

Alimentation hydrique

Ecophysiologie de l'eau

INTRODUCTION La vigne, dont la culture s'est initialement développée dans le bassin méditerranéen, est traditionnellement considérée comme une plante résistante à la sécheresse. Son aptitude à endurer un manque d'eau provient de la grande capacité de son système racinaire à explorer le sol en profondeur. L'absorption de l'eau par les radicelles 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 entre le sol, la plante et l'atmosphère. La transpiration est la force motrice du transfert de l'eau à travers la plante. Synthétisés dans les feuilles, les assimilats de la photosynthèse sont véhiculés par la sève élaborée et distribués dans les différentes parties de la plante à travers des conduits ascendants et descendants en vue d'assurer la croissance végétative et racinaire, la maturation des raisins et le stockage des réserves nécessaires à l'initiation du prochain cycle végétatif. L'ensemble de ces phénomènes sont d'une complexité extraordinaire, étant directement influencés par les conditions climatiques et les paramètres culturaux. Ils sont essentiellement régis par les stomates à la face inférieure des feuilles, sur les rameaux verts, les rafles et les baies, qui assurent l'absorption du dioxyde de carbone et la transpiration. La régulation stomatique (ouverture et fermeture des stomates) des échanges gazeux du feuillage (transpiration et photosynthèse) occupe une place centrale dans la réponse précoce face à une restriction en eau. La fermeture progressive des stomates constitue en effet un mécanisme d'acclimatation rapide à des conditions pédoclimatiques contraignantes afin d'éviter des accidents physiologiques comme l'embolie des vaisseaux. La résistance stomatique, secondée par des mécanismes de résistance hydraulique aux flux de sève brute à travers la plante, de la racine jusqu'aux feuilles, régule ainsi les pertes d'eau par transpiration et maintient l'équilibre hydrique de la vigne.



L'incidence de l'eau sur le développement de la vigne est de ce fait considérable, avec la recherche d'une limitation progressive et modérée de sa disponibilité en vue d'obtenir des raisins et des vins de haute qualité. La mesure du potentiel hydrique de la plante et le suivi des indicateurs de l'intensité du stress hydrique en fonction des stades de développement et du terroir sont à intégrer dans la gestion du vignoble. Selon les conditions climatiques, les types de sols, le cépage et le type de vin recherché, les besoins en eau de la vigne peuvent varier considérablement.

ETAT HYDRIQUE DE LA PLANTE

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.

Disponibilités en eau du sol

Le sol renferme les plus grandes réserves d'eau disponibles pour la plante. Sa structure complexe est composée d'un assemblage de différentes particules solides issues de la décomposition de la roche mère et/ou d'apports externes (glaciers, alluvions, éboulis) de tailles divers (graviers, sable, limon, argile) (Figure 1).

FIGURE 1

Les caractéristiques granulométriques d'un sol conditionnent sa texture. Celle-ci est aussi constituée de colloïdes, molécules très hydrophiles, d'origine minérale (argiles) et organiques (humus) formant le complexe argilo-humique. Ces différents constituants sont agencés entre eux selon une structure comprenant des agrégats plus ou moins poreux. Si la porosité du sol est grande (macroporosité, pores $> 30 \mu\text{m}$), l'eau ne pourra pas être retenue dans ces grands vides favorisant la gravité, et de l'air y prendra place après ressuage, constituant une véritable atmosphère interne en communication avec l'extérieur. Cette macroporosité facilite la perméabilité et la colonisation de l'espace par les racines. Les plus petits pores constituent la microporosité



FIGURE 1

Monolithes de profils de sol issus des vignobles de Suisse romande et du Tessin (Suisse italienne). A. Brunisol issu d'éboulis, Giornico (Tessin). B. Brunisol issu d'un cône de déjection, Gudo (Tessin). C. Peyrosol issu d'un cône de déjection, Chamoson, Trémazière (Valais). D. Peyrosol calcaire issu d'un calcoschiste, St-Léonard (Valais). E. Calcosol issu d'éboulis, Yvorne, l'Ouille (Vaud). F. Calcosol argileux issu de moraine, Epesses (Vaud). G. Calcosol argileux issu de moraine sur molasse altérée, Soral (Genève). H. Calcosol issu de moraine de fond, Changins (Vaud).

(pores de diamètre compris entre 0,2 et 30 μm) où l'eau est retenue par capillarité. La teneur en argile et en matière organique sont des facteurs importants de la microporosité qui détermine l'aptitude du sol à stocker l'eau.

Le sol atteint sa capacité de rétention maximale, lorsqu'il est saturé d'eau après de fortes pluies ou un arrosage important. Après ressuyage (quelques heures), l'eau s'étant écoulee par gravitation, l'humidité du sol est suffisamment stable pour fournir une évaluation de sa capacité au champ. La force de succion du sol ainsi ressuyé est équivalente à 0,5 bar. L'eau retenue est liée aux constituants du sol par différentes forces. Les forces osmotiques sont dues à l'attraction exercée sur l'eau par les ions de la solution du sol. Les forces matricielles correspondent aux liaisons entre l'eau et la structure ou matrice du sol. Lorsque le sol se dessèche, ces forces peuvent atteindre plusieurs centaines de bars. Les forces capillaires sont liées aux phénomènes de tension superficielle qui retiennent l'eau dans les interstices fins. Une partie de l'eau formant des films très minces autour des éléments solides est retenue avec une très grande énergie (largement supérieure à 16 bars) qui la rend inutilisable pour la plante. De même, l'eau dite de constitution de certains sels est fixée par des forces si élevées que la dessiccation naturelle ne permet pas de libérer. Il existe par ailleurs une valeur d'humidité du sol, en-dessous de laquelle la plante se fane irréversiblement, qui correspond à une force de succion de 16 bars pour les plantes de nos régions, moyennement adaptées à la sécheresse. On parle dans ce cas de point de flétrissement permanent. La différence entre la capacité au champ et le point de flétrissement permanent définit la quantité d'eau disponible pour la plante ou la réserve utile du sol.

Système racinaire et réserve utile (RU)

Le développement racinaire de la vigne dépend largement des propriétés physiques des sols (macro-microporosité, masse volumique, résistance à la pénétration) (Morlat 1989). Les caractéristiques chimiques et nutritives (éléments minéraux, eau, pH) des sols sont également susceptibles d'influer sur la croissance racinaire. La racine est cependant hétérotrophe et ne peut croître et exercer ses fonctions (absorption et transport d'eau et de minéraux, synthèse d'hormones et stockage de glucides et de minéraux) que si elle reçoit des substrats respiratoires (sucres, acides organiques et aminés) de la partie aérienne qui les synthétise (photosynthèse foliaire). En effet, l'énergie

FIGURE 2

nécessaire à la croissance et au métabolisme racinaire provient des sucres élaborés par la photosynthèse. Le développement racinaire peut être ralenti si l'approvisionnement en sucres est insuffisant. Une charge en raisin excessive ou un défeuillage trop sévère (Figure 2) s'opposent à la reconstitution des réserves sous forme d'amidon, nécessaire à l'expansion racinaire.

Les substrats respiratoires lui parviennent par un système conducteur de sève élaborée, le liber ou phloème, qui entoure la stèle centrale ligneuse de la racine (cylindre central). Si les grosses racines (diamètre supérieur à 5 mm) fixent la plante au sol, les radicelles (diamètre < 1 mm) avec leurs poils absorbants assurent l'essentiel de l'absorption hydrique et minérale (voir chapitre «Structure et anatomie»). Elles sont fragiles et nécessitent un milieu bien aéré et oxygéné. Le rythme de croissance annuel des radicelles (pointes blanches de racines) suit celui de la croissance végétative aérienne avec un retard pouvant atteindre deux semaines à un mois selon les conditions de température printanière. En fonction des conditions climatiques, les premières radicelles apparaissent entre la fin du mois de mai et mi-juin. L'observation microscopique des radicelles montre que les éléments de conduction ne sont pas encore organisés en stèle. On distingue le méristème apical et le cylindre central fin limité par une couche importante de cellules périphériques. La production des radicelles est généralement interrompue peu après la récolte, lorsque la plante entre progressivement en dormance en automne. La température du sol et la charge en raisins semblent jouer un rôle important pour le développement racinaire (Murisier 1996). Les racines de taille moyenne (diamètre compris entre 1 et 5 mm) et de taille importante (> 5 mm) sont subérisées et pérennes. Elles assurent le transport de l'eau et des minéraux par le xylème (transport de la sève brute des radicelles vers les organes aériens) et le phloème (transport de la sève élaborée contenant les produits de la photosynthèse, des organes aériens vers les organes de stockage, le bois et les racines). Les racines sont le siège principal de la mise en réserve des glucides et des éléments minéraux, en particulier de l'azote.

La structure racinaire se développe en équilibre avec celle de la partie aérienne. Il existe en effet une relation entre la surface foliaire et la densité racinaire. Avec des systèmes de conduite offrant à la vigne une importante surface foliaire exposée (haute densité de plantation, doubles plans de palissage, grande hauteur de la haie foliaire), la densité racinaire augmente