ETUDE DU COMPORTEMENT DE LA VIGNE (CV. CHASSELAS) SUR DIVERS TERROIRS VITICOLES VAUDOIS (SUISSE).

STUDY OF GRAPE PLANT BEHAVIOUR (CV. CHASSELAS) ON VARIOUS "TERROIRS" OF THE VAUD COUNTY (SWITZERLAND)

V. ZUFFEREY[1)], F. MURISIER[1)], Véronique BONNET[3)], C. VERDUN [4)], D. LOIZEAU [5)], J.-L. SPRING[1)], C. BRIGUET[2)]

1) Station Fédérale de Recherches en production végétale de Changins, Centre viticole du Caudoz, CH-1009 Pully, Suisse
2) Prométerre, Avenue des Jordils 1, CH-1000 Lausanne 6, Suisse
3) ENSA Montpellier, 4) ENSA Rennes, 5) UFR Sciences Angers, France

Mots clés : terroirs viticoles, fonctionnement hydrique, expression végétative, qualité des raisins

Key words: wine terroir, mechanism of water regulation system, vegetative outgrowth, grape quality

RESUME

L'étude du comportement physiologique et agronomique de la vigne (cv. Chasselas) a été réalisée en 2001 par la Station fédérale de recherches en production végétale de Changins sur divers terroirs viticoles vaudois (Suisse), dans le cadre d'un projet d'étude des terroirs viticoles vaudois en collaboration avec le bureau I. LETESSIER (SIGALES) à Grenoble et l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL).

Les unités pédologiques définies et représentatives du vignoble (moraines épaisses peu compactes, moraines compactes de pente, colluviosols de bas de pente et peyrosols) ont entraîné des réponses pertinentes du végétal, notamment sur le comportement hydrique de la vigne, l'expression végétative et la vigueur des souches ainsi que sur les caractéristiques qualitatives de la récolte (les moraines représentant plus de 80% de la surface viticole).

Le suivi de l'alimentation hydrique de la vigne, effectué au moyen du $\Psi_{base,}$ a montré que le niveau de contrainte hydrique a été faible durant la plus grande partie de la saison 2001 (année humide) sur l'ensemble du vignoble. Néanmoins, les vignes établies sur des sols à réserve utile (RU) et enracinement limités (moraines compactes de pente, moraines sur molasse conglomératique ou gréseuse) ont présenté un niveau de contrainte, qualifiée de modérée durant la maturation du raisin. Les vignes situées sur des colluviosols, des moraines épaisses et peu compactes, et des peyrosols à RU et enracinement plus importants ont été caractérisées par une absence de contrainte hydrique tout au long de la saison.

La précocité des terroirs et la vitesse de croissance végétative ont été principalement influencées par le mésoclimat thermique (altitude, inclinaison et orientation des pentes). L'expression végétative de la vigne, analysée à travers la taille moyenne des feuilles, la

biomasse foliaire rognée et l'indice chlorophyllien, ainsi que la vigueur des souches (poids des bois de taille) ont été largement tributaires du réservoir en eau des sols et des conditions d'alimentation hydrique de la plante durant la saison.

Les caractéristiques de la production (poids des baies et des grappes) et de la maturation du raisin ont également été conditionnées par les terroirs. L'accumulation des sucres dans les baies a été influencée par le rapport feuille-fruit ou en d'autres termes par la SFE/kg de raisin obtenue dans les principaux terroirs. La maîtrise de ce rapport semble déterminante. Les teneurs en acidité totale et en acide malique des moûts ont été plus élevées dans les vignes implantées sur des colluviosols, les autres terroirs indiquant des valeurs plus faibles. Le mésoclimat (principalement l'altitude) a conditionné la teneur en acidité des baies en début de maturation. L'évolution de la teneur en acide tartrique des raisins a été équivalente pour les divers terroirs. Le suivi de l'indice de formol, effectué durant la maturation, a indiqué que l'alimentation en azote des baies a été bonne à élevée sur l'ensemble du réseau. Les vignes vigoureuses ont affiché des taux supérieurs de pourriture à la vendange.

ABSTRACT

In 2001 a study of the physiological and agronomic behaviour of grape plant (cv Chasselas) in various "terroirs" of the Vaud county (Switzerland) was performed by the Swiss Federal Research Station for Plant Production of Changins in the frame of the study project "Wine terroirs of Vaud" and in collaboration with the office I. LETESSIER (SIGALES) in Grenoble and the Federal Polytechnic High School of Lausanne (EPFL).

The soil composition representative of the units of vineyard - thick and not very compact moraines, sloping and compact moraines, moraines on conglomerate or sandstone (moraines representing more than 80% of vineyard surface), colluvial downhill soils and various stony soils (peyrosoil) – was important for plant response, in particular for the mechanism of water regulation system and for qualitative assessment (growth speed of berries, final weight of berries and bunches, grape maturation).

A study of the water supply system to vines, carried out using Ψ_{base} , has shown that water stress levels were low during the greater part of the season 2001 (wet year) over the whole of the vineyards. Nevertheless, moderate stress levels were recorded during the time of grape ripening in vines set on soils with lower useful reservoirs (RU) and shallow root systems (sloping and compact moraines, moraines on conglomerate or sandstone). Vines situated on stony soils with higher RU levels and deeper root systems were characterised by a complete lack of water stress throughout the whole season.

The advance in "terroir" plant development and speed of growth were mainly influenced by the thermic mesoclimate (altitude, angle and orientation of slopes). The vegetative outgrowth of the vine (analysed by average leaf size), clippings of the foliage biomass, the chlorophyll index, together with plant strength (weight of pruned wood) all largely contributed to the soil water reservoir and conditions of water supply to plants during the season of growth.

Production characteristics (weight of grapes and bunches of grapes) and fruit ripening were also conditioned by the "terroir". Sugar accumulation in berries was influenced by the leaf-fruit ratio or, in other words, by the SFE/kg of grapes obtained in principle vineyards. The importance of this ratio appears to be determinant. The amounts of total acidity and malic acid in the must were higher in vines planted on colluvial soils, while other "terroirs" indicated lower values. The mesoclimate (essentially the altitude) conditioned acidity levels in the grapes at the start of ripening. The development of tartaric acid levels in grapes was equivalent in the various vineyards. A follow-up of the Formol index, carried out during the

time of ripening, showed that nitrogen supply to berries was good to high over the whole of the region. Healthy vines boasted higher rates of *Botrytis cinerea* at harvest.

INTRODUCTION

L'incidence du milieu naturel sur la qualité et la typicité du raisin et des vins est largement reconnue (Seguin 1983 ; MORLAT 1989 ; VAN LEEUWEN 1991 ; Lebon 1993). Néanmoins, l'étude des terroirs s'avère complexe car les facteurs susceptibles d'influencer la qualité des vins sont multiples et le rôle exercé par chacun d'eux n'est pas encore clairement établi. Une chose est certaine : un facteur considéré isolément ne suffit pas à expliquer la valeur d'un terroir.

De nombreuses approches de caractérisation des terroirs viticoles ont été entreprises à ce jour (cf. MORLAT 2001). Parmi celles-ci, l'approche écophysiologique, orientée sur l'étude des fonctions entre les différentes parties du système terroir-vigne (MORLAT, 1989), semble très satisfaisante quand il s'agit d'intégrer et de caractériser les facteurs du milieu édaphique et climatique, pertinents vis-à-vis du fonctionnement de la plante et de la qualité de la production (Lebon 1993). En effet, l'influence du terroir sur la vigne se traduit par des différences de comportement physiologique et agronomique de la plante. Diverses études ont montré que les effets les plus importants concernaient la régulation de l'alimentation en eau de la vigne et la précocité des terroirs (MORLAT, 1989 ; VAN LEEUWEN 1991).

Le rôle des facteurs pédologiques (enracinement, pédoclimat hydrique, types de sols) et climatiques sur les principaux aspects de la physiologie viticole (expression végétative de la vigne, cycle végétatif, évolution de la maturation) et les potentialités de la vendange est ainsi analysé dans cette étude.

MATERIEL ET METHODES

Caractéristiques pédo-climatiques des sites

L'étude des terroirs viticoles vaudois a été réalisée dans le vignoble lémanique (Suisse), dans les régions de la Côte et à Lavaux. Les parcelles des deux zones étudiées sont étagées en partie en terrasses autour du lac Léman, où la pente peut être importante (30 à 60% à Lavaux, 10 à 30% à la Côte). L'altitude varie de 375 m à 580 m pour les vignes les plus hautes.

La grande majorité des sols est issue de **moraine alpine**, mélange de débris indifférenciés et de toutes tailles transportés par le glacier du Rhône (LETESSIER et FERMOND, 2002). Ce type de sol représente environ 80% de la superficie des deux zones. A l'intérieur de cette famille de sol, on distingue 3 entités :

- les moraines de fond, compactées par le glacier, où l'eau circule difficilement, et où l'enracinement reste superficiel (1 mètre environ). La réserve en eau de ces sols est donc faible (< 80-100 mm).
- Les moraines épaisses et peu compactes : ce sont les plus représentées sur les deux zones. La topographie conditionne l'évolution des sols et c'est la raison pour laquelle on différencie, à l'intérieur de cette catégorie, les moraines de pente des moraines de replat, qui sont en général plus évoluées (perte de calcaire).
- Enfin, les moraines sur molasse, où la moraine est déposée au-dessus d'une molasse gréseuse, conglomératique ou marneuse. La profondeur de sol est souvent faible (80-120 cm), de même que la réserve utile (60- 100 mm).

A côté de ces trois grands types de moraines, on rencontre deux autres types de sols, beaucoup plus « anecdotiques » quant à leur représentativité.

Les peyrosols sont des sols issus de moraines avec un horizon pierrique ou cailloutique (plus de 60% d'éléments grossiers (> 2 mm) dans la terre brute totale).

Les colluviosols se retrouvent en général en bas de pente ou en bordure de ruisseau. Ces sols sont issus de colluvions qui ont été remaniées par ruissellement sur de courtes distances (10 à 100 mètres). Ils sont très profonds et ont parfois des tendances hydromorphes.

L'année 2001 a été caractérisée par une pluviométrie importante : 1248 mm à la Côte alors qu'en moyenne, il ne pleut que 945 mm, et 1565 mm à Lavaux pour une moyenne pluriannuelle de 1100 mm. Du mois de janvier à la fin de juin, les précipitations ont été particulièrement abondantes et les orages estivaux très réguliers. Sur le plan des températures, les mois de mai et d'août ont été particulièrement chauds avec des températures supérieures de 2.5°C à 3.0°C à la moyenne des 30 ans. Le mois d'octobre fut spécialement ensoleillé et d'une grande douceur.

Dispositif expérimental

Compte tenu de sa prépondérance dans le vignoble vaudois (70% des surfaces), le cépage étudié est le Chasselas, greffé sur 3309 C. Les parcelles d'étude sont conduites en espalier (Guyot simple avec un plan de palissage vertical). Les vignes suivies dans le réseau sont âgées en moyenne d'une quinzaine d'années. La hauteur de feuillage et le rendement ont également été pris en compte dans le choix des parcelles afin d'avoir des rapports feuille/fruit les plus homogènes possibles.

Deux réseaux d'étude ont été mis en place. *Un réseau élargi de parcelles* (42 parcelles) visant à examiner quelques critères clés du comportement viticole : suivi des stades phénologiques, analyses foliaires, suivi de la maturation du raisin. *Un réseau restreint de parcelles de référence* mises en place dans les entités particulièrement importantes et caractéristiques du vignoble avec 12 parcelles d'observation dans chacune des zones pilotes (soit 24 parcelles au total). Dans ce réseau, outre les observations de paramètres agronomiques, nous avons étudié plus en détail le comportement physiologique de la vigne, notamment les conditions d'alimentation hydrique de la plante.

Mesures expérimentales

La mesure des potentiels hydriques (ψ) de la vigne a été effectuée au moyen de la chambre à pression ou bombe de SCHOLANDER (SCHOLANDER *et al.*, 1965). Le ψ_{base} a été mesuré en fin de nuit (02h à 06h) à l'obscurité complète sur des feuilles insérées dans la partie médiane du feuillage. L'échantillonnage a été constitué de 8 feuilles par micro-parcelle, issues de souches différentes. Le ψ_{tige} a été déterminé sur des feuilles ensachées (dans une feuille plastique doublée d'une feuille d'aluminium) au moins une à deux heures avant la mesure. Les mesures du ψ_{tige} ont été réalisées sur des feuilles adultes de rameaux principaux, insérées dans la partie médiane du feuillage, en milieu de journée (midi solaire), période pendant laquelle la demande évaporatoire est la plus importante. 9 feuilles par microparcelle constituèrent l'échantillonnage. Des détails supplémentaires de mesures sont indiqués chez ZUFFEREY *et al.* (2002).

Les principaux stades phénologiques (débourrement, floraison, véraison) ont été notés sur l'ensemble des parcelles suivant l'échelle de BAGGIOLINI (1952), complétée par celle de

BBCH (HACK *et al.*, 1992). L'estimation des surfaces foliaires a été effectuée selon la méthodologie proposée par CARBONNEAU (1976). Le poids frais des rognages de 50 souches par parcelle a été mesuré au cours de la croissance végétative de la vigne (3 à 4 rognages selon les terroirs). La vigueur de la vigne a été estimée par le poids individuel des sarments à la taille. La puissance des souches a été approchée selon la méthode de RIOU *et al.* (1999).

A partir de la fin août, un suivi de maturation hebdomadaire de 200 baies a été réalisé sur l'ensemble des parcelles d'étude. Les analyses suivantes ont été effectuées : poids de 200 baies (en g), acidité totale (en g/l), acide malique (en g/l), acide tartrique (en g/l), sucres réducteurs (en g/l), pH, composés azotés : mesure de l'indice formol (azote directement assimilable par les levures).

RESULTATS ET DISCUSSION

Alimentation hydrique de la vigne

Il existe de nombreuses techniques pour évaluer le régime hydrique de la vigne (VAN LEEUWEN *et al.*, 2001). Parmi celles-ci, la mesure des potentiels hydriques foliaires et de la transpiration met en lumière l'état hydrique instantané de la vigne. L'analyse des conditions d'alimentation en eau de la vigne sur l'ensemble de la période de végétation exige cependant des mesures répétées tout au long de la saison.

L'évolution du ? $_{base}$ durant la période de végétation est présentée à la figure 1 pour les principaux types de sols du vignoble de la Côte. On constate de manière générale que la contrainte hydrique a été très faible en 2001 dans le vignoble quel que soit le type de sols. Les vignes situées sur des colluviosols à forte réserve en eau ne présentent que très peu de variations de leur état hydrique : elles sont caractérisées par une absence de contrainte hydrique tout au long de la saison. Les vignes complantées sur des moraines compactes de pente à plus faible réserve en eau ont affiché par contre des potentiels inférieurs. Néanmoins, la contrainte est restée faible sur la majorité des sites, à l'exception d'une période se situant autour de la mi-septembre. Les vignes situées sur des moraines épaisses et peu compactes ou sur des peyrosols, caractérisées par un enracinement profond et une réserve en eau abondante, ont montré une situation intermédiaire, tout en affichant une absence de contrainte hydrique durant la période de végétation.

A Lavaux, le suivi de l'alimentation hydrique au moyen du ? $_{base}$ montre que la contrainte hydrique a été très faible durant la plus grande partie de la saison, à l'exception d'une période qui se situe vers la fin du mois d'août (fig. 2). A ce moment de l'année (n° jour 240), la contrainte hydrique peut être qualifiée de modérée (? $_{base}$< à –3.0 bars) chez les vignes établies sur des moraines compactes de pente et des moraines sur molasse conglomératique ou gréseuse à faible RU et enracinement superficiel. La contrainte est demeurée faible, par contre, dans les moraines épaisses et peu compactes à réservoir important.

En plus du ? $_{base}$, l'état hydrique de la vigne a été étudié également au moyen du ? $_{tige}$. Les mesures ont été réalisées sur plusieurs microparcelles représentant les principaux types de sols à la Côte (fig. 3) et à Lavaux (résultats non présentés).

Durant le mois d'août et de septembre, le ? $_{tige}$ a présenté des différences importantes et significatives d'état hydrique entre les terroirs viticoles, alors que le ? $_{base}$ ne les indique pas systématiquement, notamment après les précipitations du 19-20 juillet (n° de jour 201, 23 mm) qui ont provoqué une élévation du ? $_{base}$. Les valeurs du ? $_{tige}$ se sont révélées

systématiquement plus négatives sur les moraines compactes de pente, suivies par celles des peyrosols, des moraines épaisses et peu compactes, et par celles des colluviosols qui sont demeurées assez stables durant la saison. Des résultats identiques ont été observés à Lavaux. Ces mesures, réalisées en l'absence de contrainte hydrique ou à des faibles niveaux de stress, montrent que le ? $_{tige}$ minimum manifeste de manière plus fine et plus prompte un début de déficit hydrique ou des états hydriques différents de la plante que le ? $_{base}$. Ces résultats confirment les expériences réalisées par CHONE *et al.* (2000, 2001) qui relèvent que le ? $_{tige}$ minimum est un indicateur plus précis que le ? $_{base}$ pour étudier l'émergence de déficits hydriques ou la persistance d'une contrainte après des précipitations. Le ? $_{tige}$ devrait toutefois être étalonné sur le ? $_{base}$ afin d'apprécier globalement l'état hydrique de la plante. Nos premiers résultats indiquent une corrélation assez étroite entre le ? $_{tige}$ et le ? $_{base}$ (résultats non présentés). Ils doivent être confirmés ces prochaines années, notamment avec des niveaux divers de déficit de pression de vapeur de l'air (VPD) ou du ? de l'atmosphère.

Phénologie et cycle végétatif

La précocité d'un terroir est une condition déterminante de ses potentialités viticoles, particulièrement dans une zone climatique septentrionale. En effet, la durée de maturation du raisin est parfois limitée dans le temps par des conditions climatiques défavorables en fin de cycle végétatif (MORLAT, 1989).

Dans notre étude, les dates de débourrement de la vigne se sont étalées sur une période allant du 10 au 29 avril sur l'ensemble du réseau à la Côte et à Lavaux. Les facteurs explicatifs de l'échelonnement des dates de débourrement semblent liés aux conditions climatiques et à la situation des parcelles (effet de l'altitude et de la température). La floraison a débuté au cours d'une période chaude et sèche qui a précipité la durée de ce stade dans les sites observés. L'écart maximal entre les parcelles en pleine floraison a été de 5 jours (21-26 juin) et s'est maintenu jusqu'à la véraison. L'arrêt de la croissance végétative a également été très inégal selon les sites. Il apparaît que les vignes situées sur des colluviosols ont présenté les arrêts les plus tardifs dans la saison, alors que certaines parcelles implantées sur des moraines compactes de pente ont interrompu leur croissance un mois plus tôt. L'alimentation en eau des sols et de la vigne semble expliquer pour une part importante l'arrêt aussi tardif de la croissance végétative observée sur certaines parcelles en 2001 et les différences entre les terroirs viticoles.

Expression végétative et vigueur de la vigne

L'expression végétative de la vigne, analysée à travers la taille moyenne des feuilles, la biomasse foliaire rognée et l'indice chlorophyllien, ainsi que la vigueur des souches (poids des bois de taille) ont été largement tributaires du réservoir en eau des sols et des conditions d'alimentation hydrique de la plante durant la saison. Les vignes conduites sur des terroirs à RU et enracinement peu ou pas limitatifs (colluviosols, moraines épaisses et peu compactes, peyrosols) ont présenté des feuilles à surface plus importante, des poids de rognage et des indices chlorophylliens plus élevés que les vignes établies sur des sols à RU et enracinement limités (moraines compactes de pente, moraines sur molasse conglomératique ou gréseuse).

La pesée des bois de taille est une mesure qui permet d'évaluer la vigueur et la puissance de la vigne lorsque le mode de conduite est identique (VAN LEEUWEN et SEGUIN 1994). La vigueur est généralement estimée par le poids individuel des sarments. Les sarments les plus lourds ont été observés dans les vignes situées sur des colluviosols à forte RU à la Côte (tab. 1). Les sarments les plus faibles ont été notés dans les parcelles établies sur des moraines compactes de pente à faible réservoir hydrique. Les vignes installées sur des moraines épaisses et peu compactes ainsi que sur peyrosols ont montré une situation intermédiaire, mais se rapprochant du niveau de vigueur des colluviosols. La mesure du poids relatif des entre-

cœurs et de la longueur des mérithalles a donné des résultats identiques à la pesée des bois de taille pour les divers terroirs viticoles étudiés. La puissance des souches (RIOU *et al.* 1999) a également été la plus élevée dans les colluviosols, suivie dans l'ordre par les peyrosols, les moraines épaisses peu compactes et les moraines compactes de pente (tab. 1) L'alimentation hydrique semble dans ce cas influer à la fois sur la vigueur des souches et sur le potentiel de rendement.

Analyse de la production et de la maturation du raisin

Les caractéristiques de la production et de la maturation du raisin ont également été conditionnées par les terroirs. Les vignes situées sur des colluviosols ont montré les poids de baies (fig. 4) et de grappes les plus importants : le potentiel de production y fut élevé. Les vignes établies sur des moraines épaisses et peu compactes, ainsi que sur des peyrosols ont présenté une situation intermédiaire. Conduites sur des moraines compactes et/ou sur molasse conglomératique ou gréseuse, les vignes ont affiché une taille plus faible de leurs baies et de leurs grappes en fin de maturation.

L'analyse de l'accumulation des sucres dans les raisins en cours de maturation indique des différences de comportement entre les vignes établies sur les différents terroirs viticoles à la Côte (fig. 5). Ces différences proviennent essentiellement du niveau de rapport feuille-fruit (SFE /kg de raisin) et de la répartition des glucides dans la plante (influencée notamment par l'arrêt de la croissance végétative, la biomasse des rognages et des bois de taille, la puissance des souches…) observés chez les vignes conduites sur les principaux types de sols. Etablies sur des colluviosols, les vignes ont présenté un potentiel de rendement (fertilité, poids des baies et des grappes) et de développement végétatif (rognages, bois de taille) importants qui a conditionné l'accumulation des sucres dans les raisins : les teneurs en sucres ont été moins élevées que dans les vignes situées sur d'autres terroirs. Les parcelles implantées sur des moraines épaisses et peu compactes ont montré les taux de sucres les plus importants.

Les teneurs en acidité totale et en acide malique des moûts ont été plus élevées dans les vignes implantées sur des colluviosols, les autres terroirs indiquant des valeurs plus faibles (tab. 2). Le mésoclimat (principalement l'altitude) a conditionné la teneur en acidité des baies en début de maturation. L'évolution de la teneur en acide tartrique des raisins a été semblable pour les divers terroirs. Le suivi de l'indice de formol, effectué durant la maturation, a indiqué que l'alimentation en azote des baies a été bonne à élevée sur l'ensemble du réseau (tab. 2). Les vignes vigoureuses ont affiché des taux supérieurs de pourriture à la vendange.

CONCLUSION

Les approches pédologiques et climatiques de l'étude ont permis de définir des entités homogènes du point de vue du sol et du climat. Les unités pédologiques et climatiques, définies et représentatives du vignoble, ont entraîné des réponses pertinentes du végétal, notamment sur le comportement hydrique de la vigne, l'expression végétative et la vigueur des souches ainsi que sur les caractéristiques qualitatives du raisin.

L'influence du terroir sur la vigne se traduit par des différences de fonctionnement physiologique de la plante. Les effets les plus importants concernent principalement : *les conditions d'alimentation en eau de la vigne, le potentiel de précocité des terroirs, le potentiel d'expression végétative.* Ces différences de comportement physiologique ont conditionné les caractéristiques de la production et de la maturation du raisin.

Les conditions d'alimentation en eau de la plante ont été étudiées par des mesures directes sur le végétal. Les indicateurs les plus pertinents qui permettent d'interpréter le comportement hydrique de la vigne sont le Ψ_{base}, le Ψ_{tige} et les gradients de potentiel hydrique $\Delta\Psi$.

Le mésoclimat thermique (altitude, déclivité et orientation des pentes) influe fortement sur la précocité des stades de développement. Le niveau de colonisation préférentielle des racines et de vigueur de la vigne n'a pas exercé d'influence prépondérante en 2001 sur la précocité des sites. L'étude du pédoclimat thermique serait intéressante à mener.

Le potentiel d'expression végétative et de vigueur de la vigne (surface foliaire, biomasse foliaire rognée, poids des bois de taille) a été largement tributaire du réservoir en eau des sols et des conditions d'alimentation hydrique de la plante durant la saison.

L'évolution de la maturation du raisin constitue une étape-clé de l'étude des terroirs. La croissance de la baie et les phénomènes de concentration-dilution de certains constituants du raisin sont directement dépendants du pédo- et du mésoclimat, ainsi que de l'état hydrique de la plante. Il est important de considérer l'évolution de certains métabolites dès le stade herbacé de croissance de la baie (nouaison-véraison). Enfin, il faut raisonner les relations « état hydrique de la vigne – expression végétative - composantes de la baie » en considérant pour une contrainte hydrique donnée, sa période d'apparition, sa durée et son intensité.

BIBLIOGRAPHIE

BAGGIOLINI M. (1952). Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Rev. Romande Agric. Vitic.*, 8, 4-6.

CARBONNEAU A. (1976). Principes et méthodes de mesure de la surface foliaire. Essai de caractérisation des types de feuille dans le genre *Vitis*. *Ann. Amél. Plantes* 26 (2), 327-343.

CHONE X. ; TREGOAT O. ; VAN LEEUWEN C., DUBOURDIEU D. (2000). Déficit hydrique modéré de la vigne : parmi les 3 applications de la chambre à pression, le potentiel tige est l'indicateur le plus précis. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **34**, n°4, 169-176.

CHONE X. ; VAN LEEUWEN C., DUBOURDIEU D. ; GAUDILLERE J.-P. (2001). Stem water potential is a sensitive indicator for grapevine water status. *Annals of Botany* 87 (4), 477-483.

HACK H. ; BLEIHOLDER H., BUHR L. ; MEIER U. ; SCHNOCK-FRICKE U. ; WEBER E., WITZENBERGER A. (1992). Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungstadien mono- und dikotyledoner Pflanzen. Erweitere BBCH-Skala, Allgemeine. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 44 (12), 265-270.

LEBON E. (1993). De l'influence des facteurs pédo- et mésoclimatiques sur le comportement de la vigne et les caractéristiques du raisin. Application à l'établissement de zonage des potentialités qualitatives en vignoble à climat semi-continental (Alsace). Thèse de Doctorat, Centre des Sciences de la Terre, Université de Bourgogne, 165 p. + annexes.

LETESSIER I., FERMOND C. (2002). Etude des terroirs vaudois (Suisse), Sol-Topographie. Secteurs pilote de La Côte et Lavaux. Rapports SIGALES, Etudes de sols et de terroirs, Letessier-Fermond, 38410 St Martin d'Uriage. 2 x 15 p. + annexes.

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 la moyenne vallée de la Loire. Thèse Doct. Etat, Bordeaux II, texte 289 p. + annexes.

MORLAT R. (2001). Terroirs viticoles : Etude et valorisation. Aux Editions Oenoplurimédia, dans la collection Avenir Oenologie, 120 p.

RIOU C. ; DURAND J.F. ; CARBONNEAU A. ; LEBON E. (1999). Modèles qualité en viticulture. Modélisation de la qualité de la vendange à partir de l'analyse des données des millésimes 1994 à 1997. Rapport d'étape. ITV France, Paris, 74 p. + annexes.

SCHOLANDER P.F. ; HAMMEL H.T. ; BRADSTREET E.D. ; HEMMINGZEN E.A. (1965). Sap Pressure in Vascular Plants. *Science*, 148, 339-346.

SEGUIN G. (1983). Influence des terroirs viticoles sur la constitution et la qualité des vendanges. *Bull. O.I.V.*, 623, 3-18.

VAN LEEUWEN C. (1991). Le vignoble de Saint-Emilion : Répartition des sols et fonctionnement hydrique, incidences sur le comportement de la vigne et la maturation du raisin. Thèse Doct. Nouveau régime, Bordeaux II, 154 p.

VAN LEEUWEN C. ; SEGUIN G. (1994). Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique du feuillage, sur le développement végétatif et la maturation du raisin. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 28, 81-110.

VAN LEEUWEN C. ; GAUDILLERE J.-P. ; TREGOAT O. 2001 : L'évaluation du régime hydrique de la vigne à partir du rapport isotopique $^{13}C/^{12}C$. L'intérêt de sa mesure sur les sucres du moût à maturité. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 35, n°4, 195-205.

ZUFFEREY V., BONNET Véronique, VERDUN C., LOIZEAU D. (2002). Etude des terroirs viticoles vaudois (Suisse). Comportement de la vigne. Rapport 2001 : Station fédérale de recherches en production végétale de Changins, Centre viticole du Caudoz, CH-1009 Pully, 94 p.

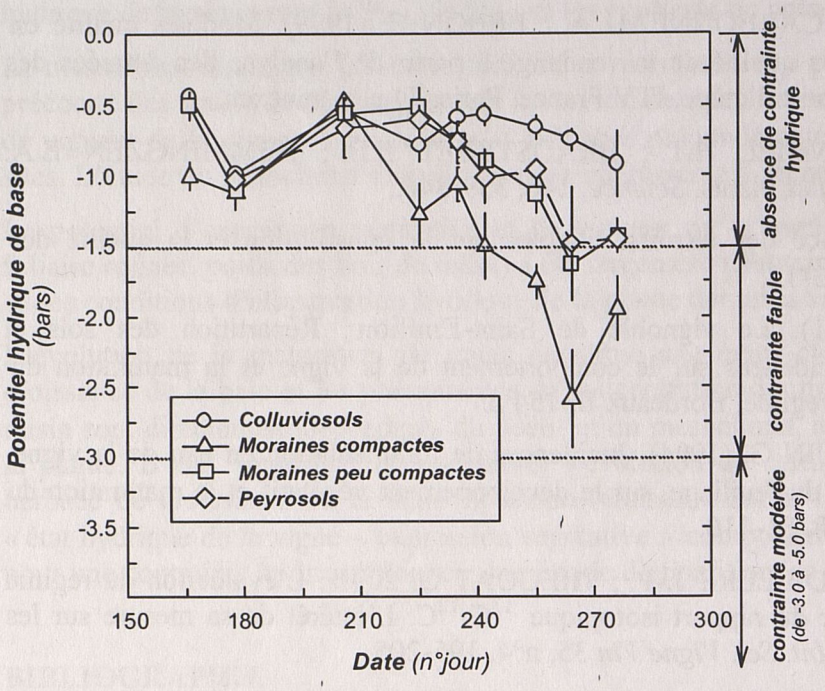

Figure 1 : Evolution de la contrainte hydrique (? base) sur les divers types de sols en cours de saison. Barres verticales : erreur standard. Chasselas, La Côte (CH), 2001.

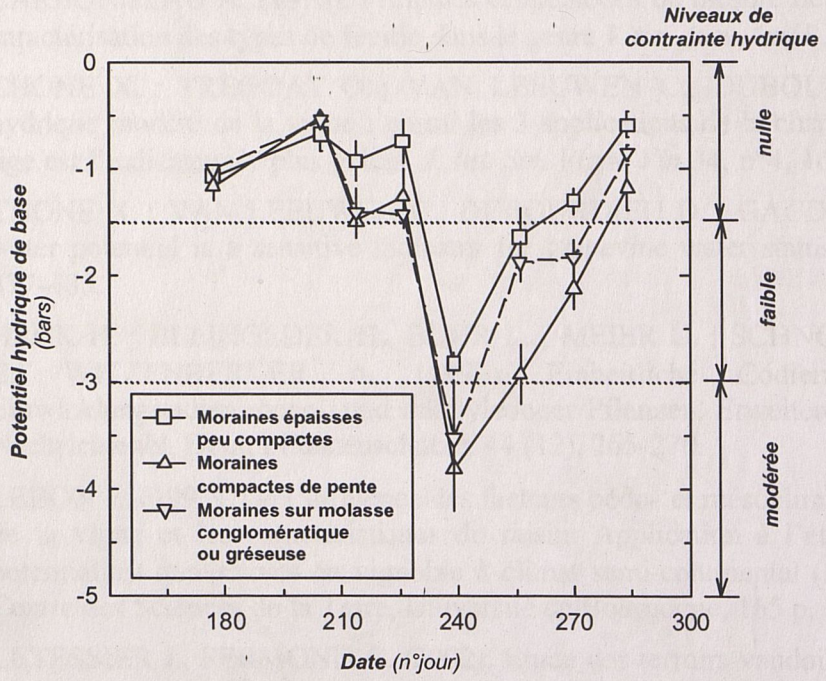

Figure 2 : Evolution de la contrainte hydrique (? base) sur les divers types de sols en cours de saison. Barres verticales : erreur standard. Chasselas, Lavaux (CH), 2001.

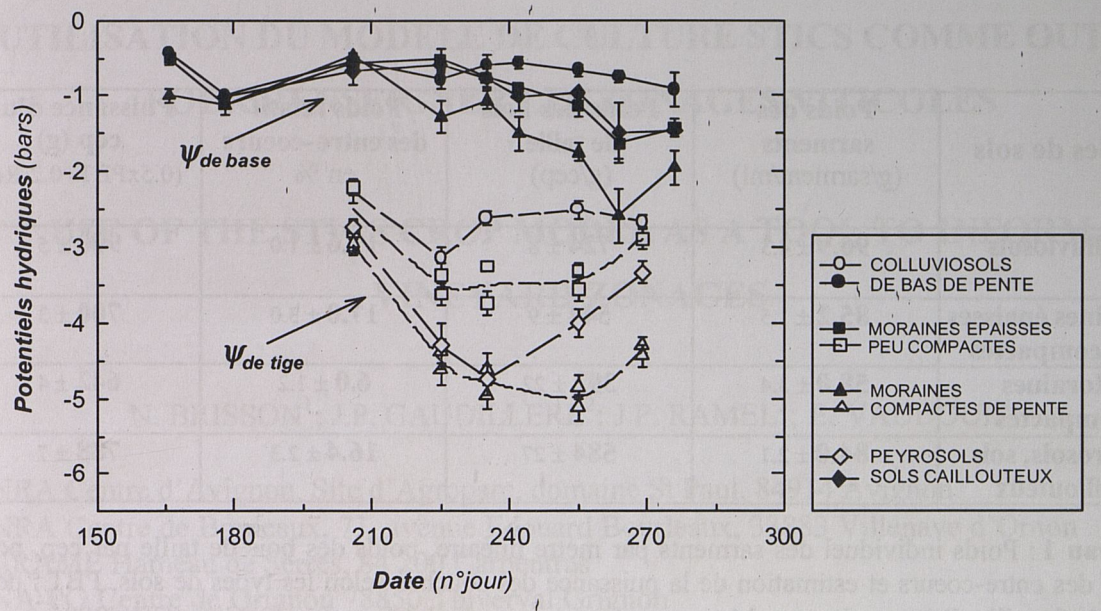

Figure 3: Evolution du potentiel hydrique de base (? $_{base}$) et du potentiel tige (? $_{tige}$) sur les divers types de sols en cours de saison. Barres verticales : erreur standard. Chasselas, La Côte (CH), 2001.

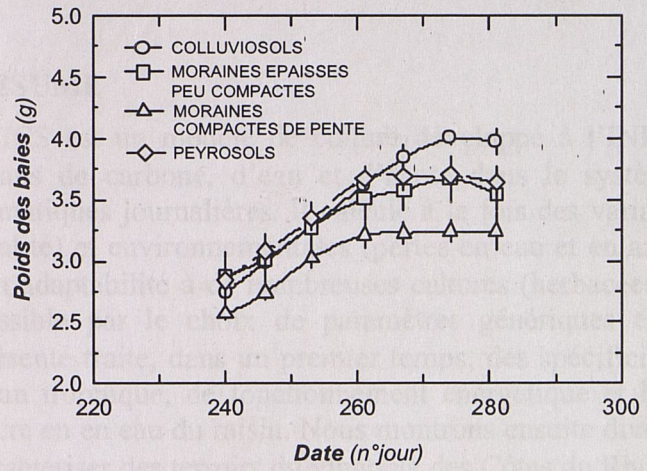

Figure 4 : Evolution du poids des baies durant la maturation du raisin sur l'ensemble du réseau de parcelles, regroupées par type de sols. Barres verticales : erreur standard. Chasselas, La Côte (CH), 2001.

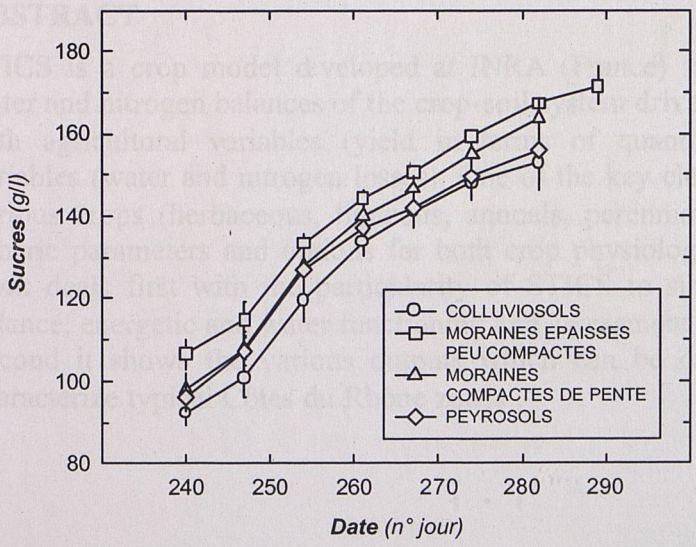

Figure5 : Evolution de l'accumulation des sucres dans les baies en cours de maturation sur l'ensemble du réseau de parcelles, regroupées par type de sols. Barres verticales : erreur standard. Chasselas, La Côte (CH), 2001.

Types de sols	Poids des sarments (g/sarment/ml)	Poids des bois de taille (g/cep)	Poids relatif des entre-coeurs en %	Puissance d'un cep (g) (0.5xPBT+0.2 Rdt)
Colluviosols	**96.9** ± 4.3	**724** ± 8	**17.6** ± 1.0	**900** ± 5
Moraines épaisses peu compactes	**85.2** ± 1.5	**544** ± 9	**17.0** ± 3.0	**700** ± 3
Moraines compactes	**58.0** ± 3.4	**392** ± 22	**6.0** ± 1.2	**642** ± 4
Peyrosols, sols caillouteux	**84.0** ± 2.1	**584** ± 27	**16.4** ± 2.3	**788** ± 7

Tableau 1 : Poids individuel des sarments par mètre linéaire, poids des bois de taille par cep, poids relatif des entre-coeurs et estimation de la puissance des souches selon les types de sols. PBT : poids des bois de taille. Rdt : rendement. Moyennes ± erreur standard. Chasselas, La Côte (CH), 2001.