

# Rappels et conséquences d'une contrainte hydrique

## CONTACT :

**Vivian Zufferey**

Chargé de recherches, Agroscope, Centre de recherche en viticulture, Pully (Suisse)

vivian.zufferey@agroscope.admin.ch

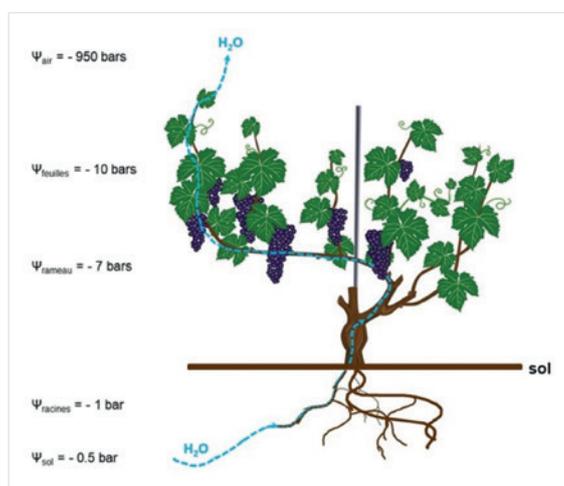
## Introduction

Dans un terroir donné, l'état hydrique de la vigne résulte des disponibilités en eau du sol et de la demande climatique (atmosphérique), en d'autres termes, de la différence entre l'absorption racinaire et la transpiration foliaire. L'offre en eau du sol est assurée par la réserve utile (RU), la pluviométrie et une éventuelle irrigation. La demande climatique conditionne l'évapotranspiration de la plante et du sol en fonction du rayonnement solaire intercepté, de la température et de l'hygrométrie de l'air. Les transferts d'eau entre le sol et l'atmosphère à travers la plante forment un continuum dont la transpiration foliaire constitue la force motrice.

## Absorption et transport de l'eau

La vigne fait partie des plantes vasculaires caractérisées par la présence de tissus conducteurs, le xylème (vaisseaux et trachéïdes) et le phloème (tubes

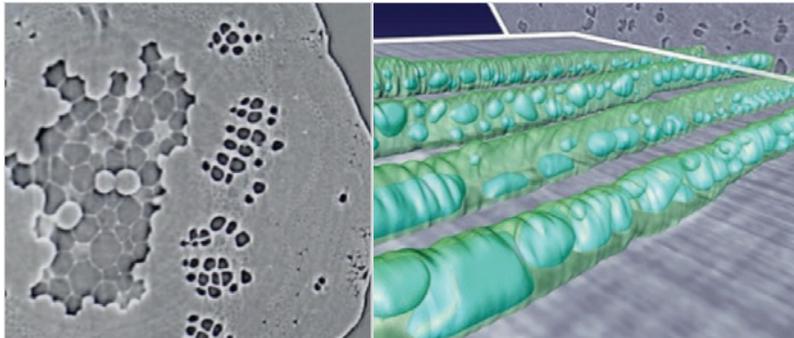
criblés), spécialisés dans le transport de l'eau et des nutriments aux différents organes aériens et souterrains. Le xylème assure le transfert de la sève brute constituée d'eau, de minéraux dissous et de petites molécules organiques (acides aminés, hormones...). Le phloème transporte la sève élaborée composée de photo-assimilats (produits de la photosynthèse) comme le saccharose (glucide de transport) et des substances organiques, depuis les sites de photosynthèse (feuilles) jusqu'aux tissus de mise en réserve (tronc et racines principalement). L'absorption de l'eau par les racines et son transport dans la plante constitue un processus passif, lié à des phénomènes de diffusion de molécules à travers un réseau vasculaire particulièrement bien adapté. Les flux de sève brute, essentiellement ascendants, s'effectuent sous l'effet de variations de potentiels hydriques ( $\Psi$ ) entre le sol, la plante et l'atmosphère (figure 1). La transpiration est la force motrice du transfert de l'eau à travers la plante.



**Figure 1 :** Schéma illustrant le transport de l'eau dans la plante à partir du système racinaire, le long d'un gradient de potentiel hydrique ( $\Delta\Psi$ ) entre le sol, la plante et l'atmosphère exprimé en bar, allant du moins négatif au plus négatif. La transpiration foliaire est la force motrice de la circulation de l'eau dans la plante durant la période de végétation.

## Réponse de la vigne à la sécheresse

Pour faire face à la sécheresse, la vigne développe des stratégies d'adaptation à moyen et long terme, comme l'expansion et la colonisation du sol par les racines, la restriction de la surface foliaire, l'adaptation de l'anatomie des feuilles et des éléments conducteurs, mais également à très court terme pour réagir rapidement face à un environnement changeant et contraignant. La régulation stomatique (ouverture/fermeture des stomates) des échanges gazeux occupe une place centrale dans la réponse précoce des plantes face au stress hydrique. La fermeture progressive des stomates constitue un mécanisme d'adaptation rapide à la sécheresse afin d'éviter des accidents physiologiques comme l'embolie des vaisseaux (figure 2). La résistance stomatique, accompagnée par des mécanismes de résistance hydraulique au flux de sève à travers toute la plante, des racines jusqu'aux feuilles, régule les pertes d'eau par transpiration. Un

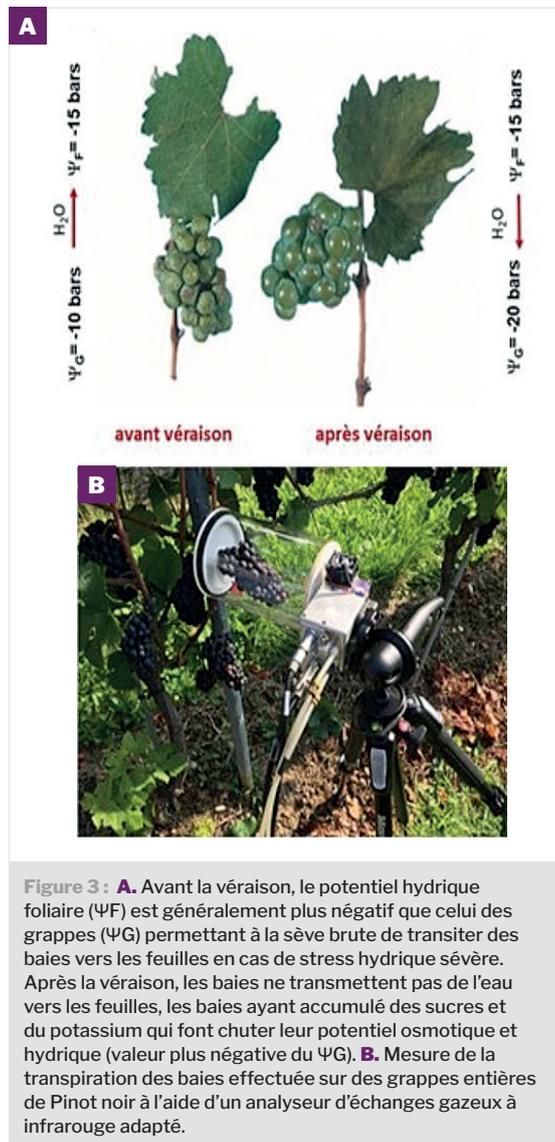


**Figure 2 :** Imagerie en rayons-X des pétioles de feuilles de vigne (Chasselas). Pétiole avec stress hydrique montrant de nombreuses cavitations (formation de bulles d'air) dans les vaisseaux périphériques embolisés (photo de gauche). Reconstruction en 3D des bulles d'air dans les vaisseaux à l'origine des embolies (photo de droite).

ralentissement puis un arrêt de la croissance végétative participe à une stratégie dite d'évitement ou de résistance passive. La période d'arrêt de la croissance durant l'été revêt un intérêt majeur en viticulture. Une restriction de la croissance végétative autour de la véraison et durant la maturation permet à la vigne de fournir des raisins de grande qualité.

### Régime hydrique et croissance des baies

L'alimentation en eau de la vigne est le facteur le plus important de variation de la dimension des baies. Le bilan hydrique de la baie résulte de la différence entre les entrées d'eau (flux xylémien et phloémien) et les sorties (transpiration). Durant la phase de croissance herbacée des baies avant la véraison, l'approvisionnement en eau des raisins est assuré essentiellement par le xylème. À ce stade, la croissance des baies est influencée fortement par les conditions du milieu et particulièrement par le stress hydrique. Une alimentation en eau limitée réduit la multiplication et l'expansion cellulaire et en conséquence la taille finale des baies et le rendement. Les baies transmettent de l'eau aux feuilles en situation de sécheresse (figure 3). Après la véraison, le transit de la sève est garanti essentiellement par le phloème. Les baies sont « protégées » des variations de l'état hydrique de la plante. La chute du potentiel hydrique des baies à la véraison, due à l'importation de sucres et de potassium, change le gradient de potentiel hydrique en faveur des baies : Les baies ne peuvent plus transmettre de l'eau aux feuilles dans ce cas. Par contre, la réhydratation du feuillage par de fortes pluies à l'approche des vendanges peut causer l'éclatement des baies en faisant transiter l'eau du feuillage vers les baies.



**Figure 3 :** **A.** Avant la véraison, le potentiel hydrique foliaire ( $\Psi_F$ ) est généralement plus négatif que celui des grappes ( $\Psi_G$ ) permettant à la sève brute de transiter des baies vers les feuilles en cas de stress hydrique sévère. Après la véraison, les baies ne transmettent pas de l'eau vers les feuilles, les baies ayant accumulé des sucres et du potassium qui font chuter leur potentiel osmotique et hydrique (valeur plus négative du  $\Psi_G$ ). **B.** Mesure de la transpiration des baies effectuée sur des grappes entières de Pinot noir à l'aide d'un analyseur d'échanges gazeux à infrarouge adapté.

## Composition du raisin

Les conditions d'alimentation en eau de la vigne à la véraison et durant la période de maturation du raisin déterminent largement la répartition des sucres entre la partie végétative (feuillage) et reproductive (raisins). Une alimentation non restrictive en eau conduit à des vignes vigoureuses qui détournent davantage de sucres pour la respiration et la croissance végétative. Un déficit hydrique modéré, survenant autour de la véraison, entraîne l'arrêt progressif de la croissance tout en maintenant une activité photosynthétique élevée du feuillage. Ce stress modéré induit la production de phytohormones (ABA et éthylène), qui freinent la croissance, et facilitent l'accumulation des sucres et des polyphénols (anthocyanes et tanins). Un stress hydrique sévère et prolongé provoque en revanche une forte réduction de la photosynthèse et entraîne des phénomènes de blocage de la maturation avec un plafonnement de l'accumulation des sucres.

L'assèchement du sol, associé à des températures élevées durant la période estivale, diminue l'activité microbienne ce qui peut réduire la minéralisation des éléments minéraux (surtout l'azote) et leur absorption dans le courant transpiratoire de la plante. Une forte restriction en eau du sol entraîne la diminution des flux d'eau et des minéraux à travers la plante et en conséquence une réduction de la teneur en azote assimilable des moûts à la vendange. Les conditions favorables à la synthèse et à l'accumulation des composés phénoliques sont réunies lorsque la croissance est fortement ralentie et que l'équilibre hormonal est défavorable à la protéosynthèse (synthèse des protéines). Il est bien connu qu'un déficit hydrique durant la maturation peut fortement influencer sur la teneur et la composition des polyphénols de la baie, parmi ceux-ci les flavonoïdes et les anthocyanes. Un déficit hydrique modéré entraîne une augmentation des anthocyanes totaux et des stilbènes dans les baies.

## Influence sur la qualité des vins

Les nombreuses études de caractérisation des terroirs viticoles tendent à démontrer l'influence prépon-

dérante des conditions d'alimentation en eau sur le comportement de la vigne et la qualité des raisins et des vins. L'effet d'une contrainte hydrique sur le rendement et les caractéristiques organoleptiques du vin dépend du moment de son apparition, de son intensité et de sa durée. Une contrainte hydrique progressive et modérée à partir de la nouaison induit un ralentissement puis idéalement un arrêt de la croissance végétative autour de la véraison. Ce frein à la croissance favorise la production de raisins riches en sucres réducteurs, en composés phénoliques et moins acides. Une restriction modérée en eau de la vigne permet en particulier d'augmenter la teneur en anthocyanes des vins rouges, la malvidine 3-O-b glucoside et la péonidine 3-O-b glucoside représentant près de 80% des anthocyanidines présentes dans les baies.

À l'analyse sensorielle, l'effet positif d'un déficit hydrique modéré se perçoit aussi sur la structure des vins et la qualité des tanins, jugés plus tendres et enrobés. Une contrainte modérée durant la période de maturation du raisin s'avère être un facteur déterminant de la qualité des vins, particulièrement des vins rouges. Lorsque la contrainte hydrique devient trop sévère et qu'elle est accompagnée de symptômes de sécheresse et de défoliation, le potentiel œnologique de la vendange tend cependant à se péjorer, les tanins des vins devenant durs et astringents. Cette tendance est accentuée en cas de forte charge en raisins et de blocage de la maturation. Pour l'élaboration de vins rouges très structurés et concentrés, une contrainte modérée, voire forte en fin de maturation du raisin est souvent recherchée. Les effets bénéfiques de la restriction en eau sur la concentration et la composition des polyphénols des vins ne se manifestent pleinement que si le rendement de la vigne est modéré. Cette condition remplie, les vins rouges sont à même de présenter des tanins charpentés et fermes, contribuant à leur garantir un bon potentiel de vieillissement.

Au niveau de la qualité des vins blancs, une bonne alimentation de la vigne en éléments minéraux, notamment en azote, est un facteur déterminant. Elle requière un bon approvisionnement en eau en cours de saison, l'eau agissant comme exhausteur de



l'expression aromatique et de la typicité variétale des cépages blancs. L'absence de contrainte hydrique, associée à une alimentation équilibrée en azote des raisins (azote assimilable du moût proche de 200 mg/L), favorise le développement des composés aromatiques et la qualité des vins. A l'inverse, une concurrence hydro-azotée trop marquée s'accompagne de notes d'amertume et d'astringence dans les vins. En conclusion, il est démontré que le régime hydrique influence directement la typologie des vins, autant pour l'expression aromatique des vins blancs que pour la structure tannique des vins rouges.