



L'évaluation du régime hydrique de la vigne. Incidence sur son développement et sur la constitution du raisin

O. Trégoat, X. Choné, Cornelis van Leeuwen

► To cite this version:

O. Trégoat, X. Choné, Cornelis van Leeuwen. L'évaluation du régime hydrique de la vigne. Incidence sur son développement et sur la constitution du raisin. Journée technique des terroirs viticoles, Ecole Nationale des Ingenieurs des Travaux Agricoles de Bordeaux (ENITAB). FRA., Dec 2008, Talence, France. 7 p. hal-02817879

HAL Id: hal-02817879

<https://hal.inrae.fr/hal-02817879>

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'évaluation du régime hydrique de la vigne

Incidence sur son développement et sur la constitution du raisin

O. TRÉGOAT^{1*}, X. CHONÉ² et C. van LEEUWEN³

1 : 11 rue Booth 34500 Béziers, France

2 : 5 rue Eugène Delacroix 33150 Cenon/Bordeaux, France

3 : ENITA de Bordeaux, ISVV, 1 cours du Général de Gaulle, B.P. 201, 33175 Gradignan cedex, France

*Pour correspondance : olivier@oliviertrecoat.com

Résumé : Le régime hydrique est un paramètre essentiel de la production viticole, tant au niveau quantitatif que qualitatif. Un régime hydrique modérément limitant entre la nouaison et la maturité augmente la qualité dans le cadre de la production de vins rouges de garde, car il anticipe l'arrêt de croissance des rameaux, limite la taille des baies, réduit l'acidité des raisins et augmente leur teneur en composés phénoliques. Une contrainte hydrique modérée accélère la maturation du raisin et elle est donc un élément de précocité. Un régime hydrique non limitant augmente le rendement au détriment de la qualité. De nombreux outils ont été développés pour évaluer l'état hydrique de la vigne. Parmi ces indicateurs, le potentiel tige est un outil opérationnel pour suivre l'état hydrique de la vigne au cours de la saison à l'échelle parcellaire. La mesure du rapport isotopique $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ sur les raisins à maturité permet d'avoir un indicateur de la contrainte hydrique moyenne que la vigne a subie entre la véraison et la maturité. Cette mesure est proposée en prestation de service par certains laboratoires spécialisés et présente l'avantage de ne nécessiter aucune mesure sur le terrain.

Mots-clés : vigne, régime hydrique, vitesse de maturation, potentiel tige, rapport isotopique du carbone 13

Introduction

À la différence de la plupart des productions végétales, et notamment des cultures annuelles, la vigne est généralement cultivée en dessous de l'optimum agronomique. Il est admis que différents types de contraintes environnementales peuvent limiter la vigueur et le rendement et ainsi favoriser le potentiel œnologique du raisin. Parmi ces contraintes, une limitation de l'alimentation en eau joue un rôle prépondérant sur le comportement de la vigne et la composition des baies, cela est particulièrement vrai et recherché pour les cépages rouges. Un régime hydrique modérément limitant induit généralement des effets bénéfiques sur la qualité des vins produits ; on parle dans ce cas de « contrainte hydrique ». L'expression « stress hydrique » souvent employée est réservée à des situations où un manque d'eau excessif et avéré altère la qualité du raisin et met en péril à moyen terme la pérennité de la vigne.

Pour ces raisons, et afin de connaître le seuil en amont duquel la contrainte hydrique est bénéfique et à partir de quand le stade « stress hydrique » est atteint, les scientifiques ont cherché à mesurer et à quantifier le régime hydrique de la vigne. Cet article permet de rappeler succinctement les différentes techniques utilisées pour évaluer le régime hydrique de la vigne et insistera sur les plus fiables et les faciles à mettre en œuvre

au vignoble ; dans un second temps, il sera rappelé l'influence du régime hydrique sur la physiologie de la vigne et la constitution des raisins.

Suivi de l'alimentation en eau 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...), 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...), des caractéristiques du cépage et du porte-greffe, de la couverture du sol et de la demande évaporative de l'atmosphère.

L'étude de la réponse de la vigne à différents régimes hydriques peut se faire à l'aide de trois grands types d'indicateurs : des indicateurs de la disponibilité de l'eau dans le sol, des indicateurs basés sur des modèles et des indicateurs physiologiques (mesures sur la plante même).

Indicateurs de la disponibilité de l'eau dans le sol

Les premières études de l'alimentation en eau de la vigne remontent à la fin des années 1960. Elles étaient basées sur des bilans hydriques, effectués à l'aide d'un humidimètre à neutrons (Seguin, 1970). Une sonde émettant des neutrons rapides est introduite dans un tube d'accès qui reste en permanence dans le sol. Ces neutrons sont ralentis jusqu'à l'agitation thermique lorsqu'ils rencontrent des atomes d'hydrogène. Dans le sol, la très grande majorité des atomes d'hydrogène sont ceux des molécules d'eau. La proportion de neutrons thermiques comptabilisée par unité de temps est donc proportionnelle à l'humidité du sol (humidité volumique). Il devient alors possible de calculer la consommation d'eau de la vigne entre deux mesures par différence du stock d'eau à chaque mesure, en rajoutant les précipitations qui sont tombées pendant la période. Les études conduites à l'aide d'un humidimètre à neutrons ont permis de préciser le régime hydrique dans les sols graveleux du Haut-Médoc (Seguin, 1975), dans les sols très argileux de Pomerol, ainsi que dans les sols sur calcaire à Astéries à Saint-Émilion (Duteau *et al.*, 1981). Malgré son approche très novatrice pour l'époque, cette technique possède néanmoins un certain nombre d'inconvénients. Les bilans hydriques ainsi calculés ne permettent pas de tenir compte d'apports d'eau latéraux par d'éventuelles nappes d'eau, ni du ruissellement qui peut être non négligeable sur des parcelles en pente. À terme, un développement racinaire se produit au contact du tube d'accès, ce qui fausse les résultats (Van Leeuwen *et al.*, 2001a). De plus, le système racinaire de la vigne s'étend souvent en profondeur et la nature des sols viticoles (graveleux, rocheux) peut rendre l'implantation du tube d'accès particulièrement difficile. Enfin, le nombre de parcelles suivies reste limité au nombre de tubes, autrement dit l'échantillonnage de mesures est faible. Même si l'humidimètre à neutrons est utilisé dans certains pays du nouveau monde pour piloter l'irrigation de la vigne, on peut considérer que la lourdeur de cette technique est un obstacle à sa généralisation. L'établissement de bilans hydriques avec un appareil TDR (Time Domain Reflectometry) se heurte aux mêmes inconvénients.

Modélisation

Le bilan hydrique théorique constitue une autre approche du régime hydrique de la vigne, par modélisation. Il propose de simuler le stock d'eau restant dans le sol à chaque instant de l'été à partir de données concernant le stock d'eau au début de la campagne, auquel on ajoute les apports (précipitations) et retranche les pertes (évapotranspiration). Le modèle le plus abouti a été proposé par Éric Lebon (Riou et Lebon, 2000 ; Lebon *et al.*, 2003), il est depuis quelques années développé par J.C. Payan de L'IFV. Dans cette formulation, les précipitations peuvent être déterminées avec précision et l'évapotranspiration peut être correctement estimée. La principale difficulté de cette approche concerne l'estimation du stock d'eau au début de la campagne, qui est extrêmement difficile à approcher à cause de particula-

rités propres à la culture de la vigne (profondeur d'enracinement, sols caillouteux).

Indicateurs physiologiques

Au vu de la difficulté à raisonner le régime hydrique de la vigne à partir de mesures réalisées dans le sol, ou par modélisation, il est apparu séduisant d'aborder ce problème en effectuant des mesures directement sur la plante (indicateurs physiologiques). Un déficit hydrique provoquera un certain nombre de modifications dans le fonctionnement physiologique de la vigne, qui sont mesurables : variations de la tension de la sève xylémienne, fermeture stomatique, déroulement de la photosynthèse... Lorsque la plante est utilisée comme indicateur de son propre état hydrique, on parle « d'indicateurs physiologiques ». Il existe bon nombre d'indicateurs physiologiques : potentiel hydrique foliaire, potentiel hydrique foliaire de base ou potentiel hydrique tige (Choné *et al.*, 2001a), micro-variations de diamètre d'organes de la vigne, notamment le tronc (Van Leeuwen *et al.*, 2000), débit de sève (Valancogne et Nasr, 1989) et transpiration...

Parmi ces types d'indicateur, le potentiel hydrique est incontestablement le plus utilisé, pour sa fiabilité et sa facilité d'utilisation. Le potentiel hydrique est mesuré en plaçant une feuille dans une chambre à pression, reliée à une bouteille d'azote sous pression. Seul le pétiole sort à l'extérieur de la chambre par un petit orifice. En augmentant progressivement la pression dans la chambre, on note la pression qu'il faut exercer pour faire apparaître un ménisque de sève sur la section du pétiole. Cette pression correspond au potentiel hydrique, au signe près : plus la pression est importante pour produire le ménisque de sève sur la section du pétiole, plus le potentiel hydrique est fortement négatif et plus la vigne est soumise à un déficit hydrique important.

- La mesure du potentiel hydrique à l'aide d'une chambre à pression connaît trois applications : le potentiel hydrique foliaire de base, le potentiel hydrique foliaire et le potentiel hydrique tige (Choné *et al.*, 2000).

- Le potentiel hydrique foliaire de base est une mesure effectuée juste avant le lever du soleil. À l'obscurité, les stomates sont fermés et pendant la nuit il y a un rééquilibrage entre le potentiel matriciel de l'eau dans le sol et le potentiel de l'eau dans la plante. Le potentiel hydrique foliaire de base permet donc de rendre compte de la disponibilité en eau de la couche la plus humide explorée par le système racinaire. Il donne une valeur plus stable et plus facile à interpréter que le potentiel hydrique foliaire mesuré en cours de journée, mais sa mise en œuvre est plus contraignante. Cette technique en outre sous-estime la contrainte hydrique dans des sols à humidité hétérogène (Améglio et Archer, 1996 ; Améglio *et al.*, 1999). C'est aujourd'hui un des indicateurs les plus utilisés dans le monde.

- Le potentiel hydrique foliaire est mesuré sur une feuille non recouverte au cours d'une journée ensoleillée. Sa valeur ne représente que le potentiel hydrique d'une seule feuille. Même si ce potentiel dépend de l'état

hydrique de la plante, la variabilité importante d'une feuille à l'autre sur un même cep de vigne (en fonction de l'exposition au soleil par exemple) rend l'écart type de la mesure important et limite donc la signification de la valeur obtenue. Pour cette raison, on a cherché et développé le potentiel hydrique tige.

- Le potentiel hydrique tige est mesuré au cours de la journée, sur une feuille qui a été recouverte par un sachet étanche et opaque pendant au moins une heure avant la mesure. À l'obscurité, les stomates de la feuille sont fermés et le potentiel hydrique de la feuille s'équilibre avec le potentiel hydrique du xylème de la tige. Cette mesure permet d'approcher l'état hydrique de la plante entière en cours de journée. Si l'on respecte certaines conditions (heure de la mesure, conditions climatiques), le potentiel hydrique tige est le plus précis des trois applications de la chambre à pression (Choné *et al.*, 2001a). Il est particulièrement bien adapté pour mesurer des déficits hydriques faibles et/ou précoces et s'avère efficace pour manager une irrigation qualitative et d'appoint.

- La discrimination isotopique du carbone 13 est un autre indicateur physiologique du régime hydrique. L'isotope ^{13}C représente un peu plus de 1 % du carbone dans le CO_2 atmosphérique. L'isotope ^{12}C , plus léger, est préférentiellement utilisé lors de la photosynthèse. La contrainte hydrique, en provoquant la fermeture des stomates pendant une partie de la journée, ralentit les échanges de CO_2 entre la feuille et l'atmosphère et limite ainsi la discrimination isotopique. Le rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (appelé $\delta^{13}\text{C}$) se rapproche, dans ces conditions, de celui dans le CO_2 atmosphérique. Autrement dit, une plante qui subit une contrainte hydrique absorbe proportionnellement plus de ^{13}C . La mesure du $\delta^{13}\text{C}$ sur les sucres du moût à maturité, qui peut facilement être réalisée par un laboratoire spécialisé en prestation de service, constitue alors un indicateur global de la contrainte hydrique subie par la vigne au cours de la période de maturation. Cet indicateur renseigne donc sur le niveau de contrainte hydrique moyen entre véraison et maturité. Le $\delta^{13}\text{C}$ s'exprime en p. mille par rapport à un standard. Les valeurs s'échelonnent entre -20 et -27 p. mille, où -20 p. mille indique une forte contrainte hydrique et -27 p. mille une absence de contrainte hydrique

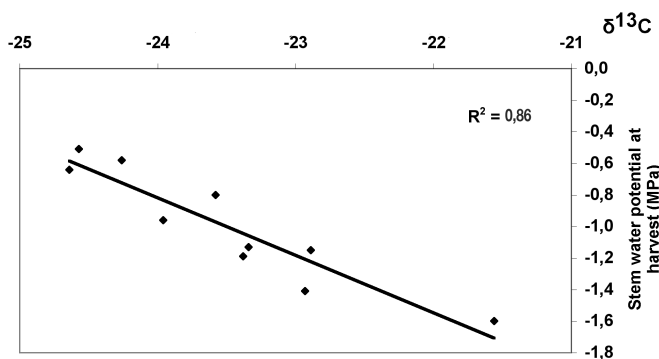


Figure 1 - Corrélation entre le potentiel tige à maturité et le $\delta^{13}\text{C}$ mesuré sur les sucres du moût à maturité. Cépage Merlot, millésime 2000.

(figure 1). L'intérêt de cet indicateur réside dans le fait que sa mesure ne nécessite pas d'intervention sur le terrain autre que le prélèvement de raisin à maturité (Van Leeuwen *et al.*, 2001b ; Gaudillère *et al.*, 2002). Il devient alors possible d'échantillonner un grand nombre de parcelles, ce qui est plus difficile avec une chambre à pression.

L'utilisation du $\delta^{13}\text{C}$ à petite ou grande échelle (propriété, cave coopérative, Winery) s'avère efficace pour caractériser rapidement le régime hydrique d'une parcelle de vigne car la mesure se fait sur un simple échantillon de moût issu d'un contrôle de maturité. On peut ainsi dresser une carte du régime hydrique du vignoble et ainsi procéder à une sélection parcellaire axée sur l'alimentation en eau de la vigne. Cet indicateur devient un nouvel outil de sélection parcellaire. Sur la figure 2, on remarque que les parcelles sur sols graveleux subissent plus de contraintes hydriques que les autres parcelles. On peut aussi noter que la contrainte hydrique était globalement plus forte en 2005 qu'en 2000, mais que les parcelles qui subissent la plus forte contrainte hydrique sont les mêmes pour ces deux millésimes.

De plus, dans le cadre de parcelles irriguées (en Languedoc ou à l'étranger), la mesure du $\delta^{13}\text{C}$ permet d'affiner les stratégies d'irrigation à moyen terme (deux à trois ans de recul) des parcelles et des cépages : ai-je apporté trop d'eau ? pas assez ? C'est un outil qui permet ainsi d'améliorer grandement la stratégie d'apport d'eau, surtout si ces apports ont été gérés un peu approximativement (bilan hydrique ou le plus couramment répandu en Languedoc « a visto de naz »).

Incidence du régime hydrique de la vigne sur son développement et sur la constitution du raisin à maturité

L'apparition d'une contrainte hydrique au cours de la saison modifie profondément le fonctionnement physiologique de la vigne. Elle peut s'installer plus ou moins rapidement, suivant l'année, comme le montre l'évolution du potentiel tige pour les millésimes 2000, 2002 et 2005 sur une parcelle de la région de Saint-Émilion (figure 3). Un déficit hydrique provoque la fermeture des stomates pendant une partie de la journée. La régulation stomatique limite la photosynthèse et cette régulation sera d'autant plus intense que le déficit hydrique est sévère. La réduction de l'alimentation en eau favorise l'arrêt de croissance des rameaux de la vigne (figure 4) ; elle limite aussi le grossissement des baies (figure 5), notamment lorsqu'elle intervient avant la véraison (Becker et Zimmermann, 1984). Lorsque les racines se trouvent dans un sol en cours d'assèchement, leurs extrémités produisent de l'acide abscissique. Cette hormone est favorable à la maturation du raisin. Une limitation de l'alimentation en eau de la vigne induit à la fois des effets négatifs sur la maturation du raisin (limitation de la photosynthèse) et des effets positifs (production de l'acide abscissique, limitation de la compétition pour les substances carbonées par les apex en croissance, baies

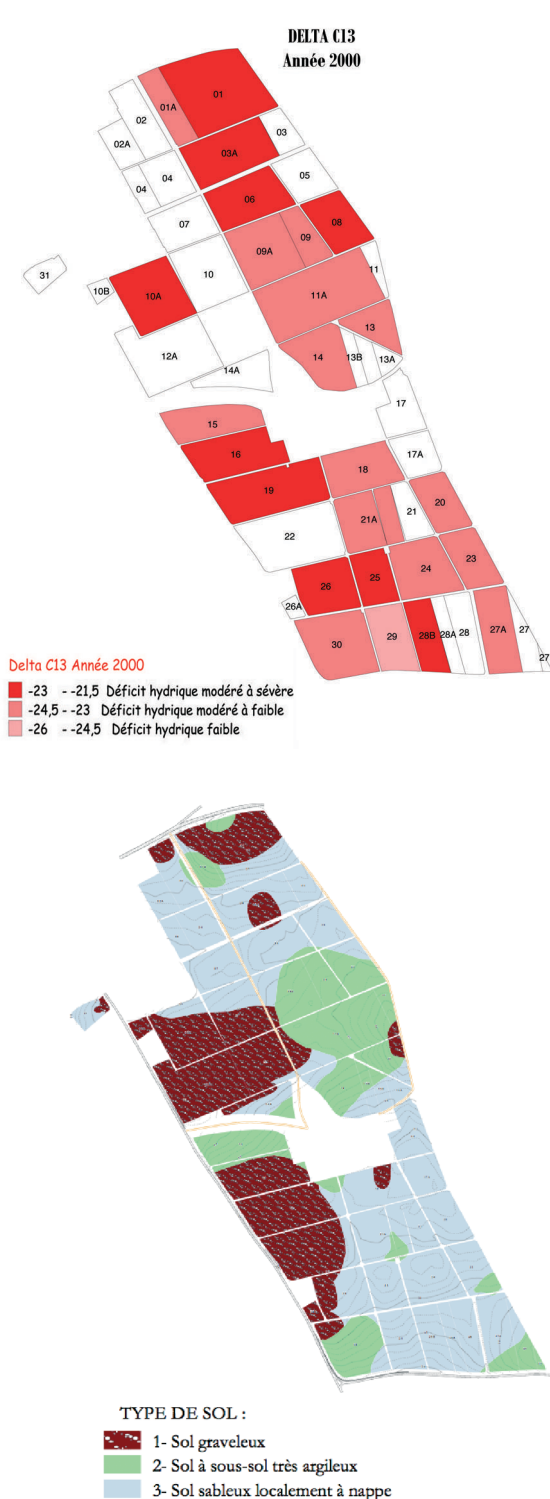
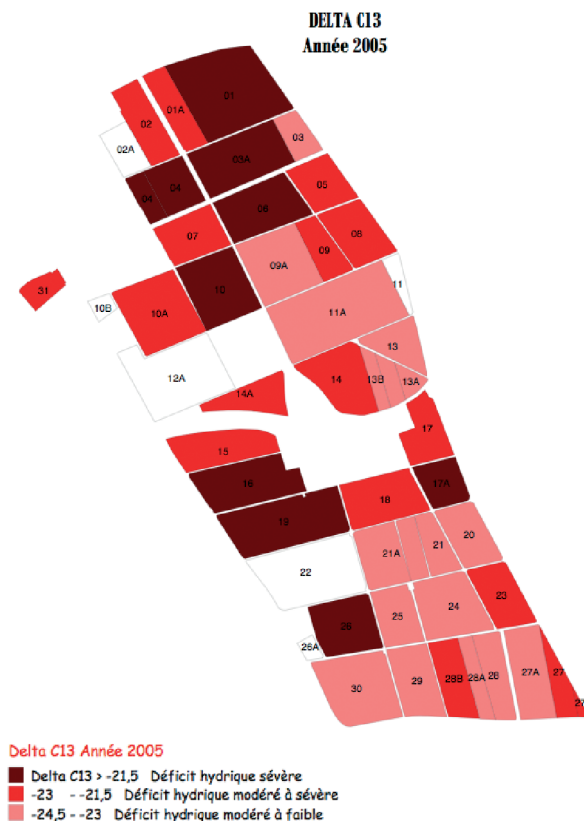


Figure 2 - Comparaison entre le $\delta^{13}\text{C}$ mesuré sur sucres à maturité en 2000 et 2005 sur les parcelles d'un vignoble et la carte des sols de ce même vignoble (Van Leeuwen *et al.*, 2001b et données non publiées).

moins volumineuses). En cas de déficit hydrique modéré les effets positifs l'emportent sur les effets négatifs : les raisins sont plus riches en sucres réducteurs, en anthocyanes et en tanins et moins riches en acide malique (Van Leeuwen et Seguin, 1994 ; Trégoat *et al.*, 2002). En cas de stress hydrique sévère, la photosynthèse se trouve trop fortement limitée et des blocages de la maturité surviennent.



En viticulture, il est fondamental de savoir jusqu'où le déficit hydrique est favorable à la qualité, et à partir de quel seuil commence le stress hydrique défavorable à cette qualité. La réponse à cette question dépend du matériel végétal, du type de production, du type de substance considérée et du niveau de rendement.

La plupart des études qui relie l'état hydrique de la vigne à la constitution du raisin concerne la production de vins rouges. Il est généralement admis que la plage de contraintes hydriques favorables à la qualité est plus grande pour les raisins noirs que pour les raisins blancs. Sur une exploitation qui produit à la fois du vin rouge et du vin blanc il est, dans ces conditions, logique d'implanter les cépages rouges sur les sols avec les plus faibles réserves hydriques.

Concernant les constituants du moût, tels les sucres, l'accumulation est maximale pour une alimentation en eau modérément limitante. Un régime hydrique peu limitant conduit à une teneur en sucres faible par dilution et par compétition avec les rameaux en croissance ; un stress hydrique limite la biosynthèse des sucres car la photosynthèse est pénalisée (figure 6). Plus surprenant, sur la même gamme de contrainte hydrique, la richesse en anthocyanes augmente de façon linéaire ; elle est la plus élevée sur la parcelle qui présente le régime hydrique le plus limitant (figure 7). Or la qualité d'un vin rouge dépend davantage de sa teneur en composés phénoliques que de la teneur en sucres du raisin à maturité. Le potentiel œnologique des raisins noirs peut donc être excellent, même si une forte contrainte hydrique pénalise légèrement la richesse en sucre du moût.

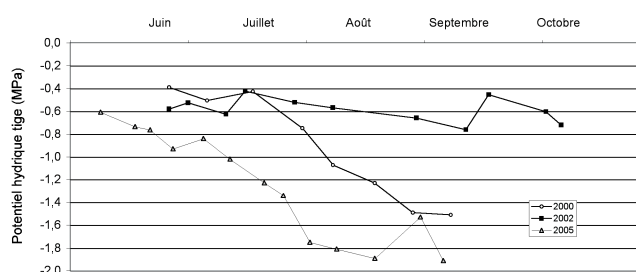


Figure 3 - Comparaison de cinétiques de potentiel hydrique tige sur trois millésimes (sol graveleux, cépage Merlot, AOC Saint-Émilion). Plus les valeurs sont fortement négatives plus la contrainte hydrique est intense.

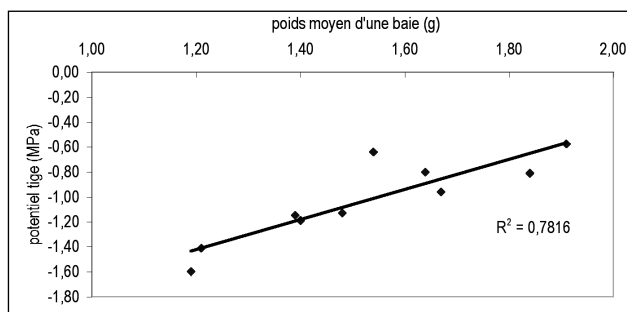


Figure 5 - Corrélation entre le poids moyen d'une baie et le régime hydrique de la vigne mesuré par le potentiel hydrique tige. Cépage Merlot, millésime 2000.

Rappelons enfin, que l'effet de la contrainte hydrique sur la qualité du moût ne doit pas être séparé du niveau de rendement. Un même niveau de contrainte hydrique peut être favorable à la qualité pour un rendement de 30 hl/ha et conduire à des blocages de la maturation avec des effets désastreux sur la qualité à 60 hl/ha.

Effet de la contrainte hydrique sur la précocité de la maturité

Le moment où les raisins arrivent à maturité dépend à la fois de la précocité du cycle phénologique, qui peut être évaluée par la date de mi-véraison, et de la vitesse de maturation, qui peut être calculée d'après Duteau (1990). La précocité du cycle phénologique dépend essentiellement de la température du sol, qui est en relation avec sa teneur en eau (Morlat, 1989). La vitesse de maturation est en grande partie déterminée par le régime hydrique de la vigne (Van Leeuwen et Seguin, 1994). Un déficit hydrique est favorable à une maturation rapide, car il limite la taille des baies (et donc du compartiment à remplir avec des sucres) et il réduit la compétition pour les substances carbonées entre les baies et les apex en croissance. La figure 8 montre un exemple de l'incidence du régime hydrique sur la vitesse de maturation et la précocité de trois parcelles avec des sols très différents (Van Leeuwen et Rabusseau, résultats non publiés). Pour faire abstraction de l'influence de la température sur la vitesse de maturation, les dates sont indiquées en abscisse par la somme des températures actives à partir du premier août : chaque jour est représenté par sa température moyenne moins dix degrés. La vigne a subi une contrainte hydrique sur le sol graveleux et le sol très

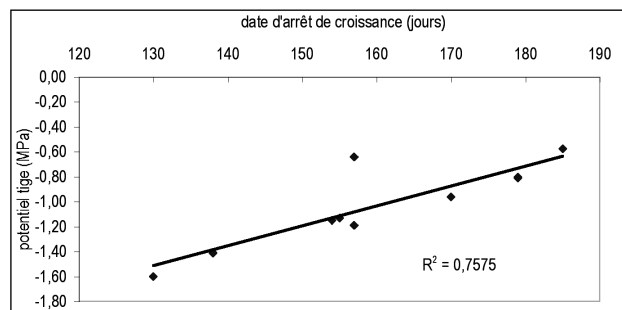


Figure 4 - Corrélation entre la date d'arrêt de croissance et le régime hydrique de la vigne mesuré par le potentiel hydrique tige. Cépage Merlot, millésime 2000.

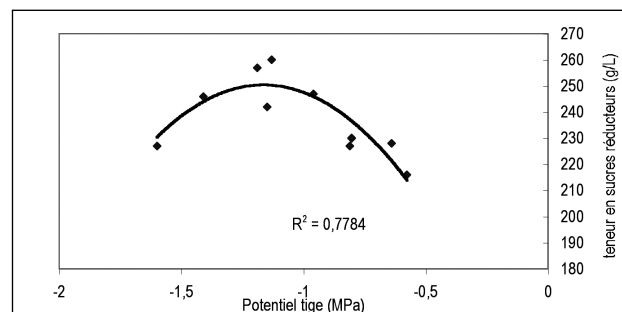


Figure 6 - Corrélation entre la teneur en sucres réducteurs et le régime hydrique de la vigne mesuré par le potentiel hydrique tige. Cépage Merlot, millésime 2000.

argileux ; l'évolution de la maturité de la pulpe (rapport sucres sur acidité) est rapide dans ces parcelles. Sur le sol sableux à nappe, l'alimentation en eau de la vigne a été non limitante ; la maturation de la pulpe est lente. Malgré des dates de mi-véraison très proches sur ces parcelles (le 10 août sur le sol graveleux, le 11 août sur le sol très argileux et le sol sableux), l'écart de précocité atteint 70 °jours en somme de températures actives, soit environ 7 jours après quatre semaines de maturation.

Dans la grande majorité des cas, les sols humides sont froids et ils fournissent une alimentation en eau non limitante. Les raisins y arrivent à maturité tardivement sur ces sols, car le cycle phénologique est alors retardé et la maturation lente. Suivant le même raisonnement, la plupart des sols secs sont précoces. Il existe dans certains crus très réputés du Bordelais, notamment à Pomerol, mais aussi plus localement à Saint-Émilion et dans le Haut-Médoc, des sols très argileux. Ils ont la particularité d'être riches en eau (et donc froids), mais de provoquer néanmoins des contraintes hydriques précoces. En raison de la nature des argiles (smectites = argiles gonflantes), la disponibilité de l'eau (malgré son abondance) y est très faible : l'eau est en quelque sorte fortement retenue aux minéraux argileux. Ces sols sont précoces et même si on y a implanté, pour des raisons historiques, du Merlot à Pomerol, le Cabernet-Sauvignon arrive parfaitement à maturité sur le même type de sol dans le Haut-Médoc. Cet exemple montre que la contrainte hydrique joue un rôle essentiel sur la précocité de la vigne et que son effet l'emporte sur celui de la température du sol. Le choix du cépage par rapport

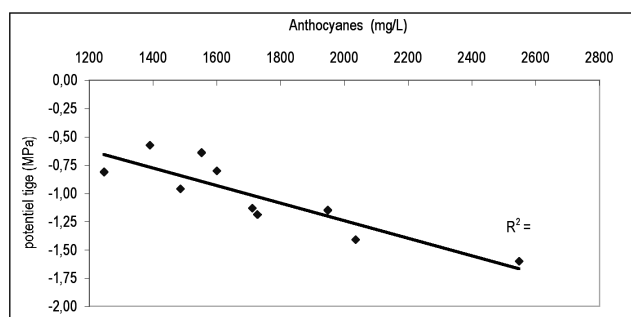


Figure 7 - Corrélation entre la teneur en anthocyanes et le régime hydrique de la vigne mesuré par le potentiel hydrique tige. Cépage Merlot, millésime 2000.

au type de sol dépend en grande partie de la précocité de la parcelle. Il est donc en étroite relation avec le régime hydrique (Van Leeuwen, 2001).

Régime hydrique et effet millésime

Le régime hydrique d'un millésime peut être évalué par le calcul du bilan hydrique. Le tableau 1 reprend le régime hydrique de quelques millésimes du Bordelais, calculé d'après Riou et Lebon (2000). Pour faire abstraction de l'effet du sol, nous avons introduit une valeur de 0 pour la réserve en eau du sol au début de la campagne, ce qui explique les valeurs négatives du bilan hydrique. Les valeurs proposées indiquent donc un déficit hydrique théorique, qui correspond à la différence entre les précipitations et l'évapotranspiration réelle (en l'absence de régulation stomatique). Les millésimes de faible qualité possèdent sans exception un bilan hydrique faiblement négatif à la fin du mois de septembre (ce qui correspond approximativement au moment des vendanges). Les millésimes où la vigne a subi une forte contrainte hydrique correspondent sans exception à de grands millésimes. Même s'il peut arriver, qu'au cours d'un été sec, des blocages de maturation se produisent sur certaines parcelles, avec des conséquences négatives sur la qualité des vins (notamment des parcelles de jeunes vignes, avec un enracinement superficiel), il est intéressant de noter qu'aucun millésime depuis 50 ans n'a vu sa qualité altérée du fait d'un stress hydrique excessif dans le Bordelais.

Les possibilités de modifier le régime hydrique de la vigne

Le régime hydrique idéal pour la production de raisin à fort potentiel œnologique correspond à une situation de contrainte hydrique modérée, qui intervient tôt dans la saison (avant la véraison). En revanche, le potentiel œnologique du raisin sera moindre, aussi bien en l'absence de contrainte hydrique, qu'en cas de stress hydrique excessif.

La perte de qualité par un déficit hydrique insuffisant est beaucoup plus fréquente, même si elle passe généralement inaperçue, que la perte de qualité par un stress hydrique excessif. Lorsque la pluviosité estivale et la réserve en eau des sols ne permettent pas d'atteindre de

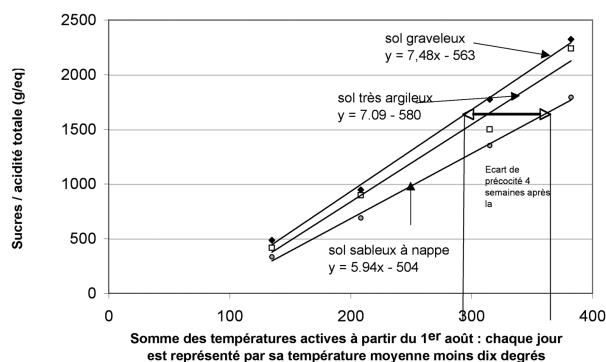


Figure 8 - Vitesse de maturation sur trois sols de Saint-Émilion (Merlot, 2001).

façon régulière un déficit hydrique suffisant, il faut augmenter la surface foliaire par hectare pour augmenter l'évapotranspiration réelle et choisir un porte-greffe qui valorise peu les réserves en eau du sol (Riparia Gloire de Montpellier par exemple). On peut également installer un enherbement concurrentiel et « jouer » sur les différentes espèces pour concurrencer plus ou moins la vigne vis-à-vis de l'eau. Ces situations peuvent également être valorisées par un choix pertinent d'encépagement (cépages blancs ou cépages rouges précoces, Van Leeuwen, 2001).

Dans les situations où il se produit certaines années une perte de qualité par stress hydrique excessif (climat très sec, sols avec de faibles réserves en eau), il est possible de limiter les effets négatifs sur la vigne par une adaptation de la conduite de la vigne et du matériel végétal (Choné *et al.*, 2001b). La meilleure protection contre les effets néfastes d'un stress hydrique est une limitation du rendement. Un rendement modéré permet d'avoir une surface foliaire moyennement faible sans altérer le rapport feuille/fruit. Le choix de porte-greffes résistants à la sécheresse (par exemple le 110 Richter fréquemment utilisé en Languedoc) est sûrement la forme d'adaptation à la sécheresse la plus répandue. On peut également signaler qu'une faible alimentation en azote de la vigne réduit ses besoins en eau, par une limitation de la vigueur et de la surface foliaire.

Dans des situations extrêmes, et lorsque la législation le permet, le viticulteur peut avoir recours à l'irrigation. On considère que la culture de la vigne avec des rendements économiquement viables est difficile lorsque la pluviosité annuelle est inférieure à 400 mm. Cette valeur doit cependant être modulée en fonction de la répartition des précipitations au cours de l'année et de la capacité de rétention d'eau des sols. Sous des climats très secs l'irrigation raisonnée peut être un facteur de qualité, mais une irrigation mal conduite peut également provoquer une perte de potentiel œnologique du raisin. Lorsqu'elle est nécessaire, l'irrigation doit amener la vigne progressivement à une situation de contrainte hydrique modérée, tout en lui évitant de basculer dans une situation de stress hydrique. Ce pilotage fin de l'irrigation peut être réalisé grâce au suivi régulier de l'état hydrique de la vigne par la mesure du potentiel tige (Choné *et al.*, 2001b).

Millésime	Bilan hydrique théorique au 30 septembre	Qualité du millésime (Notes /20)
2005	-366	19
1990	-306	19
2003	-305	16
2000	-290	19
1986	-271	18
1998	-256	18
2004	-251	16
1995	-241	17
1962	-231	17
1964	-220	17
1997	-211	15
1988	-211	17
1970	-210	18
1961	-207	20
1991	-206	13
1989	-204	19
1985	-198	18
1977	-87	11
1993	-80	14
1954	-80	9
1971	-40	17
1956	-39	9
1968	-33	6
1958	-31	12
1969	-14	12
1973	-12	12
1965	-11	3
1963	-8	3
1992	-4	12
1960	-1	12

Tableau 1 - Relation entre le bilan hydrique théorique du 1^{er} avril au 30 septembre et la qualité du millésime. Plus la valeur est fortement négative, plus le millésime est sec (d'après Van Leeuwen et Jaeck, résultats non publiés).

Références bibliographiques

AMEGLIO T. et ARCHER P., 1996. Représentativité du potentiel de base sur sols à humidité hétérogène. *Agronomie*, **16**, 493-503.

AMEGLIO T., ARCHER P., COHEN M., VALANCOGNE C., DAUDET F.-A., DAYAU S. et CRUIZIAT P., 1999. Significance and limits in the use of predawn leaf water potential for tree irrigation. *Plant and Soil*, **207**, 155-167.

BECKER N. et ZIMMERMANN A., 1984. Influence de divers apport d'eau sur des vignes en pots sur la maturation des sarments, le développement des baies et la qualité du vin. *Bull. O.I.V.*, 641-642, 584-596.

CHONÉ X., TRÉGOAT O., VAN LEEUWEN C. et DUBOURDIEU D., 2000. Déficit hydrique modéré de la vigne: parmi les trois 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.

CHONÉ X., VAN LEEUWEN C., DUBOURDIEU D. and GAUDILLÈRE J.P., 2001a. Stem water potential is a sensitive indicator for grapevine water status. *Annals of Botany*, **87**, n°4, 477-483.

CHONÉ X., TRÉGOAT O. et VAN LEEUWEN C., 2001b. Fonctionnement hydrique des terroirs, base de l'irrigation raisonnée de la vigne. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, N° Hors série : « Un raisin de qualité : de la vigne à la cuve », 47-51.

DUTEAU J., 1990. Relations entre l'état de maturité des raisins (Merlot noir) et un indice climatique. Utilisation pour fixer la date des vendanges en année faiblement humide dans les crus de Bordelais. In *Actualités œnologiques* 89, pp. 7-12, Dunod (Ed.) Paris.

DUTEAU J., GUILLOUX M. et SEGUIN G., 1981. Influence des facteurs naturels sur la maturation du raisin, en 1979, à Pomerol et Saint-Émilion. *Connaissance Vigne Vin*, **15**, n°3, 1-27.

DRY P., LOVEYS B., MCCARTHY M. and STOLL M., 2001. Strategic irrigation management in Australian vineyards. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, **35**, n°3, 129-139.

GAUDILLÈRE J.-P., VAN LEEUWEN C., OLLAT N., 2002. Carbon isotope composition of sugars in grapevine, an integrated indicator of vineyard water status. *J. Exp. Bot.*, **53**, n°369, 757-763.

LEBON E., DUMAS V., PIÉRI P. and SCHULTZ H., 2003. Modelling the seasonal dynamics of the soil water balance of vineyards. *Functional Plant Biology*, **30**, 699-710.

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 de Doctorat d'Etat*, 289 p. + annexes, Université Bordeaux II.

RIOU C. et LEBON E., 2000. Application d'un modèle de bilan hydrique et de la mesure de la température de couvert au diagnostic du stress hydrique de la vigne à la parcelle. *Bull. O.I.V.*, **73**, n°837-838, 755-764

SEGUIN G., 1970. Les sols de vignobles du Haut-Médoc. Influence sur l'alimentation en eau de la vigne et sur la maturation du raisin. *Thèse de Doctorat d'Etat*, 141 p., Faculté des Sciences, Université de Bordeaux.

SEGUIN G., 1975. Alimentation en eau de la vigne et composition chimique des moûts dans les Grands Crus du Médoc. Phénomènes de régulation. *Connaissance Vigne Vin*, **9**, n°1, 23-34.

STOLL M., LOVEYS B. and DRY P., 2000. Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine. *J. Exp. Bot.*, **51**, 1627-1634.

TREGOAT O., VAN LEEUWEN C., CHONÉ X. et GAUDILLÈRE J.-P., 2002. Étude du régime hydrique et de la nutrition azotée de la vigne par des indicateurs physiologiques. Influence sur le comportement de la vigne et la maturation du raisin. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, **36**, n°3, 133-142.

VALANCOGNE C., NASR Z., 1989 Measuring sap flow in the stem of small trees by a heat balance method. *HortScience*, **24**, 383-385.

VAN LEEUWEN C., 2001. Choix du cépage en fonction du terroir dans le Bordelais. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, N° Hors série : « Un raisin de qualité : de la vigne à la cuve », 97-102.

VAN LEEUWEN C. et SEGUIN G., 1994. Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique du feuillage, sur le développement de l'appareil végétatif et la maturation du raisin (*Vitis vinifera* variété Cabernet franc, Saint-Émilion, 1990). *J. Int. Sci. Vigne Vin*, **28**, n°2, 81-110.

VAN LEEUWEN C., CHONÉ X., TRÉGOAT O. and GAUDILLÈRE J.-P., 2001a. The use of physiological indicators to assess vine water uptake and to manage vineyard irrigation. *The Australian Grapegrower and Winemaker*, **449**, June 2001, 18-24.

VAN LEEUWEN C., GAUDILLÈRE J.P. et TRÉGOAT O., 2001b. Évaluation du régime hydrique de la vigne à partir du rapport isotopique ¹³C/¹²C. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, **35**, n°4, 195-205. ■