'étude permet en définitive de confirmer le rôle dans l'élaboration de la qualité de la baie, d'une installation précoce de la surface foliaire primaire en début de cycle. L'alimentation hydrique pourrait être un élément explicatif majeur du fonctionnement des parcelles du réseau pilote-Layon.

Références bibliographiques

BAGGIOLINI M.(1952). Les stades repères dans le développement de la vigne. *Revue romande d'agriculture et de viticulture*, n°8, p 4-6.

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*, n° 5, p106-111.

BARBEAU G., MORLAT R., ASSELIN C. (1998b). Relations entre précocité de la vigne et composition des baies de divers cépages du Val de Loire (France). *Progrès Agricole et Viticole*, n° 6, p 127-130.

BARBEAU G., COUSIN M., BLIN A., PANNEAU J.P., BOUVET M.H., MEGE A. (1999). Méthodologie de sélection clonale chez la vigne (*Vitis vinifera*). Prise en compte de la précocité de cycle et de l'interaction clone*terroir. *Bulletin de l'OIV*, 825-826, p 731-751.

BARBEAU G., MORLAT R., ASSELIN C., CADOT Y.(2000). Contribution à l'étude des relations entre des variables de fonctionnement des terroirs du Val de Loire et l'évolution des acides organiques des baies durant la maturation du raisin.

BRANAS J.(1974). Viticulture. *Imprimerie Déhan, Montpellier.*

CARBONNEAU A.(1976). Principes et méthodes de mesure de la surface foliaire. Essai de caractérisation des types de feuilles dans le genre *Vitis*. *Annales de l'amélioration des plantes*, vol26 (2), p 327-343.

CHAMPAGNOL F.(1984). Eléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale. *Imprimerie Déhan, Montpellier, 350p.*

DELOIRE A., LOPEZ F. et CARBONNEAU A. (2002). Réponses de la vigne et terroir - éléments pour une méthode d'étude. *Progrès agricole et viticole*, 119, n°4, p 78-86.

DUC D., ASSELIN C., PAGES J., MORLAT R. (1996). Etude des relations entre critères sensoriels et analyses des vins et des vendanges de Cabernet franc issus de terroirs et de millésimes différents en Val de Loire. Essai de caractérisation de la typicité. *Premier colloque international « Les terroirs viticoles » ; Angers , France, 17-18 juillet.*

JACKSON D.I., LOMBARD P.B.(1993). Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality-A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, volume 44, n°4, p 409-430.

MORLAT R., HARDY P. (1986). Résultats concernant les variations de précocité de la vigne dans le Val de Loire. Importance du pédoclimat thermique. *Communication au troisième Symposium International de Physiologie de la Vigne. Bordeaux, p 332-338.*

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*, n°165, p11-22.

MORLAT R. (1998). Les relations entre le terroir, la vigne et le vin. *Compte rendu Académie d'Agriculture de France*, 2, p 19-32.

MORLAT R., BARBEAU G., ASSELIN C., BESNARD E. (2001). Un raisin de qualité, de la vigne à la cuve. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin. N° Hors-série.*

OLLAT N. (1991). Les critères majeurs d'appréciation de la valeur d'un système de conduite. *Compte-rendu des journées GESCO sur les systèmes de conduite, CONEGLIANO, Avril 91. Edité par le ministère de l'agriculture et de la forêt.*

TESIC D., WOOLLEY D.J., HEWETT E.W., MARTIN D.J. (2001). Environmental effect on cv Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grown in Hawke's Bay, New Zealand. 1.Phenology and characterisation of viticultural environments. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 8, p 3-14.

Tableau 1- Caractérisation des millésimes étudiés (Station météorologique de Montreuil-Bellay-49)

	1997	1998	1999	2000	2001
Temp. moy. année (°C)	12,8	12,3	13,1	13,1	12,8
Somme Temp. 01/04-30/09 (°C)	1363,1	1268,9	1393,5	1352,9	1292,7
Pluviométrie année (mm)	480,6	613,5	800,7	717,5	642,0
Pluviométrie 01/04-30/09 (mm)	233,6	326,5	417,2	327,0	300,0
Ensoleillement (Heures)	2378,3	2120,1	2056,2	2047,0	2104,7
Ensoleillement 01/04-30/09 (H)	1656,0	1332,8	1425,3	1393,2	1497,3

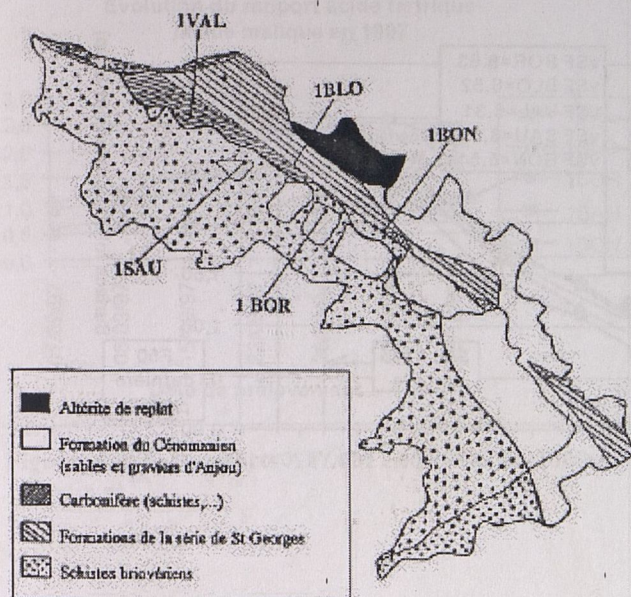
Tableau 2- Dates de mi- débourrement (jour calendaire)

D50	1997	1998	1999	2000	2001
VAL	81.8 c	94 bc	89.9 c	100.5 b	88.2 b
SAU	81.8 c	91.8 d	92 b	100.5 b	88.6 b
BLO	83.8 b	94.7 ab	93.7a	101.8 b	91.5 a
BOR	86 a	95.5 a	93.3 a	104 a	92 a
BON	83.6b	93.2c	92.1 b	99.4 b	88.8 b

Les lettres a, b, c ,d correspondent aux groupes homogènes, issus de tests de Newman-Keuls effectués sur les dates de mi-débourrement (seuil de signification à 5%).

Tableau 3- Surfaces foliaires primaires (m²/cep) à la fin du mois de mai

Date de mesure	VAL	SAU	BLO	BOR	BON
26 mai 1998	1.42	1.38	1.16	1.09	1.28
26 mai 1999	0.60.3	0.54	0.75	0.61	0.60
25 mai 2001	0.54	0.49	0.56	0.57	0.52



	Profil géo-pédologique	Variante du modèle de milieu physique (Morlat, 1997)
B O N	Limon moyen sableux, caillouteux, de 50cm d'épaisseur sur schistes de l'Ordovicien-dévonien	Roche
B L O	Sol limono-argileux reposant à 80cm de profondeur sur schistes gréseux de l'Ordovicien-Dévonien	Altérite
B O R	Sables et graviers d'Anjou très épais (>2 m) sur lits argileux du Cénomannien	Assimilé Altérite
S A U	Recouvrement sablo-graveleux reposant à 65 cm sur altération du métagrauwacke du Briovérien	Assimilé Altération
V A L	Sol sablo-limoneux caillouteux de 45 cm d'épaisseur, sur métagrauwacke du Briovérien	Roche

Figure 1- Situation et caractéristiques des parcelles expérimentales dans l'aire d'appellation des Coteaux du Layon

Evolution de la surface foliaire primaire en 1998, en relation avec la date de mi-débourrement des parcelles

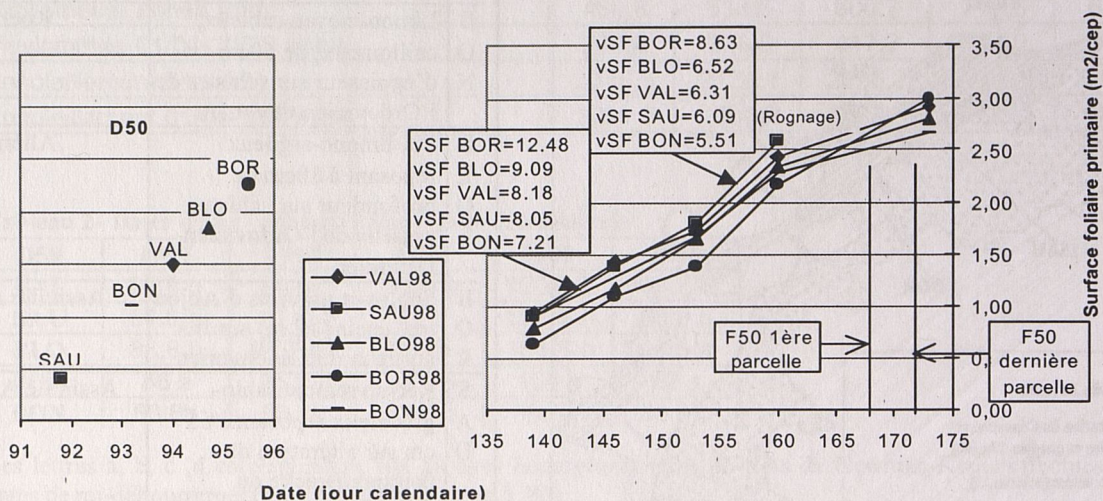
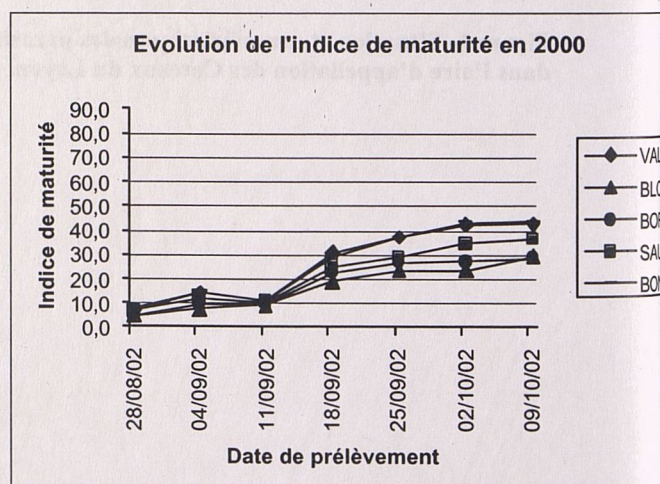
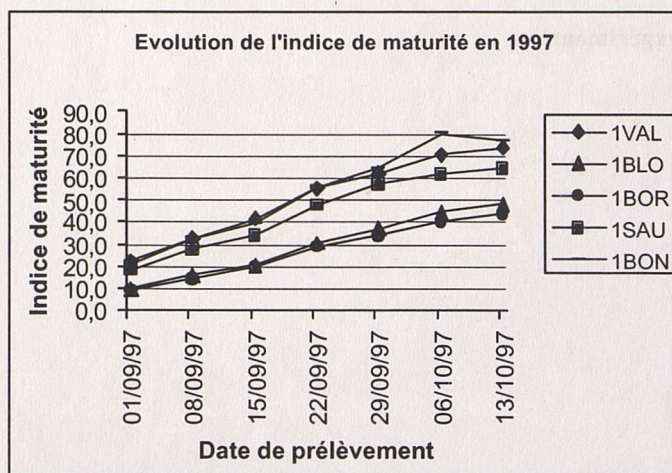
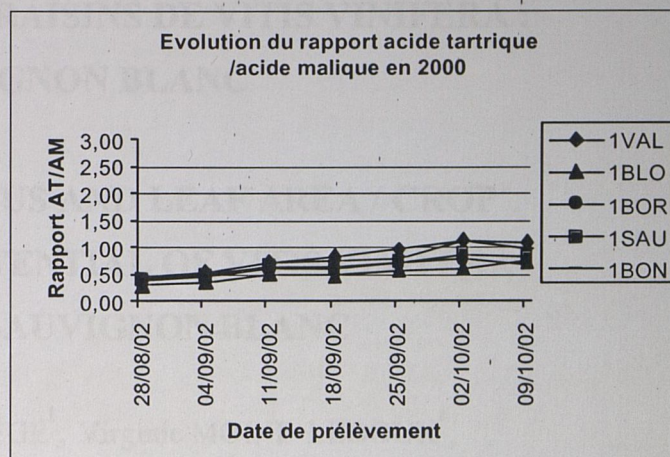
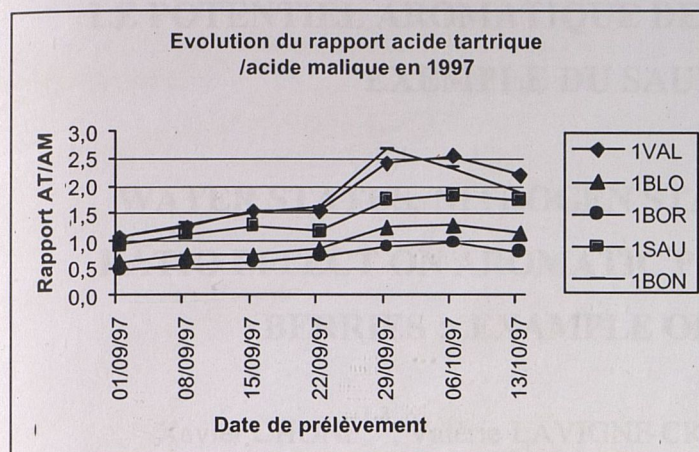


Figure 2- Evolution de la surface foliaire primaire en 1998.



Figures 3 et 4. Indices de maturité en 1997 (année sèche) et en 2000 (année humide)

Figures 5 et 6- Rapports AT/AM en 1997 et en 2000



Figures 5 et 6- Rapports AT/AM en 1997 et en 2000

Figure 7- Analyse en composantes principales : a) corrélations entre variables ; b) positionnement des individus.

Mots clés : terroir, vigna, déficit hydrique, potentiel redox, surface, fertilité, alimentation en azote, fertilisation, analyse, précurseurs cystéiniques, acides, composés réducteurs, glutathion, composés phénoliques.

Key words : terroir, vine, water deficit, water potential, redox, surface, fertility, fertilization, variety, azota, precursor of the volat, amino, relative compound, glutathion and phenolic content.

RESUME

Les effets de l'état hydrique et de l'alimentation en azote sur le potentiel redox des raisins de Sauvignon blanc ont été mesurés sur des vignobles du Bordelais. Les déficits hydriques ont été caractérisés par le potentiel redox déterminé en milieu de parcelle (Fig. 1). L'alimentation en azote a été évaluée à partir d'une zone carencée en azote. Une part de cette zone a été supplémentée avec de l'azote nitraté.

La teneur en précurseurs cystéiniques des raisins varie avec l'état hydrique de la vigne. Comparés à une alimentation en azote non limitative, les déficits hydriques induisent une influence positive sur la teneur en précurseurs cystéiniques des raisins. La carence en azote a une influence négative sur la teneur en précurseurs cystéiniques des raisins. La carence en azote a une influence positive sur la teneur en précurseurs cystéiniques des raisins. La carence en azote a une influence positive sur la teneur en précurseurs cystéiniques des raisins. La carence en azote a une influence positive sur la teneur en précurseurs cystéiniques des raisins.