

POROSITE ET COMPORTEMENT THERMIQUE DE SOLS D'UN VIGNOBLE D'ANJOU

P. DE KOCHKO et P. CURMI ⁽¹⁾

Cette note correspond au résumé du travail de Diplôme d'Agronomie Approfondie de Patrick KOCHKO qui a obtenu le prix de notre association pour l'année 1985.

INTRODUCTION

Dans les vignobles septentrionaux, l'énergie reçue au début du cycle de la végétation est souvent faible. Sa captation et sa redistribution en profondeur par le sol semblent jouer un grand rôle dans le comportement de la vigne au printemps. L'objectif de cette note est d'étudier le rôle de la constitution et de l'organisation du sol sur cette redistribution en profondeur.

L'amortissement de l'onde thermique est d'autant plus grand que la chaleur spécifique du sol (C_v) est forte, sa vitesse de propagation en profondeur est liée à sa conductivité thermique (λ), ces deux paramètres définissant la diffusivité thermique du sol $D = \frac{\lambda}{C_v}$. C_v dépend des proportions relatives du solide, d'eau et d'air.

Ses variations sont liées à l'importance du volume poral et aux variations de teneur en eau en fonction de la contrainte hydrique (pF). λ dépend non seulement des proportions relatives des trois phases mais aussi de la géométrie des vides remplis d'air qui ont un rôle isolant, donc de l'organisation de la macroporosité.

L'importance relative de la porosité, son taux de saturation en fonction de la contrainte hydrique et sa morphologie ont donc été suivies sur les principaux horizons de profils issus de quatre parcelles de précocité décroissante (1 DAM, 1 TUR, 4 EL, 2 EL) soumises à un même mésoclimat et à une même conduite. Ces paramètres, interprétés en termes de diffusivité thermique et comparés aux profils de densité racinaire, permettent de retrouver l'ordre de précocité des différentes parcelles.

I. ESTIMATION DES PROPORTIONS DE SOLIDE, LIQUIDE, GAZ ET CHALEUR SPECIFIQUE

L'estimation des proportions de solide, liquide et gaz des différents horizons en fonction du pF a été réalisée à partir des mesures de densité apparente du sol en place effectuées au densitomètre à membrane et des courbes de rétention en eau en fonction du pF établies sur des mottes, d'environ 10 cm³, à structure conservée, (TESSIER et BERRIER, 1979).

(1) Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes et Institut National de la Recherche Agronomique - Laboratoire de Science du Sol, 65, route de Saint-Brieuc, 35042 Rennes Cédex.

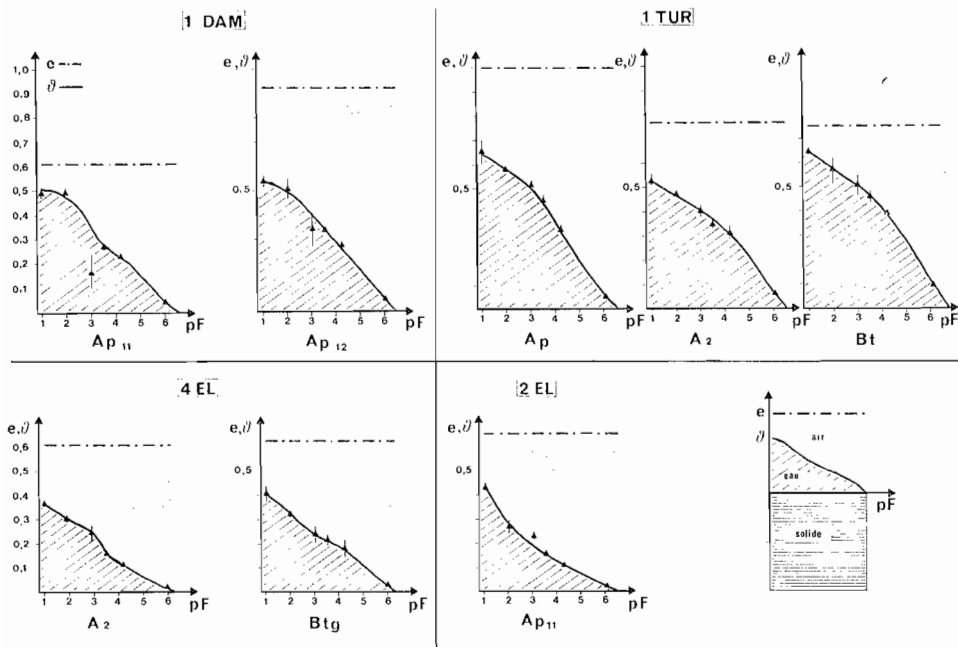


Fig. 1 : Courbes de variation de l'indice de vide (e) et de l'indice d'eau (θ) en fonction du pF des horizons des 4 parcelles (\blacktriangle moyenne et intervalle de confiance $\alpha = 0.05$)

Void ratio (e) and water ratio (θ) curves versus pF for the horizons in the 4 plots (\blacktriangle mean value and confidence interval $\alpha = 0.05$)

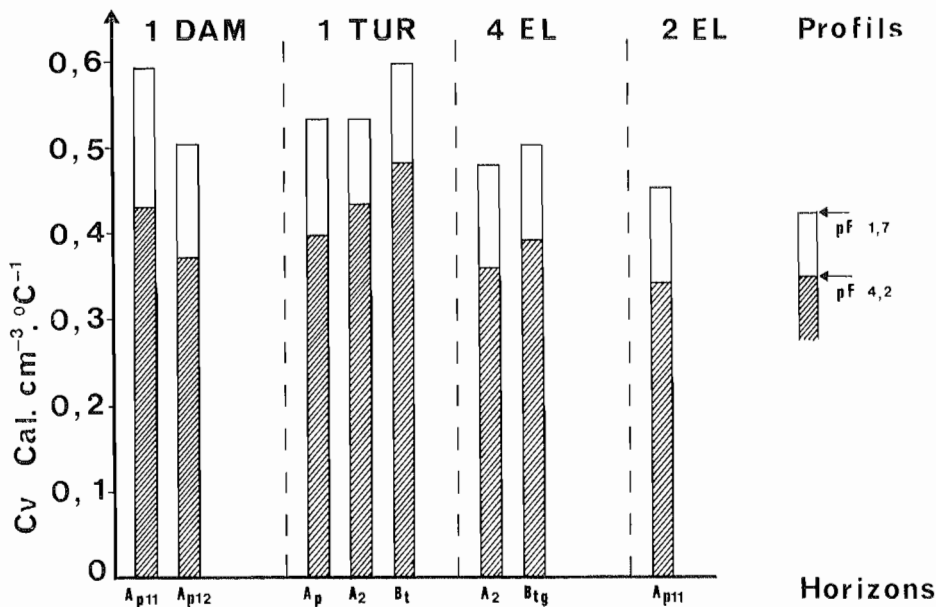


Fig. 2 : Chaleur spécifique volumique C_v des horizons des 4 parcelles aux pF 1,7 et 4,2
 Volumetric heat capacity C_v for the horizons in the 4 plots at pF 1.7 and 4.2

Les proportions relatives des trois phases (fig. 1) sont fonction pour les succions élevées de la texture des horizons ; ainsi à pF 3,5, l'horizon Ap du profil 2 EL dont la teneur en argile est de 5 % a un indice d'eau trois fois plus faible que l'horizon Ap du profil 1 TUR dont la teneur en argile est de 22 % ; au contraire, pour les faibles succions, elles sont fonction de l'organisation du matériau, ainsi à pF 1, les horizons Ap₁₁ et Ap₁₂ du profil 1 DAM qui ont la même texture présentent respectivement des taux de saturation de 83 % et 57 % correspondant à leur différence de macroporosité.

L'estimation de ces différents volumes permet de calculer la chaleur spécifique volumique (Cv) de chaque horizon en fonction du pF suivant la formule

$$C_v = \frac{\sum_i x_i c_i}{\sum_i x_i}$$

où x_i représente le volume du ième constituant et c_i sa chaleur spécifique volumique propre. Elle permet aussi de comparer les horizons entre eux à un même pF.

La figure 2 représente la chaleur spécifique volumique des horizons étudiés à la capacité au champ (pF 1,7) et au point de flétrissement (pF 4,2). Au pF 1,7, correspondant au début du cycle de végétation, la chaleur spécifique de l'horizon supérieur de chaque parcelle décroît en suivant l'ordre de précocité des parcelles. A pF 4,2, C_v a des valeurs plus faibles liées à la plus faible teneur en eau mais varie dans le même sens. Verticalement, C_v présente deux types de profils, l'un croissant vers le bas (1 TUR, 4 EL) et l'autre décroissant vers le bas (1 DAM). On peut penser que la stabilité thermique du sol sera plus grande avec un profil décroissant, la forte chaleur spécifique de l'horizon supérieur amortissant au maximum les variations de température transmises aux horizons sous-jacents.

II. MORPHOLOGIE DE LA MACROPOROSITE ET CONDUCTIVITE THERMIQUE

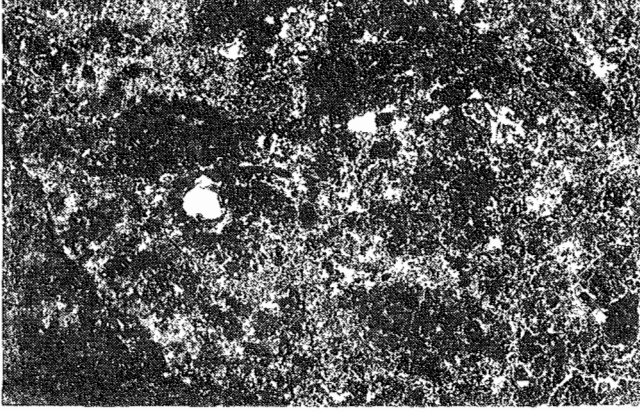
La morphologie de la macroporosité a été observée sur des lames minces mam-mouth (9 cm × 16 cm), réalisées après un échange de l'eau par l'acétone afin de préserver au mieux la porosité (MURPHY, 1982). L'adjonction à la résine d'imprégnation, d'un colorant fluorescent en lumière UV a permis de visualiser la seule macroporosité.

Trois types de macroporosité ont été distingués : d'assemblage de grains du squelette ou de petits agrégats [Photographie 1], fissurale [Photographie 2], et biologique [Photographie 3]. Pour une même importance de la macroporosité, son rôle sur la conductivité thermique sera fonction de la taille, de la forme, de l'orientation et de la continuité du réseau de pores : les fissures larges, continues, d'orientation sub-horizontales auraient le pouvoir isolant le plus fort, tandis que les pores biologiques tubulaires, et les pores d'assemblage fins auraient un moindre pouvoir isolant.

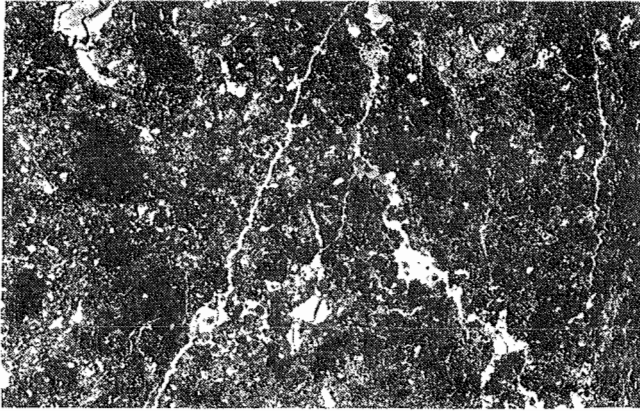
Ainsi dans les parcelles 1 DAM et 1 TUR la porosité fissurale domine. La parcelle 1 DAM présente des fissures fines, discontinues, tandis que la parcelle 1 TUR présente des fissures larges, continues, délimitant complètement des agrégats polyédriques. La conductivité thermique des horizons de 1 TUR sera donc a priori plus faible que celle de 1 DAM. Dans les parcelles 4 EL et 2 EL, au contraire, la porosité d'assemblage fine et les pores discontinus dominant, les quelques pores fissuraux présentant une orientation à dominance verticale. La conductivité thermique des horizons de ces parcelles sera donc plus forte que celles de 1 DAM et 1 TUR.

III. COMPORTEMENT THERMIQUE ESTIME DES DIFFERENTS PROFILS EN RELATION AVEC LE PROFIL RACINAIRE : INFLUENCE SUR LA PRECOCITE

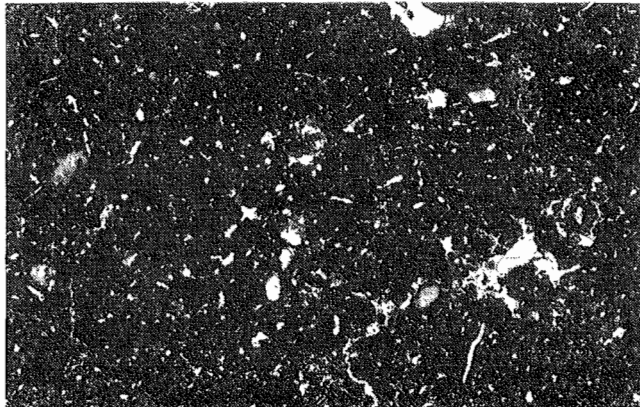
Des profils racinaires ont été réalisés par la station d'Agronomie d'Angers (CENDRIER, 1982) (fig. 3). Les parcelles 1 DAM, 1 TUR et 4 EL présentent un maximum



Photographie 1 : Porosité d'assemblage lâche de grains du squelette et de petits agrégats (4 cm × 6 cm)
Loose packing voids of squeleton grains and little aggregates (4 cm × 6 cm)



Photographie 2 : Porosité fissurale et biologique importante (4 cm × 6 cm)
High porosity of planar voids and biological channels (4 cm × 6 cm)



Photographie 3 : Porosité biologique tubulaire peu abondante et discontinue (4 cm × 6 cm)
Low porosity of discontinuous biological channels (4 cm × 6 cm)
Association Française pour l'Étude du Sol - www.afes.fr - 2010

d'enracinement superficiel, au-dessus de 40 cm tandis que 2 EL présente un pic racinaire plus profond, vers 80 cm. De plus, l'évolution journalière de la température du sol à différentes profondeurs a été suivie au moyen de centrales d'enregistrement en continu sur les parcelles 1 DAM et 1 TUR (CENDRIER, 1985). Considérant que la somme des températures du sol au niveau du pic racinaire est l'élément conditionnant la précocité, on s'attachera donc à comprendre les différences de transmission de la chaleur jusqu'à cette profondeur.

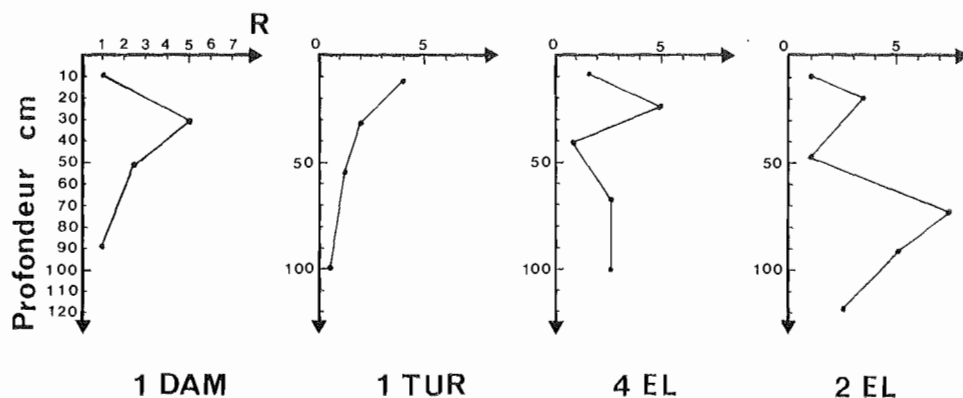


Fig. 3 : Profils racinaires exprimés en nombre de sections de racines de vignes/dm² (R)
 Root profiles expressed as $R = \text{number of vine roots per unit area (dm}^{-2}\text{)}$

La parcelle 1 DAM est la plus précoce. Les enregistrements de température révèlent de faibles variations en surface mais bien transmises, régulièrement et rapidement, en profondeur, le pic racinaire se situant au-dessus de 40 cm. La forte chaleur spécifique de surface explique la faible amplitude thermique enregistrée. La meilleure précocité semble donc liée à une très bonne stabilité thermique (réchauffement sans à coups) et à une faible profondeur du pic racinaire.

La parcelle 1 TUR est moins précoce que 1 DAM et le réchauffement se fait lentement et par à coups. On observe de fortes variations de température en surface mais qui sont mal transmises en profondeur. La faible chaleur spécifique de surface explique la forte amplitude thermique enregistrée. Par contre, le profil vertical croissant de chaleur spécifique et la porosité fissurale bien exprimée jouant un rôle isolant entraînent une mauvaise transmission de l'onde thermique jusqu'au niveau du pic racinaire et expliquent très probablement cette plus faible précocité.

Pour les parcelles 4 EL et 2 EL, ne disposant pas d'enregistrement des températures, des hypothèses sur le comportement thermique seront formulées à partir de nos données. Ces parcelles présentent une plus faible chaleur spécifique liée à leur plus faible rétention en eau et une bonne conductivité thermique due à la forme de leur macroporosité. Ces sols présenteront en surface de grandes amplitudes thermiques et la chaleur sera bien transmise en profondeur. La parcelle 4 EL est moins précoce que la parcelle 1 TUR : ayant le même type de profil racinaire, cette différence de précocité résulte de la plus faible chaleur spécifique de 4 EL. La parcelle 2 EL est moins précoce que la parcelle 4 EL : ayant le même comportement thermique, la différence de précocité est ici due à la profondeur du pic racinaire.

CONCLUSION

En conclusion, la bonne corrélation qui semble apparaître entre constitution et organisation du sol et son comportement thermique permettrait d'estimer ce dernier à partir de la simple observation morphologique. Celle-ci, associée à l'étude du profil racinaire permet d'aborder le rôle du sol sur la précocité de la vigne.

Reçu pour publication : Juin 1985

Accepté pour publication : Octobre 1985

REMERCIEMENTS : Cette étude a bénéficié du soutien de la station agronomique d'Angers et du financement de l'A.T.P. INRA, n° 5010. Relation Milieu-Vigne.

POROSITY AND SOIL THERMIC BEHAVIOUR OF ANJOU VINEYARD

The relationship between soil constitution, soil fabric and thermic property of vineyard is studied on 4 plots with decreasing precocity. Bulk density and water retention curves of undisturbed soil samples allow estimation of volumetric heat capacity versus pF. Pore space morphology is linked with thermal conductivity. Good correlation between morphological data, root profiles and precocity of vine has been observed.

BIBLIOGRAPHIE

- CENDRIER G., 1982. — Influence de la température du sol sur le développement de la vigne (région de Saumur). Mémoire DAA, ENSA Rennes : multigr. 49 p.
- CENDRIER G., 1985. — Le comportement thermique des sols viticoles du Saumurois. Résultats 1984. in MORLAT R., ASSELIN C. et SALETTE J. (Ed.) rapport d'A.T.P. n° 5010. Relation milieu-vigne, multigr.
- DE KOCHKO P. 1984. — Caractérisation de la porosité de sols d'un vignoble septentrional (Saumur-Champigny). Essai d'application au comportement thermique de ces sols. Mémoire DAA, ENSA Rennes : multigr. 32 p.
- MURPHY C.P., 1982. — A comparative study of three methods of water removal prior to resin impregnation of two soils. Journal of Soil Science, 33 : 719-735.
- TESSIER D. et BERRIER J., 1979. — Utilisation de la microscopie électronique à balayage dans l'étude des sols. Observations de sols humides soumis à différents pF. Bull. A.F.E.S., Science du Sol, 1 : 67-82.