LES SOLS ET L'ALIMENTATION HYDRIQUE DE LA VIGNE À POMEROL : II- ÉTAT HYDRIQUE ET CROISSANCE DE LA VIGNE EN 1995

SOILS AND WATER UPTAKE BY VINES IN POMEROL : II- WATER UPTAKE AND DEVELOPMENT BY VINES IN 1995

Isabelle MÉROUGE*, G. SEGUIN* et D. ARROUAYS**

*Faculté d'Œnologie, Université de Bordeaux 2,
351, cours de la Libération, 33405 Talence Cedex (France)
**INRA, Unité de Science du Sol, SESCPF, 45160 Ardon (France)

Résumé : Nous étudions le comportement du Merlot noir sur différents sols de l'appellation Pomerol. L'alimentation en eau est appréciée par l'état hydrique du feuillage ; des observations et mesures portant sur les stades phénologiques et la croissance des rameaux sont réalisées. L'été 1995 montre des températures et un ensoleillement supérieurs aux normales, une pluviométrie déficitaire et une grande précocité des stades phénologiques. Les régimes hydriques dépendent des propriétés texturales et structurales des sols : certains régimes sont liés aux conditions climatiques, d'autres offrent une forte régulation. Ceci confirme l'intérêt de la régulation de l'alimentation hydrique pour l'obtention d'une vendange de qualité.

Abstract : the soil variability that we evidenced within the Pomerol vineyard (first part) in France (near to Bordeaux) led us to compare the behaviour of Merlot noir, which is the main local cultivar in this area. This study was conducted on four sites, which belong to the main soil map units of the area. Soils (FAO) were : a deep (A) and a shallow (C) planosols with abrupt textural changes between uppest sandy-gravelly horizons and sandy clay (A) or heavy clay (C) deeper layers, a very sandy well-drained neoluvisol (B), and a very stony cambisol with a temporary water-table (D). Water uptake by vines was assessed by leaf water potential measurements undertaken from June to September. Both observations on shoot elongation and leaf water potential measurements were performed together. The year 1995 exhibited a mild winter, then followed by both temperature and insolation higher than mean values. The rainfall in summer was less than the mean value, and the climatic water balance was negative. As a consequence, the vine phenology exhibited a very early development. Various water behaviours were observed amongst the four experimental plots : some were strongly linked to climatic events whereas others showed regulating mechanisms attributable to inherent soil properties such as texture and structure. The vine on soil D exhibited the greatest variations in water potential, showing significant periods of droughtiness during summer. On this soil, the variations in leaf water potential were strongly linked to rainfall events in summer. The vine on soil B kept the less negative values of water potential in relation to the very deep root development which was observed in this light and well-drained sandy material. The vine on soil A had a high water uptake during the period of shoot development, but showed a significant reduction of water availability in august. The most progressive regulation of water uptake was observed on soil C, and could be attributed to the elongation of roots with shrinking during summer in the deep clayey horizons. The water behaviour variability was mainly linked both to textural and structural soil properties influencing soil water retention, aeration, and rooting development. The longest shoots were observed in soil (A) where the elongation speed was the highest. On soil (B) shoot elongation was significantly reduced, although water supply was the highest. This was attributed to a low nutrient availability in this very sandy soil. The elongation speed in site (D) was rather chaotic, and was related to marked variations in water supply. The lowest shoot elongation was observed in the shallow planosol (C). Preliminary results on grape quality are showed, and seem to be consistent with these behaviours.
These results are consistent with previous studies on various vines of the Bordeaux region which have already shown that various soil properties might induce a control on water behaviour in soil and thus might result in similar consequencies for water availability for vines. The discussion points out the important role played by water uptake control mechanisms on vintage quality in this area.

Mots-clés : sols, vigne, alimentation en eau, croissance, qualité de la vendange, Pomerol, France.

Key-words : soils, vine, water supply, growth, vintage quality, Pomerol, France.

1 : correspondance : jaleixan@tal.upv.es

J. Int. Sci. Vigne Vin, 1998, **32**, n°2, 59-68
©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

INTRODUCTION

Dans le vignoble bordelais, il n'a jamais été démontré qu'il existe une formation géologique ou un type de sol ayant le privilège de la qualité. De même, la hiérarchie qualitative des crus ne semble pas pouvoir s'expliquer uniquement par la constitution chimique du sol (SEGUIN, 1986). En revanche, le régime hydrique joue un rôle important dans le potentiel qualitatif du raisin ; une alimentation en eau régulière, à un niveau plutôt faible et surtout sans excès semble être un paramètre déterminant (DUTEAU, 1981, 1982, 1987 ; SEGUIN, 1970 ; VAN LEEUWEN, 1991).

La nature et la profondeur du sol, sa texture ainsi que sa structure, représentent des facteurs importants qui influent directement sur le niveau de la réserve en eau et sur sa distribution temporelle lors de la croissance et du développement de la vigne.

La variabilité typologique des sols, mise en évidence par une étude pédologique détaillée (MÉROUGE *et al.*, 1997), nous a conduit à étudier de façon comparative le comportement du Merlot noir, cépage prédominant dans la région.

Nous présentons, dans cette deuxième partie, les quatre sites étudiés ainsi que la méthodologie retenue. Nous précisons ensuite le fonctionnement hydrique de ces sols et nous en montrons les conséquences sur le développement et la croissance de la vigne.

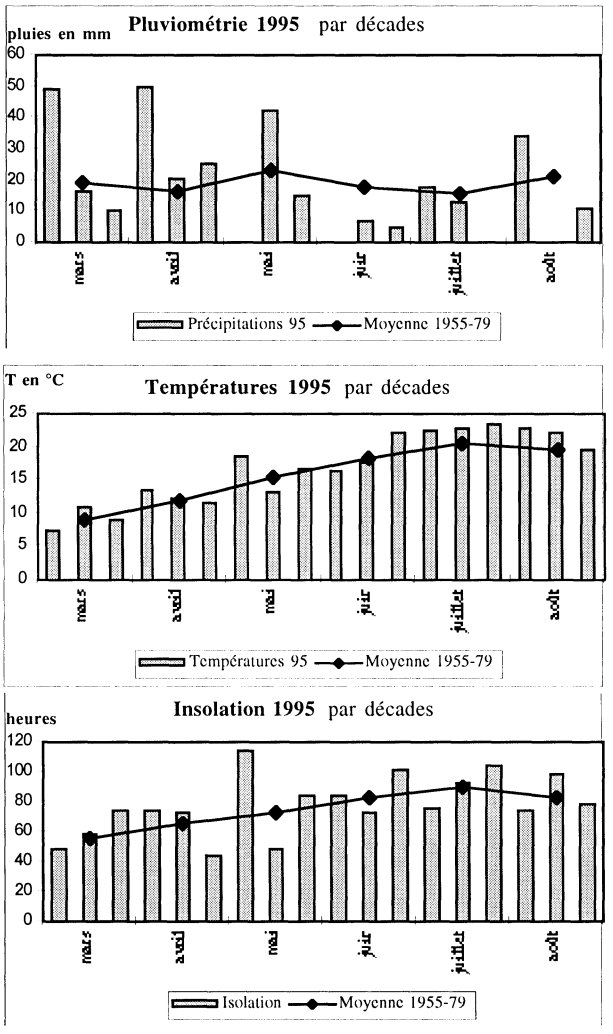


Fig. 1 - Conditions climatiques en 1995.

Fig. 1 - Climatic conditions in 1995.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

I - PRÉSENTATION DES SITES, CONDITIONS CLIMATIQUES EN 1995

TABLEAU I
Présentation des parcelles.

Table I - Characteristics of sites.

	Parcelle A	Parcelle B	Parcelle C	Parcelle D
Unité cartographique	«Planosol lithomorphe profond»	Sol brun profond	«Planosol lithomorphe peu profond»	Sol brun graveleux
Terminologie locale	«Sable/sable-argileux (nappe temporaire)»	Sable profond	Sol argileux	«Sol graveleux (avec nappe)»
Situation topographique	Plane	Plane	Légère pente ouest	Plane - Haut de versant
Cépage	Merlot noir	Merlot noir	Merlot noir	Merlot noir
Porte-greffe	101-14	3309C	3309C	3309C
Année de plantation	1981	1974	1976	1987
Densité de plantation	6000	5875	6000	6000
Drainage	Non	Non	Non	Non
Taille	Guyot simple	Guyot simple	Guyot simple	Guyot simple
Conduite	Vignes basses palissées rognées			

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

L'emplacement des quatre parcelles expérimentales a été sélectionné par sondages à la tarière dans les unités cartographiques majeures de l'appellation en essayant, dans la mesure du possible, de limiter l'influence des facteurs biotiques (tableau I). Des tranchées ont été ouvertes à la pelle mécanique entre deux rangs de vigne, de façon à observer la distribution du système racinaire sur l'ensemble du profil (environ 250 cm). Les parcelles sont constituées par 40 ceps répartis autour du profil d'étude des sols.

La région de Pomerol est sous l'influence d'un climat tempéré océanique (voir première partie).

Des mesures mésoclimatiques ont été effectuées à proximité de la parcelle B grâce à un thermographe sous abri et un pluviographe. Les valeurs concernant l'insolation proviennent de la station de Bordeaux-Mérignac.

Pendant la période de croissance végétative et durant la première partie de la maturation du raisin, l'année 1995 se caractérise par des températures et une insolation supérieures aux normales ainsi que par une pluviosité déficitaire (figure 1).

II - ÉTAT HYDRIQUE DE LA VIGNE

La disponibilité de l'eau du sol pour la vigne a été évaluée par la mesure du potentiel hydrique foliaire sans évapotranspiration, dit « potentiel de base ». Il est mesuré en fin de nuit, avant le lever du soleil (stomates encore fermés) ; il est alors en équilibre avec le potentiel hydrique du sol (KATERJI et HALLAIRE, 1984).

L'état hydrique du feuillage est bien corrélé avec le développement et la croissance de la plante puis avec la constitution du raisin (VAN LEEUWEN et SEGUIN, 1994). Cette détermination est effectuée dans une chambre à pression (SCHOLANDER *et al.*, 1965). Une feuille de vigne fraîchement cueillie est disposée dans la chambre ; seul le pétiole reste à l'extérieur ; une bouteille de gaz comprimé permet d'augmenter la pression jusqu'au reflux d'un ménisque de sève sur la section pétiolaire demeurée à la pression atmosphérique.

La valeur obtenue est la moyenne de 10 répétitions (10 feuilles sur 10 ceps différents).

III - DÉVELOPPEMENT ET CROISSANCE DE LA VIGNE

Pour chaque parcelle, nous avons noté les dates d'apparition des stades phénologiques :

- mi-débourrement (stade B de BAGGIOLINI : protection cotonneuse bien visible),

- mi-floraison (50 p. cent des capuchons floraux tombés),

- mi-véraison (50 p. cent des baies vérées).

A partir du mois de mai, après la période lente de croissance, 20 rameaux par parcelle ont été conduits le long du fil de palissage pour mesurer leur allongement. Il s'agit d'un paramètre important puisque l'on sait qu'une alimentation en eau limitante aboutit à une

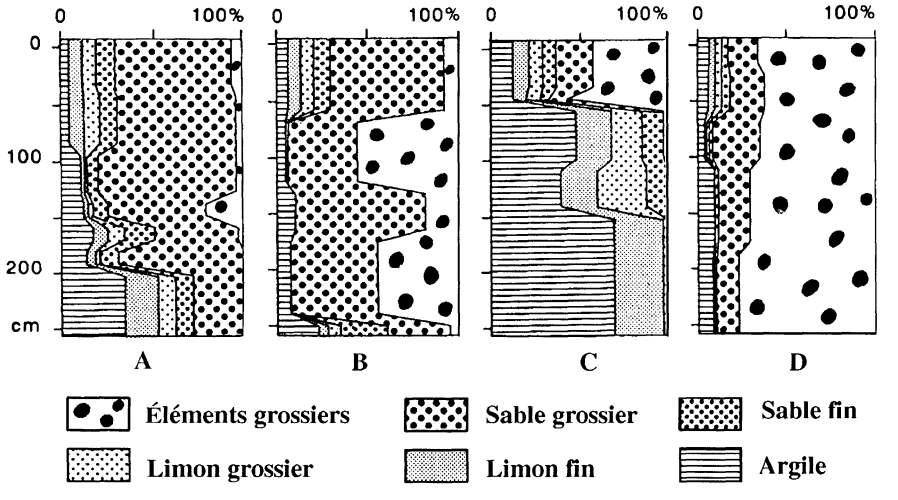


Fig. 2 - Visualisation des 4 profils de sol étudiés, représentés selon le pourcentage des différentes fractions granulométriques en fonction de la profondeur.

Fig. 2 - Particle size analysis versusdepth on the four soil profiles.

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

diminution de la cinétique de croissance (MÉRIAUX *et al.*, 1974 ; SMART, 1985).

RÉSULTATS

I - CARACTÉRISATION DES SOLS

1) Parcelle A : planosol lithomorphe profond

La parcelle A présente un profil textural hétérogène, résultant de dépôts de matériaux alluviaux successifs comme le mettent en évidence les résultats analytiques (annexe I).

Jusqu'à 100 cm, les sables dominent largement ; la teneur en argile est très faible et peu variable (4 p. cent environ), mais, dans les horizons de profondeur, elle augmente brusquement de 13 p. cent (100 cm) à 34 p. cent (200 cm). Le contraste textural à la base des dépôts sableux est souligné par un mince horizon blanchi (95 à 100 cm), témoin d'un fonctionnement hydrique de type planosolique. Il faut noter que le refus à 2 mm est d'origine pédologique : il s'agit de nodules ferro-manganiques, mis à part les éléments grossiers du mince horizon IIIC (140-150 cm) qui sont représentés par des cailloux et graviers quartzeux.

La capacité d'échange des cations est faible : de 1,9 à 7 meq/100 g jusqu'à 200 cm mais atteint 14,4 meq/100 mg dans le substrat argileux profond.

En raison de ce contraste textural marqué, ce profil est le siège de phénomènes d'oxydoréduction vers 100 cm (engorgement hivernal) et est classé parmi les planosols lithomorphes. Les racines de vignes ont été observées jusqu'à 250 cm de profondeur.

2) Parcelle B : sol brun sableux faiblement lessivé

Ce profil présente des discontinuités texturales importantes visibles dans la répartition des éléments grossiers (annexe 2, figure 2) ; elles témoignent d'une succession de dépôts alluviaux. L'horizon de surface, très sableux, repose sur un horizon contenant près de 55 p.cent de graviers ; cette séquence se renouvelle ensuite de 130 à 245 cm ; enfin nous trouvons en profondeur une petite bande sablo-argileuse. Cette texture, relativement grossière présente une macroporosité élevée qui permet une colonisation profonde du système racinaire (observé jusqu'à 300 cm).

Les capacités d'échange cationique sont faibles (de 3,6 à 11 meq/100 g), en raison des faibles teneurs en argile et humus.

L'horizon compris entre 65 et 130 cm présente des bandes horizontales fines, où nous avons observé des revêtements argileux (clay-skins) témoins d'un phénomène de lessivage ; ce sol est classé parmi les sols bruns faiblement lessivés.

3) Parcelle C : planosol lithomorphe peu profond

Ce sol présente des proportions d'argile très variables selon la profondeur, en raison de l'hétérogénéité du substrat (annexe 3, figure 2) : de 21 p. cent pour l'horizon de surface à près de 70 p. cent au-delà de 150 cm. Le cortège des minéraux argileux est caractérisé par l'abondance des illites associées à des kaolinites, smectites, chlorites et interstratifiés chlorite-smectite ; la chlorite est plus abondante en profondeur.

Les propriétés colloïdales des minéraux phylliteux sont à l'origine d'une capacité d'échange cationique élevée à partir de 60 cm (jusqu'à 25 meq/100 g de terre fine, soit 0,36 meq/1 g d'argile, ce qui est en accord avec la dominance des illites).

Le système racinaire principal reste localisé dans l'horizon de surface ; cependant, nous avons observé un feutrage racinaire dense à la surface des polyèdres argileux profonds (jusqu'à 250 cm).

4) Parcelle D : sol brun graveleux

Ce sol présente une texture très grossière sur toute la hauteur du profil avec en moyenne 68 p. cent de graviers et cailloux (annexe 4, figure 2). Les sables grossiers constituent la classe dominante de la terre fine. Cette dernière est plus argileuse au-delà de 110 cm ; bien qu'il existe une superposition de matériaux hétérogènes, il est possible qu'il y ait eu un lessivage de l'argile au sein de ce profil.

La faible profondeur de la nappe en hiver ainsi que la compacité de l'horizon sous-jacent (110-180 cm) limitent l'enracinement au premier mètre.

Nous avons classé ce sol parmi les sols bruns. Par sa teneur élevée en éléments grossiers, nous pouvons également le rapprocher des peyrosols du Référentiel Pédologique (AFES/INRA, 1995).

II - SUIVIS PIÉZOMÉTRIQUE : PARCELLES A ET D

La parcelle A présente un engorgement intense en hiver ; la nappe d'eau se situe à 1 mètre de profondeur au mois de février. Ce niveau correspond à l'horizon blanchi du planosol. Cette nappe s'abaisse ensuite très rapidement au cours du printemps, à une vitesse

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

moyenne de 4,2 cm/jour (entre les 29 avril et 8 juin ; figure 3).

En hiver, l'engorgement s'explique par la présence de l'horizon profond plus argileux. Lorsque l'humidité est supérieure à la capacité au champ, l'excédent pluviométrique percole rapidement dans les horizons de surface à texture grossière et l'horizon plus argileux profond constitue le plancher de la nappe temporaire.

La parcelle D possède une nappe d'eau, installée au-dessus d'une couche peu perméable à texture plus fine, dont le plancher est situé au-delà de 2,80 m (limite des observations). La fluctuation de cette nappe est en relation avec la pluviométrie ; sa faible profondeur en hiver et au printemps limite l'enracinement de la vigne au premier mètre. L'assainissement semble difficile à mettre en œuvre en raison de la profondeur du niveau imperméable.

III - POTENTIEL HYDRIQUE FOLIAIRE DE BASE

Le 28 juin 1995, les potentiels hydriques foliaires de base des quatre parcelles sont compris entre -0,11 et -0,21 MPa, ce qui signifie qu'il existe encore dans les sols une réserve en eau faiblement retenue (figure 4).

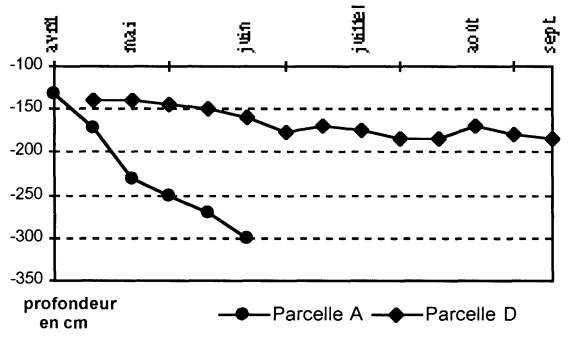


Fig. 3 - Evolution de l'altitude du toit de la nappe d'eau.

Fig. 3 - Depth of water table.

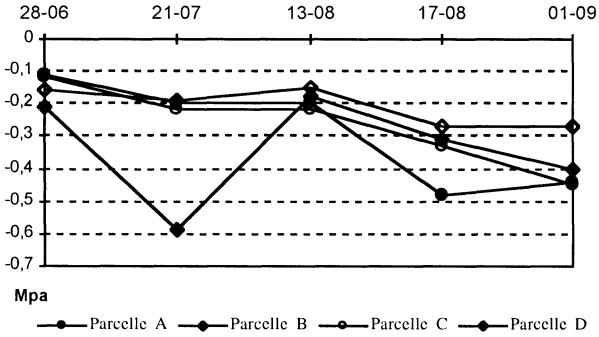


Fig. 4 - Evolution du potentiel hydrique foliaire de fin de nuit dit potentiel de base.

Fig. 4 - Leaf water potential evolution.

Le 21 juillet, à la suite d'une période pendant laquelle la demande climatique a été très élevée, les potentiels hydriques foliaires de base des parcelles A,B,C sont un peu plus négatifs ; la parcelle D présente un potentiel fortement négatif (-0,59 MPa). Pour ce sol graveleux à enracinement superficiel, le déficit hydrique, confirmé au niveau des observations sur le feuillage (défoliation), indique une très faible disponibilité de l'eau. En période estivale et pour les conditions climatiques de 1995, la nappe se trouve hors de portée des racines et devient rapidement inefficace.

Une semaine après les orages de début août (34 mm), les potentiels sont restés plus ou moins stables, excepté pour la parcelle D, où l'on a observé une remontée importante du potentiel hydrique foliaire de base et une reprise de la croissance par les prompts-bourgeons.

Enfin, pendant la maturation du raisin, les potentiels foliaires de base décroissent de façon régulière :

- dans la parcelle A, à sol sableux sur sable argileux, le potentiel présente à partir de mi-août une diminution importante, atteignant -0,44 Mpa ;

- la parcelle B, à texture sableuse, conserve les valeurs les plus faiblement négatives (-0,27 MPa), car le système racinaire exploite un volume très important de sol ;

- dans la parcelle C sur argile, il présente une évolution régulière depuis juin, le sol cédant difficilement ses réserves, pour atteindre la valeur la plus négative le 1er septembre (- 0,45 MPa) ;

- dans la parcelle D, graveleuse, il atteint -0,40 MPa.

IV - CYCLE PHÉNOLOGIQUE

Les parcelles B, C et D présentent le débourrement le plus précoce. La parcelle C (sur argile) atteint le stade mi-véraison le plus précocement. La parcelle A, avec nappe d'eau temporaire, est plus tardive durant l'ensemble du cycle y compris lors du débourrement (tableau II).

V - CROISSANCE DES RAMEAUX

La croissance des rameaux issus des bourgeons latents devient rapide de fin mai à mi-juillet ; elle s'arrête avec la chute de l'apex, généralement située vers fin juillet ou début août dans la région bordelaise.

La vigne possédant les rameaux les plus longs au moment de l'arrêt de croissance est celle de la parcelle

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

TABLEAU II
Stades phénologiques.

Table II - Vine phenology in the 4 sites.

	Mi-débourrement	Mi-floraison	Mi-véraison
Parcelle A	22 mars	5 juin	8 août
Parcelle B	15 mars	31 mai	6 août
Parcelle C	16 mars	1 juin	3 août
Parcelle D	15 mars	30 mai	4 août

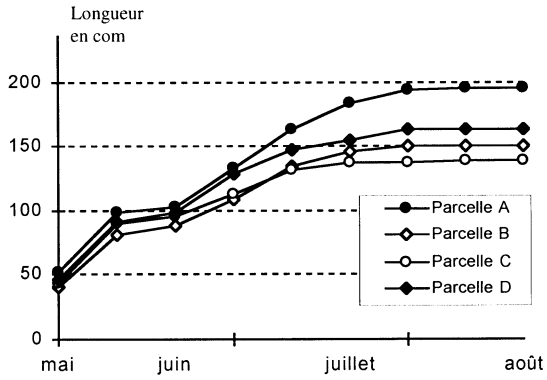


Fig. 5 - Croissance des rameaux.

Fig. 5 - Elongation of shoots.

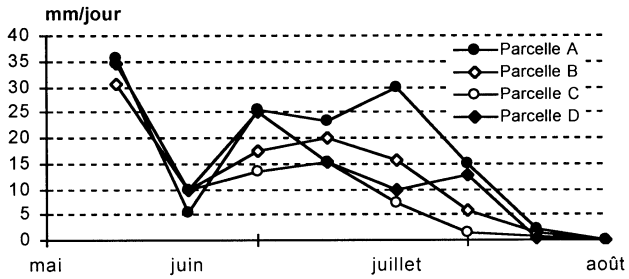


Fig. 6 - Vitesse de croissance des rameaux.

Fig. 6 - Speed of shoot elongation.

A (avec nappe temporaire) en raison d'un régime hydrique peu déficitaire pendant la période de développement végétatif (figure 5) ; la vitesse de croissance y est également la plus élevée (figure 6). La vigne sur sol brun sableux faiblement lessivé (parcelle B) possède des rameaux ayant une longueur totale assez réduite, bien que l'alimentation hydrique ne soit pas déficitaire ; la vitesse de croissance décroît de façon régulière. La parcelle D (sol brun graveleux) possède des longueurs intermédiaires ; cependant la courbe de croissance est assez irrégulière et paraît en relation avec le potentiel hydrique foliaire qui dépend dans ce cas du régime pluviométrique. Enfin, la longueur des rameaux de la parcelle C, sur argile, est la plus faible avec l'arrêt de croissance le plus précoce.

VI - MATURATION ET COMPOSITION DU RAISIN À MATURITÉ

De très nombreux paramètres interviennent sur la maturité du raisin, mais les mesures effectuées sur la vigne et le raisin sont en nombre beaucoup trop limité pour proposer un début d'explication (tableau III).

DISCUSSION

- La parcelle A (planosol lithomorphe profond avec nappe temporaire), toujours bien alimentée en eau, présente un cycle phénologique plus tardif ; la longueur de rameaux y est la plus importante.

- La parcelle B (sol brun sableux profond faiblement lessivé), possède une précocité phénologique intermédiaire et une croissance limitée avec un arrêt de croissance précoce, bien que l'alimentation en eau ne soit pas déficitaire pendant la période considérée. Le système racinaire colonise une grande profondeur en raison de la macroporosité de ce sol, et accède à une réserve d'eau importante, même en période de sécheresse. Le faible niveau de fertilité de ce sol pourrait représenter le facteur limitant de la croissance végétative.

- La parcelle C (planosol lithomorphe peu profond sur argile), possède la meilleure précocité et la croissance la plus modeste (arrêt de croissance mi-juillet), ce qui semble favorable à la maturation du raisin. La régulation hydrique dans ce cas s'effectue d'une façon particulière liée à l'abondance des argiles : en raison de la texture très fine, les flux d'eau au sein du matériau restent faibles. En revanche, les radicelles colonisent les fentes de retrait de l'argile, en période estivale, et exploitent ainsi un volume de sol d'autant plus important que les conditions sont plus sèches. Ce fonctionnement est mis en évidence par l'abondance du chevelu racinaire entre les faces des polyèdres profonds.

La plupart de ces racines sont aplaties, écrasées en forme d'arête de poisson et nécrosées : l'épaisseur du chevelu peut atteindre 1 cm. En effet, ces radicelles meurent chaque hiver écrasées après le gonflement de l'argile et la fermeture des fentes de retrait, puis se développent de nouveau en été et colonisent une profondeur qui est d'autant plus importante que la sécheresse est intense. Ce phénomène, allié à la faiblesse des flux d'eau au sein de l'argile, serait responsable de la régulation de l'alimentation hydrique. Jusqu'alors peu évoqué pour les plantes pérennes, ce type de régulation a déjà été signalé pour la vigne (DUTEAU, 1982) mais aussi pour les plantes annuelles en sol très argileux (NICOULLAUD *et al.*, 1994).

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

TABLEAU III
Evolution de la composition de la pulpe et de la pellicule pendant la maturation en 1995.

Table III - Evolution of berry composition during the ripening period in 1995.

Parcelle		10/08	21/08	28/08	03/09	11/09	15/09
A	poids/baie (g)	0,99	1,2	1,15	1,33		1,41
	sucres réducteurs (g/l)	82	133	142	162		170
	acidité totale (méq/l)*	259	133	120	112		86
	pH	2,92	3,02	3,14	3,26		
	anthocyanes (mg/l)			567	702		711
	D280 sur extrait				22,7		19,5
B	poids/baie (g)	0,79	0,96	1,21	1,27		1,46
	sucres réducteurs (g/l)	86	119	146	174		184
	acidité totale (méq/l)*	208	133	96	84		70
	pH	2,96	3,03	3,19	3,38		
	anthocyanes (mg/l)			542	641		788
	D280 sur extrait				20,7		23,4
C	poids/baie (g)	0,94	1,09	1,22	1,22	1,01	
	sucres réducteurs (g/l)	108	162	188	203	213	
	acidité totale (méq/l)*	163	92	76	71	54	
	pH	2,98	3,13	3,21	3,37	3,47	
	anthocyanes (mg/l)			761	847	1055	
	D280 sur extrait				24,7	29,8	
D	poids/baie (g)	0,64	0,74	1,03	0,9		1,16
	sucres réducteurs (g/l)	95	129	155	202		212
	acidité totale (méq/l)*	163	84	80	55		56
	pH	3,14	3,44	3,44	3,85		
	anthocyanes (mg/l)			670	853		927
	D280 sur extrait				18,7		25,4

*100 méq/l correspondent à 4,9 g H_2SO_4/l

- Enfin, la parcelle D (sol brun graveleux avec nappe phréatique proche) présente, en 1995, une grande précocité et une croissance irrégulière ; son alimentation en eau est très réduite pendant les périodes de sécheresse où la nappe d'eau devient inefficace. Pour cette vigne à enracinement superficiel, l'alimentation hydrique est étroitement liée au régime pluviométrique. Sa réponse semble dépendre des variations climatiques.

CONCLUSION

Pour l'année 1995 qui fut chaude et sèche, on note dans l'ensemble une grande précocité des stades phénologiques. Nous avons pu préciser le rôle des sols par leur contribution à la régulation de l'alimentation en eau de la vigne. Les variations que l'on peut observer d'un site à l'autre sont liées essentiellement aux propriétés texturales et structurales des sols. De ces deux caractéristiques, dépendent la capacité de rétention en eau du sol, son aération et les modalités d'enracinement.

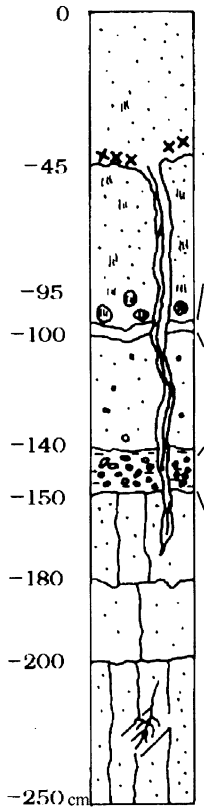
Les quatre parcelles expérimentales ont présenté, en 1995, des régimes hydriques très différents : l'un est très lié aux conditions climatiques (parcelle D) alors que les trois autres offrent une forte régulation grâce aux propriétés intrinsèques des sols (parcelles A, B, C).

Remerciements : Cette étude a bénéficié d'une subvention du Conseil régional d'Aquitaine. Nous remercions ici tous les vignerons de Pomerol pour leur accueil et leur disponibilité. Nos remerciements vont également à J. DUTEAU et à C. VAN LEEUWEN pour leurs conseils techniques, à Ph. BERCHE pour son assistance technique sur le terrain et à Sacha DESBOURDES pour la réalisation des graphiques.

J. Int. Sci. Vigne Vin, 1998, **32**, n°2, 59-68
©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

Annexe 1 - profil A : Description morphologique - Résultats analytiques

Annex 1 - profile A : Morphological aspect - Analytical results



Ap : Sable moyen hétérométrique brun-gris clair (10 YR 6/2). Quelques cailloux et graviers. Structure particulaire ; horizon très poreux, friable et peu compact. Racines nombreuses et essentiellement horizontales à la limite du défoncement. A 45 cm : amas de matière organique mal décomposée. La limite avec l'horizon suivant est nette et brutale, mais irrégulière.

A21g : Sable moyen hétérométrique bariolé : taches rouge-jaunâtre (5 YR 4/6) dans une matrice brun-olive clair (2,5 Y 5/4). Structure particulaire : horizon poreux mais assez compact. Nombreuses concrétions ferrugineuses et ferro-manganiques localisées à la base de l'horizon. Une racine moyenne emprunte une langue cylindrique à orientation verticale, de couleur brun-grisâtre (10 YR 5/2) indiquant des phénomènes de réduction.

A22g : Horizon albique (blanchi, 10 YR 7/6) indiquant le niveau de battement d'une nappe temporaire et notamment sa circulation latérale.

II B : Sable grossier faiblement argileux avec quelques graviers. Couleur brun-jaunâtre fonçé (10 YR 4/4). Structure massive ; horizon compact, frais à humide. La racine précédemment décrite est toujours présente ; une odeur d'hydrogène sulfuré indique une décomposition lente en anaérobiose.

III C : Sable argileux de couleur brun-jaunâtre (10 YR 5/8) avec de nombreux quartz arrondis luisants ; présence d'un mince lit de galets centimétriques.

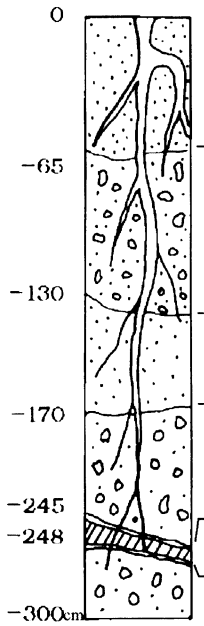
IV C : Sable argileux à sable fin micacé de couleur gris-rougeâtre. Structure massive. Horizon compact et plastique.

V C : Sable faiblement argileux, humide.

VI C : Argile à sable micacé de couleur gris-brun clair (2,5 Y 6/2). Structure prismatique grossière. Des racines fines sont localisées sur la face des agrégats.

Annexe 2 - profil B : Description morphologique - Résultats analytiques

Annex 2 - profile B : Morphological aspect - Analytical results



Ap : Sable grossier très légèrement limoneux de couleur uniforme brun-gris (5 YR 4/3). Structure particulaire. Horizon friable, perméable. Racines de toutes tailles nombreuses et sans orientation préférentielle.

II BT : Sable mêlé à de nombreux cailloux et graviers de toutes formes ; présence de fossiles (coquillages, débris d'huîtres). Matrice de couleur jaune-rougeâtre (5 YR 6/8) avec quelques bandes plus riches en argile rouge-jaunâtre (5 YR 5/8). Ces bandes, de 2 cm d'épaisseur, sont espacées de 10 cm vers le sommet et se resserrent vers la base de l'horizon. Structure particulaire, très poreux. Quelques racines.

III C : Sable grossier jaune-rougeâtre (5 YR 6/8) avec quelques poches de sable grossier graveleux blanc vers 190 cm. Structure particulaire, poreux. Quelques racines.

IV C : Sable (5 YR 6/8) avec cailloux et graviers. Structure particulaire. Quelques racines.

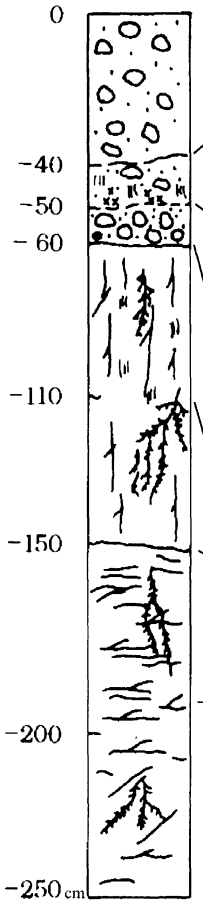
V C : Bande de sable argileux bleuté (5 Y 6/1) délimitée par une gangue rougeâtre. Sable fin très micacé. Présence de racines moyennes à fines, odeur d'hydrogène sulfuré.

VI C : Sable grossier (5 YR 6/8) avec cailloux et graviers. Structure particulaire.

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

Annexe 3- profil C : Description morphologique - Résultats analytiques

Annex 3 - profile C : Morphological aspect - Analytical results



Ap1 : Sable limono-argileux brun foncé (10 YR 3/3) avec de nombreux cailloux arrondis (quartz et silex). Structure polyédrique moyenne avec localement une sous-structure grumeleuse. Horizon poreux, friable, non compact. Les racines sont abondantes.

Ap2 : Texture identique à Ap1 ; structure moins bien exprimée. Présence de quelques taches rouille de fer ferrique et de taches grises de mauvaise décomposition de matière organique ; La transition avec l'horizon sous-jacent est très brutale (< à 1 cm) et légèrement ondulée.

II Cg : Argile avec nombreux éléments grossiers (quartzites). Matrice grise (5 Y 5/1) avec de nombreuses taches d'oxydation jaune-rougeâtre (7,5 YR 6/8) et des taches contrastées de rubéfaction rouges (2,5 YR 4/6). Structure fine, polyédrique anguleuse. Horizon compact, plastique, peu perméable. Les racines sont nombreuses, sans orientation préférentielle. Il s'agit d'un horizon de mélange de la base du dépôt de cailloux sur une argile. La limite est progressive et irrégulière.

III Cg : Argile lourde panachée grise (5 Y 6/1) avec de nombreuses taches d'oxydation de taille centimétrique vers le sommet et diffuses vers la base de l'horizon. Présence de petites taches de rubéfaction. La structure est formée de prismes grossiers et la sous-structure de petits polyèdres. Nombreuses racines fines sur la face des agrégats, le plus souvent aplaties et mortes, d'orientation verticale. Nombreuses galeries d'anciens conduits racinaires.

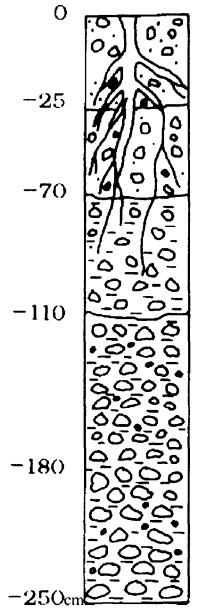
IV Cg : Horizon semblable au précédent. Seuls de grands placages rouille (7,5 YR 6/8) se substituent aux petites taches. Transition progressive sur 5 cm.

V Cg : Argile lourde grise (5 Y 6/1). Peu de taches d'oxydation. Structure prismatique grossière (5 à 10 cm). La face des prismes est tapissée par des radicelles mortes. La transition est progressive sur 3 à 4 cm.

VI Cg : Argile lourde de couleur dominante jaune-brunâtre (10 YR 6/8) et grise sur les faces (5 Y 6/1). Structure prismatique très grossière (5 à 15 cm) avec une sous-structure polyédrique anguleuse (1 mm). On observe quelques faces de glissement obliques luisantes. De nombreuses petites racines, mortes, sont localisées sur ces faces de glissement.

Annexe 4- profil D : Description morphologique - Résultats analytiques

Annex 4 - profile D : Morphological aspect - Analytical results



Ap1 : Horizon limité par le labour. Cailloux et graviers arrondis de quartz et de silex dans une matrice de sable limono-argileux brun foncé (10 YR 3/2). Structure grumeleuse bien exprimée ; horizon très poreux, très friable et non compact. Présence de lombrics. Racines très nombreuses.

Ap2 : Horizon limité par le défoncement. Texture et structure identiques à Ap1. Couleur brun foncé (10 YR 3/3). Racines très nombreuses à tendance horizontale à la base de l'horizon.

II C : Cailloux et graviers emballés dans un sable limono-argileux brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4). Horizon très perméable et friable. Quelques racines moyennes s'arrêtant à 110 cm. Limite brutale (1 cm) et ondulée avec l'horizon sous-jacent.

III C : Différents lits horizontaux de galets et graviers enveloppés d'une argile ferrugineuse, limono-sableuse, de couleur brun franc (7,5 YR 5/8). Structure particulaire. Horizon assez compact. Présence d'eau libre à 140 cm. Absence de racines.

IV C : Litages horizontaux de galets de quartz et silex, plus volumineux que dans les strates précédentes. Matrice très argileuse, de couleur brun ocre (7,5 YR 6/8). Présence de petites veines d'argile blanchâtre. Nappe d'eau libre. Absence de racines.

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AFES/INRA, 1995. Référentiel pédologique. INRA éditions, 222 p.

BAGGIOLINI M., 1952. Les stades repères dans le développement annuel de la vigne. *Rev. Romande Agric. Vitic.*, **8**, 4-6.

DUTEAU J., 1981. Rôle des facteurs climatiques et géologiques en Bordelais. *In : Actualités oenologiques et viticoles*, 40-44, Dunod, Paris.

DUTEAU J., 1982. Alimentation en eau de la vigne dans le Bordelais en période estivale sèche. Exemple de l'année 1980 à Saint-Émilion et Pomerol. *Sci. sol*, **1**, 15-29.

DUTEAU J., 1987. Contribution des réserves hydriques profondes du calcaire à Astéries compact à l'alimentation en eau de la vigne dans le Bordelais. *Agronomie*, **7**, n°10, 859-865.

KATERJI N. et HALLAIRE M., 1984. Les grandeurs de référence utilisables dans l'étude de l'alimentation en eau des cultures. *Agronomie*, **4**, n°10, 999-1008.

MÉRIAUX S., ROLLIN H. et RUTTEN P., 1974. Effets de la sécheresse sur quelques phénomènes de croissance de l'appareil végétatif de la vigne. *Connaissance Vigne Vin*, n°2, 109-128.

MÉROUGE I., ARROUAYS D. et SEGUIN G., 1997. Les sols et l'alimentation hydrique de la vigne à Pomerol : distribution et variabilité géographique des sols du vignoble. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, **31**, n°4, 157-164.

NICOULLAUD B., KING D. et TARDIEU F., 1994. Vertical distribution of maize roots in relation to permanent soil characteristics. Plant and soil, 159, n°2, 245-254.

SCHOLANDER P.F., HAMMEL H.J., BRADSTREET E.D. et HEMMINGSEN E.A., 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science*, **148**, 339-346.

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

SEGUIN G., 1986. Terroirs and pedology of winegrowing. *Experientia*, **42**, 861-873.

SMART R.E., 1985. Aspects of water relations of the grapevine (*Vitis Vinifera*). *Amer. J. Enol. Vitic.*, **25**, 84-91.

VAN LEEUWEN C., 1991. Le vignoble de Saint-Émilion : répartition des sols et fonctionnement hydrique ; incidences sur le comportement de la vigne et la maturation du raisin. *Thèse Doctorat*, Université Bordeaux II, 155 p.

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.

Reçu le 5 novembre 1997 ; révisé le 14 mai 1998 ;
accepté pour publication le 20 mai 1998.

©Vigne et Vin Publications Internationales (Bordeaux, France)