



# Terroirs viticoles vaudois et alimentation hydrique de la vigne

V. ZUFFEREY et F. MURISIER, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre viticole du Caudoz, 1009 Pully

@ E-mail: [vivian.zufferey@acw.admin.ch](mailto:vivian.zufferey@acw.admin.ch)  
Tél. (+41) 21 72 11 562.

## Résumé

Le comportement physiologique de la vigne (cv. Chasselas), et son régime hydrique en particulier, a été étudié de 2001 à 2003 sur divers terroirs viticoles vaudois par la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, en collaboration avec le bureau I. Letessier (SIGALES) à Grenoble et l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL).

Le régime hydrique de la vigne a été évalué au moyen d'indicateurs physiologiques (potentiels hydriques foliaires, discrimination isotopique du carbone et modèle de bilan hydrique), en relation avec l'estimation de la réserve en eau des sols et certains paramètres climatiques. Le régime en eau de la vigne estimé par le potentiel hydrique foliaire de base s'est révélé en étroite relation avec la réserve utile en eau des sols (RU) sur un réseau d'une trentaine de parcelles au cours de trois années d'observation climatiquement différentes (2001 année très humide, 2002 année intermédiaire et 2003 année sèche). La technique de discrimination isotopique du carbone ( $\delta^{13}\text{C}$ ) dans les sucres des raisins était étroitement corrélée au régime hydrique observé chez la vigne durant la maturation (phase d'accumulation des sucres dans les baies). La corrélation obtenue entre le rapport  $\delta^{13}\text{C}$  et les valeurs du potentiel hydrique foliaire de base a été significative en année sèche (2003). Le modèle de bilan hydrique testé a permis de discriminer le degré de contrainte hydrique des différentes parcelles à travers ses trois composantes principales: l'époque, la durée et l'intensité. La quantité totale d'eau du sol utilisable par la vigne (TTSW) a été estimée en couplant le modèle de bilan hydrique avec les valeurs du potentiel hydrique foliaire de base. Une bonne concordance a été observée entre les estimations de la TTSW et la RU des différents sites à l'étude.

cernent principalement une étude comportementale de la vigne réalisée sur un réseau d'une cinquantaine de parcelles réparties dans les principales zones viticoles du canton de Vaud (Zufferey et Murisier, 2004).

## Appréciation de l'état hydrique de la vigne

De nombreux facteurs influent sur l'état hydrique de la vigne. **L'offre** naturelle (sans irrigation) est assurée essentiellement par la réserve en eau utilisable du sol (RU) qui dépend, entre autres, de la profondeur de sol exploré par les racines, de sa texture et de sa structure (éventuellement de la présence d'une nappe d'eau perchée, du ruissellement, etc.), et par le mésoclimat (pluviométrie sur la parcelle). **La demande** découle principalement de l'évapotranspiration de la plante et du sol, elle-même étroitement dépendante de la dimension du couvert végétal (densité de plantation, surface foliaire, etc.), des caractéristiques du cépage et du porte-greffe, de la couverture du sol et de la pression d'évaporation de l'atmosphère (température, hygrométrie et rayonnement).

Il existe de nombreuses techniques pour évaluer le régime hydrique de la vigne (Deloire *et al.*, 2003; Van Leeuwen *et al.*, 2001). Certaines sont basées sur la mesure de la quantité d'eau dans le sol (gravimétrie ou humidité à neutrons) ou de sa disponibilité pour la plante (tensiométrie). Les indicateurs physiologiques constituent une autre approche qui évalue l'état hydrique de la plante elle-même. Parmi ces indicateurs, la mesure du «potentiel hydrique du feuil-

## Introduction

Les diverses études de caractérisation des terroirs viticoles menées dans le monde tendent à montrer l'influence prépondérante des conditions d'alimentation en eau sur le comportement de la vigne, la qualité des raisins et des vins (Morlat, 1989; Seguin, 1970; Van Leeuwen, 1991). De manière générale, l'alimentation hydrique de la vigne durant la maturation des raisins constitue

un des facteurs clés de la qualité de la vendange, unanimement reconnu.

L'influence des facteurs pédologiques (réserve hydrique, type de sols) et climatiques sur les principaux aspects physiologiques de la vigne (expression végétative, régime hydrique, évolution de la maturation) et sur les potentialités de la vendange fait actuellement l'objet de plusieurs études menées dans différentes régions viticoles de Suisse. Les résultats présentés dans cet article con-

lage» permet d'estimer la disponibilité en eau pour la plante. Cette opération, effectuée au moyen d'une chambre à pression, permet de mesurer la force avec laquelle l'eau est retenue dans le végétal. Plus les valeurs enregistrées sont basses ou négatives, plus l'eau est retenue fortement à l'intérieur de la plante. Le suivi du potentiel hydrique en fin de nuit (potentiel hydrique de base) reflète bien l'évolution de la disponibilité en eau (état des réserves hydriques du sol et profondeur d'enracinement). L'idéal viticole en matière d'alimentation en eau pourrait se résumer ainsi: peu ou pas de contrainte hydrique au printemps et en début d'été (durant le développement de l'appareil foliaire), et contrainte hydrique modérée en cours de maturation, stoppant la croissance et assurant un bilan net maximal d'assimilats à disposition pour le raisin et la reconstitution des réserves de la plante.

L'étude présentée ici cherchait à évaluer la pertinence de plusieurs indicateurs physiologiques de la contrainte hydrique (potentiels hydriques foliaires, discrimination isotopique du carbone et modèle de bilan hydrique) sur une trentaine de sites dont la réserve en eau des sols variait de 50 mm à plus de 250 mm. Cette présentation fait partie d'une étude plus large menée sur les relations sol-climat-plante sur le plan hydrique et leur incidence sur la qualité des raisins et des vins (Zufferey et Murisier, 2004).

## Matériel et méthodes

### Dispositif expérimental

Un réseau d'une trentaine de parcelles a été mis en place sur les sites particulièrement importants et caractéristiques du vignoble vaudois sous forme de zones pilotes d'environ 1000 ha. Les parcelles d'étude sont conduites avec du Chasselas greffé sur 3309C et menées en espalier (Guyot simple avec un plan de palissage vertical).

### Caractéristiques pédologiques

#### Types de sols

L'étude des sols a permis d'opérer des regroupements par type et d'élaborer une première cartographie des entités pédologiques (Letessier et Fermond, 2004). La grande majorité des sols, soit environ 80% de la superficie des zones étudiées, est issue de la moraine alpine, mélange de débris indifférenciés de toutes tailles transportés par le glacier du Rhône. Les moraines peuvent être classées en trois types de roche-mère (Letessier et Fermond, 2004): les **moraines latérales** caillouteuses (30-60% d'éléments

grossiers siliceux et calcaires), les **moraines de fond** peu caillouteuses (< 30% d'éléments grossiers) et les **moraines de retrait** et/ou de formation fluvio-glaciaires (peyrosols) gravo-caillouteuses (> 60% d'éléments grossiers). On observe, à certains endroits, une moraine peu épaisse sur la molasse gréso-sableuse ou marneuse, ou sur le calcaire gréseux du Jura, parfois de moins de 60 cm d'épaisseur. Quelques colluvions observées dans les bas de pente sont issues de l'érosion progressive des pentes dominantes.

### Réserve hydrique des sols (RU)

La réserve en eau du sol (RU) a été estimée par tranches de 10 cm de sol (réserve décimétrique) dans les profils pédologiques, en tenant compte de la texture, de la quantité d'éléments grossiers et de la colonisation racinaire. Les estimations de RU ont été effectuées par Letessier et Fermond (2004) qui ont ainsi évalué le profil hydrique ou la quantité d'eau directement utilisable par la vigne dans les différents sites de l'étude.

## Mesures expérimentales

### Régime hydrique de la vigne

La mesure des potentiels hydriques ( $\psi$ ) de la vigne a été effectuée au moyen de la chambre à pression ou bombe de Scholander (Scholander *et al.*, 1965). Le  $\psi_{\text{base}}$  a été mesuré en fin de nuit (02 h à 06 h) à l'obscurité complète sur des feuilles insérées dans la partie médiane du feuillage. L'échantillonnage a été constitué de huit feuilles par microparcelle issues de souches différentes. Le potentiel de tige ( $\psi_T$ ) 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. Le potentiel de tige minimum ( $\psi_{T \text{ min}}$ ) a été mesuré sur des feuilles adultes de rameaux principaux, insérées dans la partie médiane du feuillage, en milieu de journée (midi solaire), période durant laquelle la demande d'évaporation est la plus importante. Neuf feuilles par microparcelle ont formé l'échantillonnage. Des détails supplémentaires de mesures sont indiqués chez Zufferey et Murisier (2004).

### Discrimination isotopique du carbone

La discrimination isotopique du carbone dans les sucres des raisins, appelée  $\delta^{13}\text{C}$  ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) et exprimée en pour-mille, a été dosée dans un échantillon de moût obtenu à partir d'un prélèvement de trois cents baies à maturité par parcelle. L'échantillon (quelques millilitres) a été autoclavé, puis converti en  $\text{CO}_2$  par combustion à l'aide d'oxygène pur. Le contenu isotopique a été ensuite déterminé par spectromètre de masse à flux continu (Europe Scientific Ltd., Crewe, UK; Avice *et al.*, 1996).

### Modèle de bilan hydrique

Un modèle de bilan hydrique développé par Riou et Payan (2001) et Lebon *et al.* (2003) a été testé sur l'ensemble des sites à l'étude.

Ce modèle repose sur l'acquisition de données simples et accessibles caractérisant la parcelle sur les plans climatique et agronomique (précipitations, ETP, stades phénologiques, gabarit de la végétation). Le modèle considère le sol comme un réservoir qui se remplit grâce aux précipitations et se vide en fonction de la demande climatique. La quantité totale d'eau du sol utilisable par la vigne (TTSW) a été estimée en couplant le modèle de bilan hydrique avec les valeurs du potentiel hydrique de base.

## Résultats et discussion

### Réserve hydrique des sols

Les profils racinaires étudiés sur l'ensemble du réseau ont permis de connaître la profondeur de sol exploré par les racines, la quantité et la nature des racines présentes, ainsi que d'apprécier la réserve utile en eau des sols (RU). La profondeur d'enracinement varie fortement en fonction du type de sol, de la compacité de la moraine et de la proximité de la molasse gréso-calcaire (marneuse) ou conglomératique. De moins de 80 cm lorsque la moraine est très compacte, la profondeur d'enracinement peut dépasser les 250 cm dans les moraines meubles de pente ou très caillouteuses (peyrosols). Le potentiel de réservoir hydrique s'est avéré également très différent d'un type de sol à l'autre en raison de leur texture, de la quantité d'éléments grossiers et de la profondeur d'enracinement très diverse. Dans le réseau étudié, les RU varient de 50 mm à plus de 250 mm pour les plus importants réservoirs en eau.

### Suivi du régime hydrique de la vigne:

#### mesure du $\psi_{\text{base}}$

Riou et Payan (2001) ont proposé des seuils du potentiel de base ( $\psi_{\text{base}}$ ) pour caractériser la contrainte hydrique exercée sur la vigne: valeurs supérieures à -1,5 bar = absence de contrainte, de -1,5 à -3,0 bars = contrainte hydrique faible, de -3,0 à -5,0 bars = contrainte hydrique modérée, valeurs inférieures à -5,0 bars = contrainte hydrique forte (symptômes de sécheresse).

Les figures 1 et 2 illustrent l'évolution du  $\psi_{\text{base}}$  de différentes parcelles à La Côte (fig. 1) et à Bonvillars (fig. 2), regroupées selon leur réservoir en eau. Il ressort de cette étude que les sites à forte RU (> 150 mm) n'ont présenté aucune contrainte hydrique durant les saisons 2001 et 2002 quel que soit le déficit hydrique cumulé durant l'année. Les parcelles à faible RU (< 100 mm)

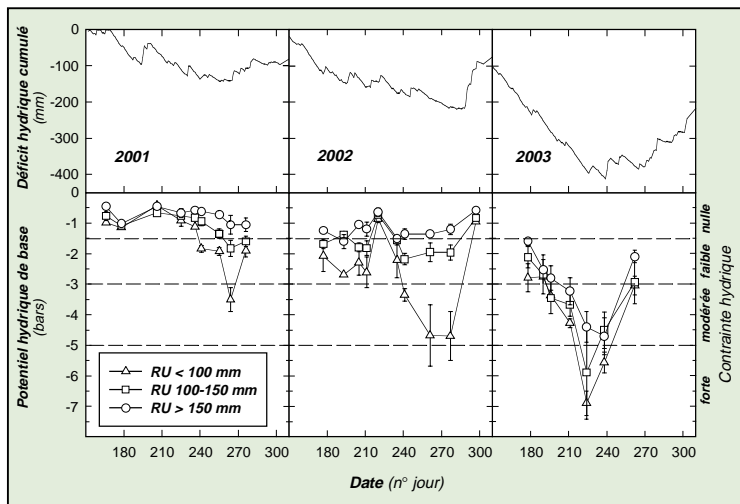


Fig. 1. Evolution du déficit hydrique potentiel (précipitations-ETP) et du potentiel hydrique de base ( $\psi_{\text{base}}$ ) en relation avec la réserve utile en eau (RU) des sols. Barres verticales: erreur standard. Chasselas, La Côte (CH), 2001-2003.

ont en revanche subi en fin de cycle végétatif des contraintes hydriques modérées, principalement en 2002, où le déficit hydrique cumulé a atteint 220 mm à la fin de septembre à La Côte.

Si la réserve en eau des sols est limitée, l'évolution du  $\psi_{\text{base}}$  est largement dépendante du déficit hydrique cumulé en cours de saison, c'est-à-dire de la balance des précipitations estivales et de l'évapotranspiration de la végétation et du sol. Les vignes avec une réserve en eau des sols de 100 à 150 mm se sont trouvées dans une situation intermédiaire, subissant une faible contrainte hydrique durant les périodes de végétation 2001 et 2002.

La saison 2003 a été marquée par un déficit hydrique cumulé très élevé durant la période estivale, atteignant 400 mm à la fin d'août à La Côte et 320 mm à Bonvillars (fig. 1 et 2). Les vignes à forte RU (> 150 mm) n'ont subi qu'une contrainte hydrique modérée au cours des mois de juillet et d'août. Les parcelles dont la RU se situe entre 100 et 150 mm se sont montrées un peu plus sensibles au déficit hydrique: la contrainte a été importante à la mi-août, puis modérée durant la maturation du raisin. Enfin, dans le cas des vignes à faible réservoir en eau (RU < 100 mm), la contrainte a été modérée très tôt dans la saison (début juin) et importante en juillet et août. La chute des feuilles dans la zone des grappes a été manifeste sur les sites à réservoir hydrique très restreint.

De manière générale, la relation est étroite entre la RU des différentes micro-parcelles et l'état hydrique moyen des vignes enregistré durant la saison sur l'ensemble des zones pilotes à l'étude (Zufferey et Murisier, 2004), qui résulte des mesures du potentiel hydrique de

base effectuées chaque semaine de la floraison à la vendange.

Nos résultats ont aussi mis en évidence que la mesure du potentiel de tige minimum ( $\psi_{\text{T MIN}}$ ) pouvait rendre compte d'une contrainte hydrique diurne momentanée (résultats non présentés). La technique du  $\psi_{\text{T MIN}}$  donne l'estimation de la tension de sève qui existe dans les vaisseaux conducteurs en situation de transpiration de la plante entière et de forte demande climatique. De ce fait, le  $\psi_{\text{T MIN}}$  s'avère un bon indicateur pour étudier l'émergence de déficits hydriques ou la persistance d'une contrainte après une pluie dans les terroirs viticoles.

### Discrimination isotopique du carbone ( $\delta^{13}\text{C}$ )

Les résultats de notre étude ont montré que la technique de discrimination isotopique du carbone ( $\delta^{13}\text{C}$ ) dans les sucres des raisins était étroitement corrélée au régime hydrique observé chez la vigne durant la maturation (phase d'accumulation des sucres dans les baies). La corrélation obtenue entre le rapport  $\delta^{13}\text{C}$  et les valeurs du  $\psi_{\text{base}}$  moyen, mesurés à plusieurs reprises en cours de maturation du raisin, a été très significative en 2003 (fig. 3). Les valeurs de plus en plus négatives du  $\delta^{13}\text{C}$  correspondent à une absence de contrainte hydrique. A l'inverse, les valeurs faiblement négatives traduisent une restriction en eau subie par la plante. Les valeurs du  $\delta^{13}\text{C}$  varient entre -20 et -30 pour mille dans la majorité des études réalisées sur la vigne (Gaudillère et Van Leeuwen, 2000). Divers auteurs (Gaudillère *et al.*, 1999; Choné, 2001; Trégoat, 2003; Van Leeuwen *et al.*, 2001) ont montré que la discrimination isoto-

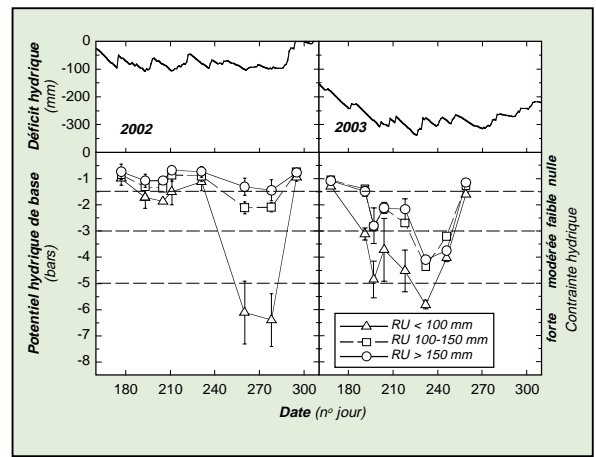


Fig. 2. Evolution du déficit hydrique potentiel (précipitations-ETP) et du potentiel hydrique de base ( $\psi_{\text{base}}$ ) au cours de la saison en relation avec la réserve utile en eau (RU) des sols. Barres verticales: erreur standard. Chasselas, Bonvillars (CH), 2002-2003.

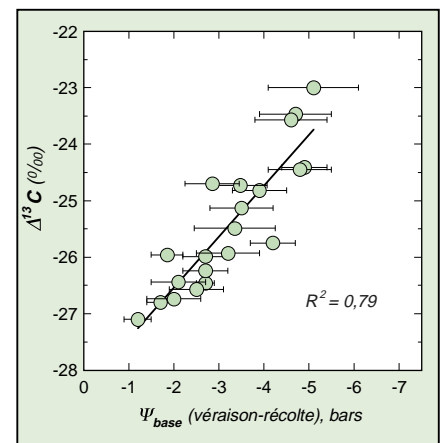


Fig. 3. Relation entre le rapport isotopique du C ( $\delta^{13}\text{C}$ ) dans les sucres des moûts à la vendange et les valeurs du  $\psi_{\text{base}}$  mesurées durant la période de la maturation à la récolte sur un réseau de 21 parcelles. Barres horizontales: erreur standard. Chasselas, canton de Vaud (CH), 2003.

gique du carbone dans les sucres des raisins était étroitement corrélée au régime hydrique de la vigne observé durant la maturation. Nos résultats corroborent en tous points ces différentes études. L'intérêt de l'indicateur  $\delta^{13}\text{C}$  réside dans la simplicité de sa mise en œuvre par rapport aux indicateurs classiques du régime hydrique de la vigne comme les potentiels hydriques foliaires ou l'humidimètre à neutrons. Cette technique pourrait ainsi constituer un outil de choix à l'avenir pour l'étude des terroirs viticoles.

### Modèle de bilan hydrique

Une interprétation du modèle de bilan hydrique (Riou et Payan, 2001; Lebon *et al.*, 2003) a été réalisée sur différentes parcelles du réseau pour en tes-

## Conclusions

- ❑ Les différents indicateurs de la contrainte hydrique (potentiels hydriques foliaires, discrimination isotopique du carbone et modèle de bilan hydrique) ont tous été pertinents pour évaluer l'état hydrique de la vigne établie sur les différents terroirs du vignoble vaudois.
- ❑ Une relation étroite a été mise en évidence entre la réserve en eau des sols (RU) et les valeurs du potentiel hydrique foliaire de base. Cette technique de mesure très performante demeure toutefois difficile à mettre en œuvre lorsque le nombre de sites à observer est élevé.
- ❑ La technique de discrimination isotopique du carbone ( $\delta^{13}\text{C}$ ) dans les sucres des raisins a été étroitement corrélée au régime hydrique observé chez la vigne durant la maturation. L'intérêt de cet indicateur réside dans sa grande facilité d'utilisation et pourrait constituer un outil de choix à l'avenir pour l'étude des terroirs viticoles.
- ❑ L'utilisation combinée du modèle de bilan hydrique et du potentiel hydrique de base a apporté des résultats encourageants. Les estimations de la quantité d'eau du sol utilisable par la vigne (TTSW) et celles de la RU ont présenté une bonne concordance sur les divers sites étudiés.

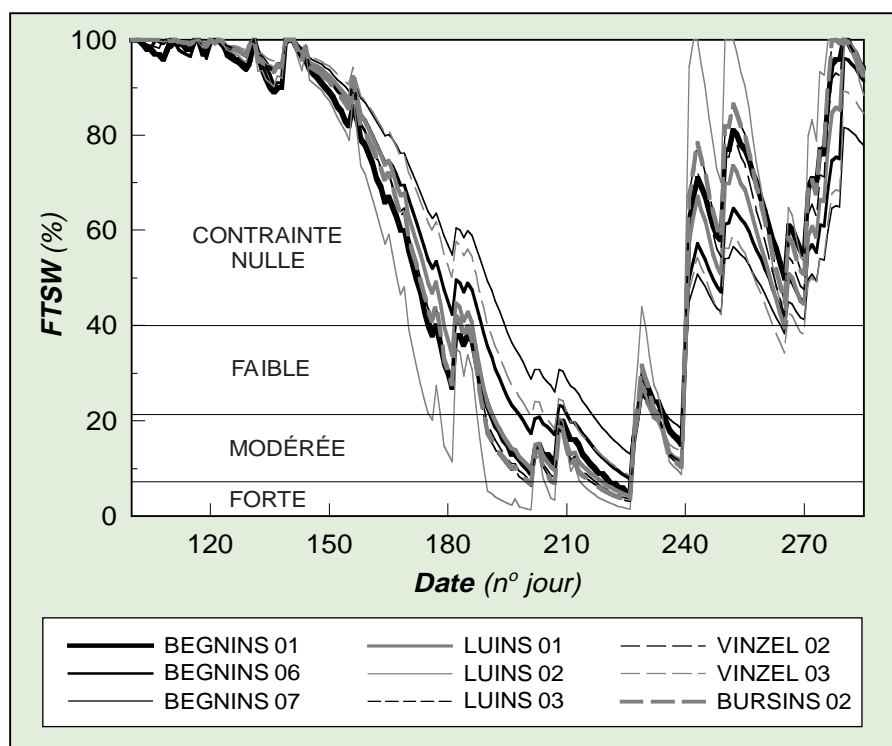


Fig. 4. Evolution de la FTSW (fraction d'eau du sol utilisable par la plante) en cours de saison 2003 sur différentes parcelles selon le modèle de bilan hydrique proposé par Riou et Payan (2001) et Lebon *et al.* (2003). Chasselas, La Côte (CH), 2003.

ter la pertinence et la validité (fig. 4). Le paramétrage du modèle utilise la vigne comme indicateur de l'état hydrique du milieu à travers la mesure du  $\psi_{\text{base}}$ . La figure 4 présente l'évolution de la fraction d'eau du sol utilisable par la plante (FTSW) en cours de saison sur une dizaine de parcelles à La Côte. Le bilan hydrique présente l'avantage de discriminer le degré de contrainte hydrique à travers trois composantes: l'époque, la durée et l'intensité. L'estimation de la TTSW (réserve hydrique maximale du sol, utilisable par la plante) effectuée grâce au bilan hydrique et aux mesures du  $\psi_{\text{base}}$  a été comparée à celle de la RU proposée par les pédo-

logues (Letessier et Fermond, 2004). Les premiers résultats montrent une bonne concordance entre l'estimation de la RU des sols et celle de la TTSW simulée durant la saison 2003, ainsi que sur la moyenne des saisons 2001-2003 (tabl. 1). Les valeurs de TTSW sont en général un peu moins élevées que celles de la RU. Ces premières observations sont encourageantes et l'amélioration envisagée du modèle par la prise en compte de la transpiration de la culture intercalaire et des flux d'eau de ruissellement, par exemple, permettra, sans aucun doute, d'accroître la fiabilité d'un tel outil de diagnostic de la contrainte hydrique.

**Tableau 1. Estimation de la réserve utile en eau des sols (RU) par Letessier et Fermond (2004) et de la quantité totale d'eau du sol utilisable par la plante (TTSW), simulée par le modèle du bilan hydrique (Riou et Payan, 2001; Lebon *et al.*, 2003) sur différents sites du réseau des terroirs viticoles vaudois. Moyennes  $\pm$  erreur standard. Chasselas, La Côte (CH), 2001-2003.**

Parcelles	RU (mm)	TTSW (mm)	
		2003	$\bar{\phi}$ 2001-2003
Begnins 01	150	120	125 $\pm$ 30
Begnins 06	160	150	165 $\pm$ 35
Begnins 07	> 150	170	190 $\pm$ 40
Luins 01	115	130	110 $\pm$ 20
Luins 02	65	50	70 $\pm$ 25
Luins 03	80	90	100 $\pm$ 15
Vinzel 02	80	110	–
Vinzel 03	120	150	160 $\pm$ 30
Bursins 02	125	90	–
Dully 02	85	–	80 (en 2002)

## Bibliographie

- Avicé J., Ourry A., Lemaire G. & Boucaud J., 1996. Nitrogen and carbon flows estimated by  $^{15}\text{N}$  and  $^{13}\text{C}$  pulse-chase labeling regrowth of alfalfa. *Plant Physiol.* **112**, 281-290.
- Chone X., 2001. Contribution à l'étude des terroirs de Bordeaux: étude des déficits hydriques modérés, de l'alimentation en azote et de leurs effets sur le potentiel aromatique des raisins de *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc. Thèse de doctorat de l'Université de Bordeaux II, 188 p.
- Deloire A., Carbonneau A., Federspiel Brigitte, Ojeda H., Wang Z. & Costanza P., 2003. La vigne et l'eau. *Progrès agric. et vitic.* **4**, 79-90.
- Gaudillère J.-P., Van Leeuwen C., Ollat N., Goutouly F. & Champagnol F., 1999.  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ . Discrimination measured in tartrate and sugars in mature grapevine berries. *Acta Hort.* **493**, 63-68.
- Lebon E., Dumas V., Pieri Ph. & Schultz H.-R., 2003. Modelling the seasonal dynamics of the soil water balance of vineyards. *CSIRO Publishing. Functional Plant Biology* **30**, 699-710.
- Letessier Isabelle & Fermond C., 2004. Etude des terroirs viticoles vaudois (Suisse), Géo-pédologie. Zone pilote de La Côte: appellations

- Bursinel, Vinzel, Luins et Begnins. Rapports SIGALES, Etudes de sols et de terroirs, Letessier-Fermond, 38410 Saint-Martin-d'Uriage, 70 p.
- 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.
- Riou C. & Payan J. C., 2001. Outils de gestion de l'eau en vignoble méditerranéen. Application du bilan hydrique au diagnostic du stress hydrique de la vigne. Compte Rendu du GESCO. 12<sup>es</sup> journées, Montpellier 3 au 7 juillet 2001, 125-133.
- Scholander P. F., Hammel H. T., Bradstreet E. D. & Hemmingzen E. A., 1965. Sap Pressure in Vascular Plants. *Science* **148**, 339-346.
- Seguin G., 1970. Les sols viticoles du Haut-Médoc. Influence sur l'alimentation en eau de

- la vigne et sur la maturation du raisin. Thèse de doctorat de l'Université de Bordeaux, institut d'œnologie, 141 p.
- Trégoat, 2003. Caractérisation du régime hydrique et du statut azoté de la vigne par des indicateurs physiologiques dans une étude terroir au sein de huit grands crus de Bordeaux. Influence sur le comportement de la vigne et la maturation du raisin. Thèse de doctorat de l'Université de Bordeaux II, 285 p.
- 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., Gaudillère 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** (4), 195-205.
- Zufferey V. & Murisier F., 2004. Etude des terroirs viticoles vaudois. Comportement de la vigne en fonction des conditions pédo-climatiques. Rapport final. Agroscope RAC Changins, Centre viticole du Caudoz, CH-1009 Pully, 221 p.
- Zufferey V. & Murisier F., 2004. Etude des terroirs viticoles vaudois. 4. Comportement physiologique et agronomique de la vigne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **36** (4), 14-20.

## Zusammenfassung

### Weinbauterroir und Wasserversorgung der Rebe im Waadtland

Zwischen 2001 und 2003, wurde von der Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, in Zusammenarbeit mit dem Büro I. Letessier (SIGALES) in Grenoble und der Eidgenössischen technischen Hochschule Lausanne (ETHL), die Studie des agronomischen Verhaltens der Rebe (cv. Chasselas), und insbesondere des Wasserzustandes, in verschiedene Weinbauterroirs realisiert. Die Bewertung des Rebenwasserzustandes wurde durch physiologische Indikatoren (Blattwasserpotential, isotopische Diskriminierung des Kohlenstoffes, und Wasserbilanzmodell), in Verhältnis zu der Schätzung der Wasserspeicherkapazität der Böden und die klimatischen Parametern, durchgeführt. Es wurde eine enge Verbindung zwischen dem Rebenwasserzustand, geschätzt durch Frühmorgendliches Wasserpotential, und die verfügbare Bodenwasserreserve (RU), in einem Netz von etwa dreissig Parzellen, im Verlauf von Beobachtungen in drei klimatisch verschiedenen Jahrgängen (2001 sehr feuchter Jahrgang, 2002 mittlerer Jahrgang, 2003 trockener Jahrgang) festgestellt. Unsere Beobachtungen haben gezeigt, dass die Technik der isotopischen Diskriminierung des Kohlenstoffes im Traubenzucker ist direkt mit dem Rebenwasserzustand, während dem Reifeprozess (Zuckerakkumulationsphase in den Beeren) in Beziehung zu stellen. Diese Beziehung war im trockenen Jahrgang (2003) signifikant. Die Verwendung vom Wasserbilanzmodell hat die Diskriminierung des Wasserstressniveaus der verschiedenen Parzellen, durch seine drei Komponente, die Frühzeitigkeit, die Dauer und die Intensität, ermöglicht. Die Schätzung der gesamten verfügbaren Bodenwassermenge für die Rebe (TTSW) war durch Verkopplung des Wasserbilanzmodells und der Werte des Frühmorgendlichen Wasserpotentials bestimmt. Eine gute Übereinstimmung zwischen der TTSW und der RU wurde, in den verschiedenen Studienorten, beobachtet.

## Riassunto

### Terroir viticoli vodesi e alimentazione idrica della vite

Dal 2001 al 2003 è stato eseguito dalla Stazione di ricerca Agroscope Changins-Wädenswil ACW, in collaborazione con l'ufficio I. Letessier (SIGALES) a Grenoble e la Scuola politecnica federale di Losanna (EPFL), lo studio del comportamento fisiologico della vite (cv. Chasselas), in particolare del suo regime idrico, su diversi terroir viticoli vodesi.

La valutazione del regime idrico della vite è stata effettuata per mezzo d'indicatori fisiologici (potenziale idrico fogliare, discriminazione isotopica del carbonio e modello di bilancio idrico) in relazione con le stime di riserva idrica dei suoli e dei parametri climatici. Una stretta correlazione è stata messa in evidenza tra il regime idrico della vite, stimato attraverso il potenziale idrico fogliare di base, e la riserva utile in acqua dei suoli (RU), in una rete di trenta parcelle nell'arco di tre anni di osservazioni, climaticamente differenti (2001 annata molto umida, 2002 annata intermedia, 2003 annata secca). Le nostre osservazioni hanno indicato che la tecnica di discriminazione isotopica del carbonio ( $\delta^{13}C$ ) negli zuccheri delle uve è strettamente correlata al regime idrico osservato sulla vite durante la maturazione (fase di accumulo degli zuccheri nelle bacche). La correlazione ottenuta tra il rapporto  $\delta^{13}C$  e i valori di potenziale idrico fogliare di base, sono risultati significativi nell'annata secca (2003). L'utilizzo del modello di bilancio idrico (Riou et Payan, 2001; Lebon *et al.*, 2003) ha permesso di discriminare il livello di carenza idrica di differenti parcelle attraverso le sue tre componenti principali, che sono, la precocità, la durata e l'intensità. La stima della quantità totale d'acqua del suolo utilizzabile dalla vite (TTSW) è stata determinata attraverso l'accoppiamento del modello di bilancio idrico con i valori di potenziale idrico fogliare di base. Una buona concordanza è stata osservata tra le stime della TTSW e la RU dei differenti siti di studio.

## Summary

### Study of wine-growing land «terroirs» in the Canton of Vaud (Switzerland) and plant hydraulics

The study of the physiological behaviour of the grapevine (cv. Chasselas), and of plant hydraulics in particular, was conducted on various «terroirs» in the Canton of Vaud (Switzerland) between 2001 and 2003 by Agroscope Changins-Wädenswil Research Station ACW, in collaboration with the firm I. Letessier (SIGALES) in Grenoble and the Federal Polytechnic School of Lausanne (EPFL).

An evaluation of the vine plant hydraulics was made by means of physiological indicators (leaf water potentials, carbon isotope discrimination and a model of transpirable soil water), in relation to estimations of the soil water reservoir and climatic factors. A close relationship came to light between the plant hydraulics, estimated by the pre-dawn leaf water potential, and the reserves of useful soil water (RU), from a network of about 30 study sites over a period of observation covering three climatically different years (2001 very wet year, 2002 intermediate year, and 2003 dry year). Observations from the present study indicate that the carbon isotope discrimination technique ( $\delta^{13}C$ ) in grape sugars was closely correlated to the plant hydraulics noted in the vine during the ripening stage (phase of sugar accumulation in berries). The use of a transpirable soil water model (Riou and Payan, 2001; Lebon *et al.*, 2003) allowed to determine levels of water stress from the different sites according to the three principal components: period, duration and intensity. The total of transpirable soil water (TTSW) was estimated by combining the model with values of pre-dawn leaf water potential. The estimations of TTSW and RU observed at the different study sites were in good agreement.

**Key words:** «terroir», plant hydraulics, leaf and stem water potential, carbon isotope.