

Spatialisation de l'activité racinaire de la vigne par résistivité électrique. Premières observations

Etienne GOULET¹, Dominique RIOUX¹, Sébastien CESBRON¹, Nicolas BOTTOIS², Gérard BARBEAU²

1. Cellule « Terroirs Viticoles », Confédération des Vignerons du Val de Loire, 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé Cédex, Tel. (33) 2 41 22 56 82, Télécopie (33) 2 41 22 56 65 e-mail : goulet@angers.inra.fr
2. Unité Vigne et Vin, INRA, 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé Cédex

Abstract

Water supply constitutes an important factor for the functioning of grapevine plants and for the quality of the berries. An experiment was conducted in the Mid-Loire valley in 2002 on 14 sites representative of the terroirs found in 5 appellations of origin. The objective was to visualize the areas of root activity through measurements of soil electric resistivity. Results are presented and discussed for two sites where water availability and supply to the plants differed greatly from April to September according to soil texture and structure. The technique showed that root activity concerning water intake could be spatialised through the soil profile and visual differences in water availability could be related to soil water content.

Key-words : grapevine, soil water content, root activity, resistivity

Introduction

Les diverses conditions d'alimentation en eau de la vigne influent directement sur son fonctionnement végétatif, plus précisément sur sa précocité végétative et sa vigueur (Morlat et Hardy, 1986). Il a été démontré que la qualité de la vendange dépendait en grande partie de ces deux variables, c'est pourquoi il paraît primordial de mieux appréhender le fonctionnement hydrique du système sol – vigne.

Les notions de localisation et d'intensité d'alimentation du système racinaire sont très importantes et la compartimentation des racines due aux aspects texturaux et structuraux du sol traduit des différences dans les conditions d'alimentation en eau de la vigne sur un même profil. En effet ces diverses zones d'implantation racinaire peuvent être plus ou moins sollicitées selon les réserves intrinsèques du sol, selon le stade végétatif de la vigne ou selon le contexte climatique.

Une spatialisation de l'activité racinaire dans un profil de sol permettrait de mieux appréhender les conditions d'alimentation en eau de la vigne en affinant la détermination des quantités d'eau réellement consommées. L'utilisation des techniques de géophysique de surface, spatialement intégrantes, peut permettre la réalisation du zonage de l'activité

racinaire, en particulier la méthode électrique multiélectrode déjà testée en grande culture et permettant d'observer le volume de sol asséché par les racines (Michot *et al.*, 2000).

L'objectif de cette étude est donc de visualiser, par l'analyse des différences de résistivité, les zones d'assèchement préférentiel du sol afin de déterminer l'étendue spatiale de l'influence des racines lors de l'alimentation en eau de la vigne, et ce sur différents terroirs des appellations viticoles ligériennes.

Matériels et méthodes

Un dispositif de 14 parcelles expérimentales a été mis en place en 2001 par l'INRA d'Angers en vue d'étudier l'influence de certains facteurs naturels du terroir sur le fonctionnement de la vigne. Il comprend un matériel végétal identique, c'est-à-dire une même association « cépage-clone-porte-greffe » de même âge, planté en densité comparable. L'itinéraire agro-viticole étant standardisé pour toutes les parcelles, seules les variables relatives au type de sol et au mésoclimat peuvent avoir une influence sur le comportement de la vigne, en particulier sur son développement racinaire et son fonctionnement hydrique.

Pour les besoins de cette étude, seules 2 parcelles seront comparées ; elles correspondent à des terroirs représentatifs des appellations d'origine contrôlée Chinon et Saint Nicolas de Bourgueil. La parcelle LAR1, située près de Chinon est implantée sur des argiles à silex du Sénonien ; la parcelle SNB1 est située à Saint Nicolas de Bourgueil sur terrasse alluviale de la Loire. Les profils pédologiques ont été dressés à la tarière en attendant des précisions apportées par l'ouverture de fosses pédologiques prévues en fin d'expérimentation. A cette occasion, des profils racinaires seront réalisés et seront confrontés aux résultats obtenus par résistivité électrique.

Les mesures de résistivité électrique du sol sont effectuées par un système multiélectrodes en configuration dipôle-dipôle, piloté par un résistivimètre Syscal R1 de chez Iris instrument (Iris instrument, 1999). Le dispositif comprend 21 électrodes équidistantes de 50 cm. Un niveau $n = 9$ a été choisi ; 126 quadripôles ont ainsi été créés, les mesures s'échelonnant sur 9 niveaux de profondeur répartis sur 7 rangées de blocs. Au total, la profondeur d'investigation est de 140 cm pour 9 m de prospection horizontale. La restitution des mesures s'effectue par inversion des pseudosections de résistivité apparente par l'intermédiaire du programme Res2Dinv (Loke and Barker, 1996).

L'étude ayant pour but de visualiser l'activité racinaire de la vigne, l'alignement des électrodes (panneau électrique) est perpendiculaire aux rangs de vigne recoupant ainsi 5 ceps (distance de 2 m entre rangs). L'hypothèse de travail est que les éventuelles différences observées pour un même horizon de sol entre la résistivité sous le rang où de nombreuses racines sont présentes et celle sous l'interrang où il y a peu de racines constituent un bon marqueur de l'activité racinaire. Les premiers panneaux électriques ont été réalisés fin mars début avril lorsque les sols étaient proches de la capacité au champ et la vigne au stade phénologique « débourrement ». Afin d'observer les différences de résistivité obtenues par le dessèchement du sol, il a été choisi d'effectuer les seconds panneaux électriques début septembre, à une époque où les disponibilités en eau sont en général moins importantes, et ce à l'emplacement exact des premiers panneaux.

Parallèlement à ces mesures de résistivité, l'humidité du sol au niveau des 2 rangs centraux et des 2 interrangs a été mesurée pour chaque campagne (avril et septembre) par prélèvement de sol sur chaque horizon et séchage à l'étuve à 105°C.

Résultats et discussion

1°) Résultats de la parcelle LAR1

Description du profil pédologique :

La description pédologique reste très sommaire puisque les profils ont été décrits à la tarière, en attendant l'ouverture de fosses au printemps 2003. Il s'agit essentiellement de séparer les horizons texturalement différents pouvant être repérés sur la section de résistivité (Figure 1a). L'horizon de surface (0-50 cm) présente une texture Limono-Argilo-Sableuse (21.3% d'argile), l'horizon sous-jacent est constitué par une argile lourde (51.6 % d'argile) et stoppe à 100 cm sur un niveau de blocs de spongolithe (X).

Description du profil de résistivité :

Avril 2002. La section de résistivité électrique vraie inversée (Figure 1a) fait apparaître 3 couches subhorizontales correspondant globalement aux différenciations texturales verticales de la parcelle. Aucune variation latérale d'humidité ou de résistivité en relation avec les rangs et les interrangs n'a été observée, les variations du premier horizon traduisent simplement une légère variation latérale de texture et touchent indifféremment les rangs ou les interrangs. Au début avril, les très fortes teneurs en eau de ce type de sol et les conditions climatiques associées permettent à la vigne de s'alimenter sans contrainte et sans puiser dans les réserves intrinsèques du sol ce qui n'induit aucune différence d'humidité ou de résistivité.

Septembre 2002. Il existe des anomalies résistantes sous les rangs dans la couche de faible résistivité correspondant à l'horizon argilisé (Figure 1b). L'étude des valeurs d'humidité et de résistivité mesurées sous les rangs 2 et 3 et sous les interrangs 2-3 et 3-4 démontre l'existence d'une relation entre les anomalies résistantes observées et l'assèchement du sol sous les rangs. L'activité racinaire de la vigne serait donc assez intense par rapport à la quantité d'eau disponible dans cette couche pour provoquer un assèchement préférentiel et des élévations localisées de la résistivité. L'alimentation hydrique de la vigne aurait donc lieu principalement dans cet horizon argileux, l'horizon de surface n'intervenant que de façon secondaire puisqu'il ne présente ni dessèchement ni anomalies résistantes sous les rangs.

2°) Résultats de la parcelle SNB1

Description du profil pédologique :

Le profil présente un premier horizon sableux (0-60 cm, 83.5% de sables) et un second sablo-graveleux (60-180 cm, 25% de graviers et cailloux, 84.2% de sable sur la terre fine restante) à forte teneur en éléments grossiers.

Description du profil de résistivité :

Avril 2002. Le niveau subhorizontal correspondant au premier horizon pédologique présente de fortes variations latérales de résistivité (Figure 2a). Des zones de plus faible résistivité apparaissent effectivement au niveau des interrangs alors que des anomalies résistantes sont présentes sous les rangs.

Le second niveau est relativement homogène et présente une résistivité plus forte que la couche de surface, elle correspond à l'horizon pédologique plus graveleux et plus caillouteux. Aucune variation latérale n'est observée dans cette couche.

Septembre 2002. Le panneau électrique réalisé au mois de septembre fait apparaître un profil de résistivité comparable à celui du mois d'avril (Figure 2b). Le fonctionnement hydrique du sol est donc similaire malgré une sécheresse plus forte. L'assèchement préférentiel en surface et sous les rangs provoque l'apparition d'anomalies résistantes sous ces rangs ce qui traduit

donc une activité racinaire. En revanche, aucune anomalie n'est observée en profondeur. Ceci peut s'expliquer par la quasi inexistence d'eau utilisable par la vigne en profondeur, l'alimentation hydrique de la vigne aurait donc lieu principalement dans l'horizon de surface de ce sol, contrairement à la parcelle LAR1 (Argile à silex du Sénonien) où la vigne semblait s'alimenter plus en profondeur dans la couche argileuse.

Conclusions

Les deux parcelles étudiées présentent un fonctionnement hydrique opposé. Dans le cas de LAR1 (Argile à silex du Sénonien), l'alimentation hydrique de la vigne s'effectuant plus en profondeur et dans une couche plus argilisée, un millésime sec aura moins d'influence sur le comportement végétatif de la vigne que sur la parcelle SNB1 (Alluvions Loire). En effet, sur SNB1, l'alimentation hydrique semble principalement avoir lieu dans l'horizon de surface sableux assez pauvre en eau et plus exposé à l'évaporation que l'horizon argileux plus profond de LAR1, d'où des risques de stress hydrique plus importants.

Ces premiers résultats démontrent qu'il est possible de spatialiser l'activité racinaire de la vigne en ce qui concerne son alimentation en eau. Une hiérarchisation horizon par horizon de l'intensité de cette activité est également envisageable. L'utilisation de la méthode de résistivité électrique permet d'établir un rapport entre l'Intensité de l'Activité Racinaire (I.A.R.) de la vigne et la Réserve Utile en eau (R.U.). Dans le cas d'un horizon à faible R.U., une activité racinaire, même faible, provoque un fort assèchement relatif et il apparaît donc des anomalies résistantes localisées dans la zone d'activité racinaire. Au contraire, si aucune anomalie résistante n'est observée dans un horizon à faible R.U., on peut conclure que les racines ne sont pas en activité. Pour les horizons à plus forte R.U., il faudra une activité racinaire plus importante pour produire des anomalies résistantes et de façon générale, on peut conclure que pour un même horizon, plus les anomalies résistantes sont marquées, plus l'activité racinaire est forte.

Références bibliographiques

- IRIS INSTRUMENTS, 1999. Logiciel ELECTRE : logiciel pour résistivimètres équipés du système multiélectrodes : 1-28.
- Loke M.H., Barker R.D., 1996. Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections using a quasi-Newton method. *Geophysical Prospecting*, 44, 131-152.
- Michot D., Dorigny A., Benderitter Y., 2001. Mise en évidence par résistivité électrique des écoulements préférentiels et de l'assèchement par le maïs d'un calcisol de Beauce irrigué. *Compte Rendu Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des Planètes*, 332, 29-36.
- Morlat R., Hardy P., 1986. Résultats concernant les variations de précocité de la vigne en Val de Loire. Importance du pédoclimat thermique. *3^{ième} Symposium International de Physiologie de la Vigne*, Bordeaux, 332-338.

Figure 1 : Parcelle LAR1 (Argiles à silex du Sénonien). Section de résistivité électrique vraie inversée début avril (1a) à la capacité au champ et en septembre (1b)

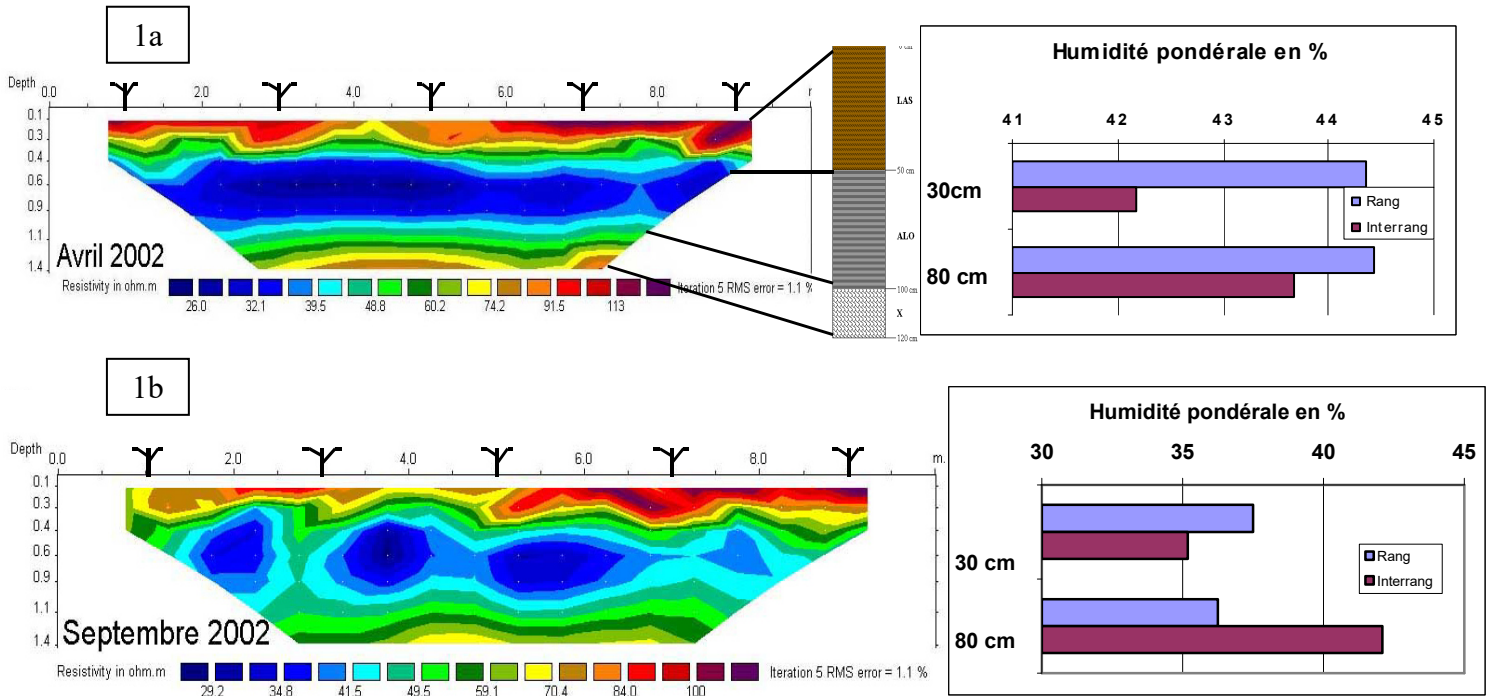


Figure 2 : Parcelle SNB1 (Terrasse alluviale de la Loire). Section de résistivité électrique vraie inversée début avril (2a) à la capacité au champ et en septembre (2b)

