

Alimentation en eau de la vigne dans le Bordelais en période estivale sèche

Exemple de l'année 1980 à Saint-Emilion et Pomerol

J. DUTEAU

Institut d'Œnologie, 351, cours de la Libération, 33405 TALENCE CEDEX

SOMMAIRE

Il a déjà été démontré dans les sols gravelo-sableux du Médoc que, sous le climat océanique du Bordelais, les meilleurs terroirs viticoles sont ceux qui présentent une régulation naturelle de l'alimentation en eau de la vigne durant la période de maturation du raisin, si bien qu'il est encore possible de produire un vin de qualité lorsque l'été est caractérisé par des conditions climatiques extrêmes.

Au cours d'une étude sur les relations sol - vigne dans les vignobles de Saint-Emilion et de Pomerol, nous avons montré qu'il existait aussi, en année sèche, dans des sols superficiels sur calcaire et dans certains terrains très argileux, des mécanismes de régulation, mais très différents de ceux observés jusqu'à ce jour dans le Bordelais.

INTRODUCTION.

Les caractéristiques héliothermiques du Bordelais ne sont pas a priori très favorables au développement de la vigne puisque la maturation des cépages rouges qui y sont cultivés est lente et parfois difficile, ce qui nécessite impérativement le maintien d'une faible production. De plus, les précipitations estivales très irrégulières, en raison de leur caractère souvent orageux, permettent de comprendre les différences de qualité entre les millésimes et, pour un même millésime, entre des crus voisins.

Si, malgré ces conditions climatiques peu favorables, une viticulture de renommée internationale a pu y prospérer, c'est d'abord pour des raisons géographiques et historiques (DION, 1959), mais aussi parce que l'homme a su sélectionner les terroirs où, naturellement, la qualité des vins présentait une certaine régularité d'une année à l'autre.

Etant donné que les meilleurs crus sont établis sur des formations géologiques très variées (nappes alluviales à texture gravelo-sableuse, calcaires, argiles, etc.), on ne s'étonnera pas que la qualité des vins rouges de Bordeaux ne soit pas liée à un type textural bien défini, ni aux propriétés chimiques des sols, dans la mesure où, bien entendu, la vigne ne souffre pas de carences ou de toxicités graves et où, inversement, une trop bonne nutrition minérale n'aboutit pas à une production excessive. D'ailleurs, si les premières études réalisées selon les techniques classiques de l'agronomie (SEGUIN, 1965 ; DELMAS, 1971) ont permis d'avoir une meilleure connaissance des terroirs bordelais, elles n'apportent que peu d'éléments d'interprétation concernant les relations entre les sols et la qualité des vins.

En revanche, une meilleure connaissance de l'alimentation en eau de la vigne, dont l'étude intègre la plupart des facteurs de la production et de la qualité, est peut-être capable d'apporter un début d'explication à la notion de terroir viticole. Elle intervient en effet sur la photosynthèse des végétaux, mais elle joue également un rôle important dans la répartition du bilan d'énergie au sein du système sol-plante, ces deux phénomènes étant étroitement liés. D'ailleurs, des mesures réalisées depuis plusieurs années dans les vignobles du Bordelais ont montré que la qualité des vendanges diminue lorsque l'alimentation en eau, durant la maturation du raisin, se fait dans de trop bonnes conditions (SEGUIN *et al.*, 1969 ; SEGUIN, 1975), mais aussi lorsqu'elle devient trop déficitaire (DUTEAU *et al.*, 1981). On constate par exemple [Figure 1] que pour l'année 1979, dans une même région viticole, l'optimum se situe pour un pourcentage de l'évapotranspiration réelle par rapport à l'évapotranspiration potentielle compris entre 35 et 40 % et cela, indépendamment de la nature des sols.

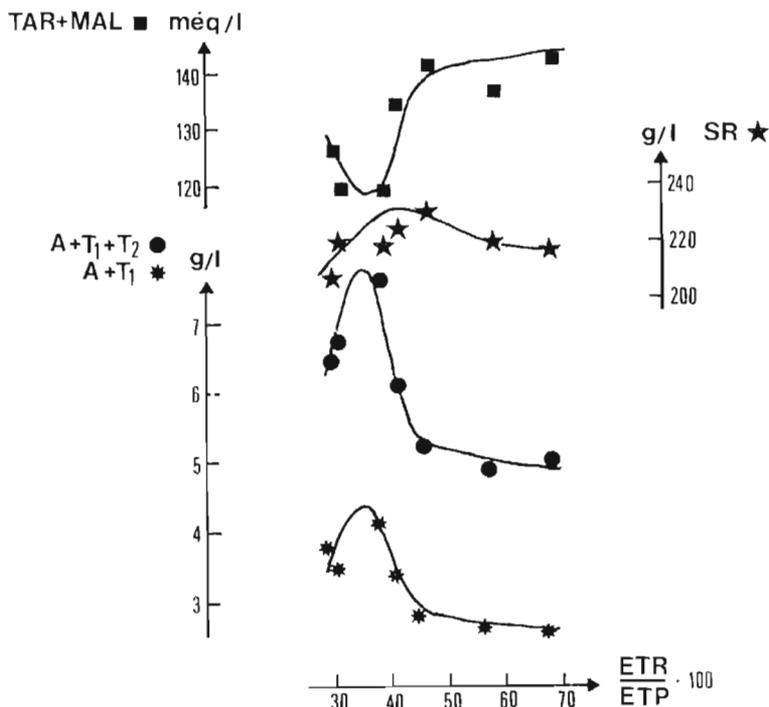


FIGURE I. — Constitution des raisins à maturité en fonction des conditions de l'alimentation en eau de la vigne. Le pourcentage de l'évapotranspiration réelle (ETR) par rapport à l'évapotranspiration potentielle (ETP) correspond à une période critique durant la maturation du raisin (21 août au 16 septembre). Ces valeurs ont été déterminées en 1979, à Pomerol et Saint-Emilion, dans sept parcelles de Merlot noir

SR : sucres réducteurs ; TAR + MAL : acide tartrique plus acide malique, A : anthocyanes des pellicules ; T₁ : tanins des pellicules ; T₂ : tanins des pépins

FIGURE I. — Constitution of grapes at maturity in terms of vine water uptake. The percentage of actual evapotranspiration (ETR) with respect to potential evapotranspiration (ETP) corresponds to a critical period during grapes ripening (August 21 to September 16). These values were determined in 1979, in seven Merlot noir plots of Pomerol and Saint-Emilion

SR : reducing sugars ; TAR + MAL : tartaric acid + malic acid ; A : anthocyanins from the grapes skin ; T₁ : tanins from the grapes skin ; T₂ : tanins from the grapes seeds

Les mécanismes de régulation naturelle (qui limitent les effets d'une sécheresse prolongée mais aussi ceux d'une pluviosité excessive) ont été mis en évidence et expliqués pour la première fois dans les meilleurs crus du Haut-Médoc qui sont établis sur les nappes alluviales gravelo-sableuses de la Garonne (SEGUIN, 1970). Mais, dans la mesure où aucune formation géologique ne détient le privilège exclusif de la qualité, on peut penser qu'il existe des mécanismes semblables dans d'autres terroirs du Bordelais, où l'on produit des vins de grande renommée.

L'étude de ce problème a été abordée à partir de 1978 dans la région de Pomerol et de Saint-Emilion, qui est caractérisée par une grande diversité de roches-mères (Figure II).

TECHNIQUES D'ETUDE.

Une dizaine de parcelles, homogènes sur une superficie d'au moins 50 m², ont été choisies au sein des cinq unités agropédologiques (GUILLOUX *et al.*, 1978) de telle façon que le facteur plante intervienne pratiquement de la même manière (cépage Merlot noir, système de taille Guyot simple, mode de conduite et entretien traditionnels du vignoble, densité de plantation voisine de 5.500 ceps à l'hectare, etc.). En chaque point :

- Une tranchée de profondeur variable a été creusée entre deux rangs de vigne, afin de pouvoir bien dégager le système racinaire d'un cep ; une description des différentes couches a été réalisée puis des prélèvements de terre ont été effectués au niveau de chaque horizon, mais également à de plus grandes profondeurs à l'aide de tarières de 95 ou 200 mm de diamètre. Les échantillons ont été analysés au laboratoire, selon les techniques habituelles ;
- Une station climatique comportant un abri météorologique (avec un thermohygrographe), un solarigraphe et un pluviomètre nous a permis de connaître le régime des pluies (P) et de calculer l'évapotranspiration potentielle (ETP) selon les

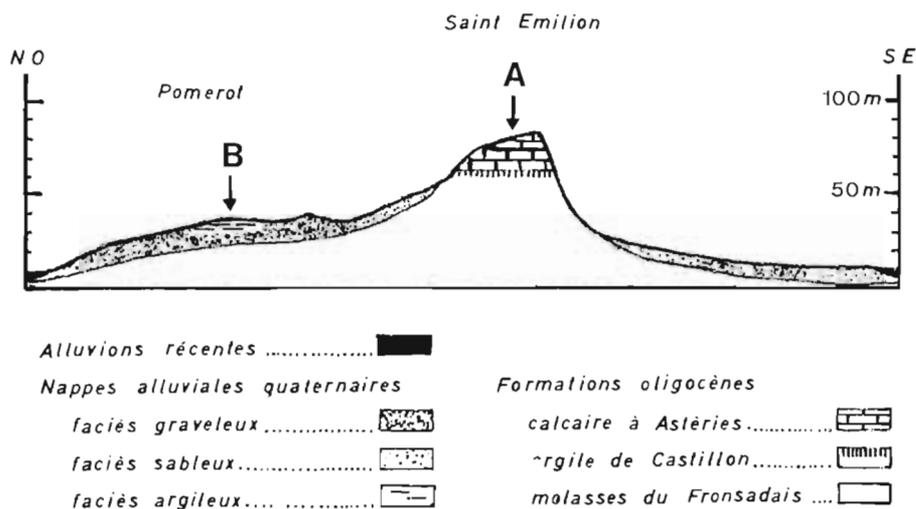


FIGURE II. — Coupe géologique schématique de la région de Pomerol et Saint-Emilion. Emplacements des points d'étude

FIGURE II. — Geological schematic section through the region of Pomerol and Saint-Emilion. Location of the studied points

méthodes THORNTHWAITE et TURC ; nous avons cependant utilisé les valeurs de la méthode PENMAN (obtenues par la station météorologique de Bordeaux-Mérignac) après nous être assurés que les écarts avec les deux autres méthodes étaient généralement faibles (Figure III) ;

- Afin de pouvoir suivre, par la méthode neutronique, l'évolution du stock d'eau (ΔS) de chaque sol au cours du cycle végétatif, des tubes en acier inoxydable (réf. NS 22 S, diamètre 41×43 mm) ont été implantés par percussion à l'aide d'un marteau pneumatique dans l'alignement des ceps, bien au-delà de la limite de l'enracinement ; les avant-trous, d'un diamètre identique à celui des tubes, ont été réalisés, selon les cas, avec des tarières de types Hélix, des carottiers et parfois même à l'aide de fleurets en carbure de tungstène (DUTEAU et SEGUIN, 1978).
- L'humidité volumique a été mesurée 1 ou 2 fois par semaine à l'aide d'une sonde à neutrons Solo 20 (activité 40 mCi, mesures en temps long, étalonnage par la méthode gravimétrique), mais les calculs de l'évapotranspiration réelle (ETR) n'ont porté que sur des périodes relativement longues (15 jours ou plus) afin de minimiser les fluctuations statistiques dues à la méthode.

Remarque : Pour réaliser des bilans hydriques corrects $\Delta S = P - ETR \pm R - D$, la mesure du ruissellement de surface (R) et celles de flux profonds de drainage ou de remontée capillaire (D) peut s'avérer parfois indispensable ; dans ce dernier cas, il est nécessaire d'effectuer des mesures tensiométriques dans les couches profondes non exploitées par les racines ainsi qu'un étalonnage *in situ* afin d'établir les courbes de variation de la conductivité hydraulique en fonction du potentiel matriciel (DAUDET et

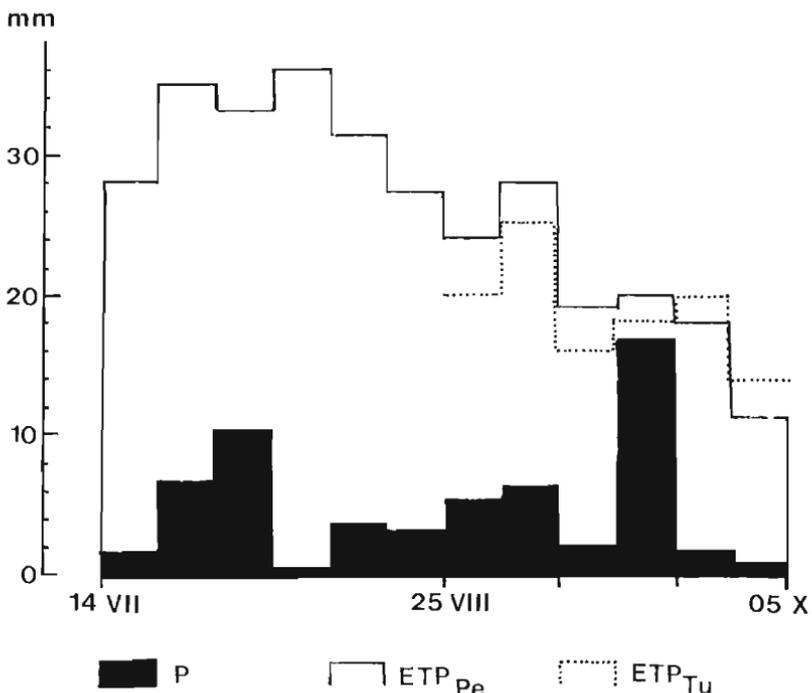


FIGURE III. — Précipitations (P) et évapotranspiration potentielle (ETP) (Tu : Turc ; Pe : Penman) en 1980 durant la période sèche
Les résultats sont exprimés en millimètres par semaine

FIGURE III. — Précipitations (P) and potential evapotranspiration (ETP) (Th : Thornthwaite ; Pe : Penman) in 1980, during the dry period
Results are given in millimeters per week

VALANCOGNE, 1976). Mais, par suite de la grande extension en profondeur du système racinaire de la vigne ou en raison de la compacité de certaines roches-mères, les problèmes techniques permettant de mesurer ces flux avec une bonne précision sont particulièrement délicats à résoudre. Heureusement, la plupart des crus étudiés sont situés en topographie horizontale et sur des sols où les nappes phréatiques sont profondes et nettement hors de portée des racines. D'autres raisons, que nous préciserons pour chaque sol présenté, nous permettent de penser que les flux profonds, bien que n'ayant pas été mesurés, sont, dans le cas particulier de cette étude, vraisemblablement très faibles.

RESULTATS ET DISCUSSION.

Au cours de l'année 1980, qui fut caractérisée par une des périodes sèches les plus longues observées en Bordelais (59 mm de précipitations entre le 14 juillet et le 6 octobre pour une demande climatique de 300 mm [Figure III]), l'alimentation en eau de la vigne s'est déroulée dans des conditions très différentes selon les parcelles d'étude, notamment durant la période de maturation du raisin (Tableau 1), et cela pratiquement comme en 1979 (Figure I).

L'originalité de ces résultats, obtenus en année sèche, réside dans la mise en évidence, sur certains sols calcaires superficiels de Saint-Emilion et dans les terrains argileux de Pomerol, de mécanismes de régulation différents de ceux observés en Médoc, mais qui permettent d'obtenir une alimentation en eau optimale sur le plan de la qualité des vendanges.

A. — SAINT-EMILION.

Le bourg de Saint-Emilion, où sont situés la plupart des Premiers Grands Crus Classés, est construit sur un escarpement du calcaire à Astéries, d'âge stampien (oligocène inférieur) et plus précisément sur la base de cette formation géologique, correspondant au faciès calcarénite (PRATVIEL, 1972). C'est dans cette assise qu'ont été creusées de nombreuses carrières d'extraction de pierres de taille qui servent à l'heure actuelle de chais pour le logement des vins.

Ces vignobles, à une altitude d'environ 80 m, sont établis sur des sols peu épais, dérivant le plus souvent de rendzines initiales ou de rendzines, mais qui ont été profondément modifiés par des apports humains.

TABLEAU 1. — *Alimentation en eau de la vigne, en 1980, dans différents sols viticoles de Saint-Emilion et de Pomerol*

TABLE 1. — *Water uptake of vine in different plots of Pomerol and Saint-Emilion (1980)*

S O L S		25 août au 5 octobre
$\frac{ETR}{ETP} \times 100$	A	48
	B	48
	C	34
	D	57
	E	71
	F	73

TABLEAU 2. — Résultats analytiques du sol A

TABLE 2. — Analytic data of profile A

Profondeurs		cm	0 + 15	0 - 25	- 25 - 50	- 50 - 65
Caillou	p. 100		0	0	1	10
Gravier	p. 100		7	8	6	7
Terre fine	p. 100		93	92	93	83
Sable grossier	p. 100		42,6	43,1	42,8	44,3
Sable fin	p. 100		15,3	15,0	15,5	14,3
Limon grossier	p. 100		6,5	5,3	5,4	5,1
Limon fin	p. 100		15,4	15,5	16,5	15,2
Argile	p. 100		17,0	18,2	16,9	19,0
Humidité actuelle	p. 100		1,2	1,1	1,2	1,1
Matière organique	p. 100		2,0	1,8	1,7	1,0
Carbone organique	p. 100		1,14	1,05	0,99	0,60
Azote total	p. 100		0,097	0,080	0,067	0,052
C/N			11,8	13,1	14,8	11,5
Complexe adsorbant	K ⁺	méq. p.100 g	0,79	0,62	0,39	0,36
	Na ⁺	méq. p.100 g	0,22	0,21	0,19	0,18
	Mg ⁺⁺	méq. p.100 g	0,22	0,21	0,16	0,25
	Ca ⁺⁺	méq. p.100 g	+	+	+	+
	S	méq. p.100 g	+	+	+	+
	CEC	méq. p.100 g	12,3	12,2	11,5	12,1
	V	p. 100	sat.	sat.	sat.	sat.
pH eau			7,70	7,80	7,80	7,90
Calcaire total	p. 100		45,1	45,5	45,5	46,4
Calcaire actif	p. 100		9,5	9,7	10,0	10,7
P ₂ O ₅ assimilable	p. 100		0,044	0,041	0,042	0,039
Fer libre	p. 100		0,28	0,42	0,28	0,29

Minéraux argileux (0 à -25 cm) : Smectites : 30 p.100 ; Illites : 55 p. 100; Kaolinite : 10 p. 100

TABLEAU 3. — Alimentation en eau de la vigne, en 1980, dans le sol A

TABLE 3. — Water uptake of vine in plot A (1980)

SAINT-EMILION		17 juillet au 24 août	25 août au 7 septembre	8 septembre au 21 septembre	22 septembre au 5 octobre
P	mm	26	11	19	3
ETR	mm	105	23	20	14
ETP	mm	182	52	39	29
ETR/ETP x 100		58	44	51	48

P : pluviosité ; ETR : évapotranspiration réelle ; ETP : évapotranspiration potentielle (PENMAN)

1. - Etude du profil cultural A.

a) Description.

0 à + 15 cm. Limon sableux calcaire, peu graveleux, de couleur brun-gris (10 YR 5/2) remanié lors des labours. Structure grumeleuse moyenne nette. Pas de racines de vigne.

0 à — 50 cm. Horizon présentant une texture similaire. Couleur brun à brun-gris (10 YR 5/2,5). Structure polyétrique grossière assez nette avec zones à structure grumeleuse moyenne. Quelques grosses racines ; nombreuses racines moyennes et fines de direction horizontale formant un chevelu dense au sein des zones les mieux structurées.

La limite du défoncement se situe vers — 50 cm.

— 50 à — 55 (à — 65 cm). Couche d'épaisseur variable à texture également limono-sableuse, de couleur brun gris clair (10 YR 6/2), assurant une bonne continuité avec le calcaire compact sous-jacent. Peu de racines.

b) Résultats (Tableau 2).

c) Commentaires.

Ces sols présentent sur toute leur épaisseur une texture homogène et équilibrée. Les particules sont bien enrobées par le complexe argilo-humique (humus ~ 10 % de l'argile) et l'ensemble forme des agrégats stables, ce qui confère à ces sols d'excellentes propriétés physiques.

En raison de la nature minéralogique des argiles (Tableau 2), les capacités d'échange sont moyennes pour des sols viticoles du Bordelais, mais les cations sont assez mal répartis sur le complexe adsorbant ; on peut noter un déséquilibre entre le potassium et le magnésium par suite d'apports abusifs d'engrais potassiques. L'utilisation massive de fumures minérales explique également les teneurs très importantes en acide phosphorique assimilable, malgré la rétrogradation apatitique en milieu calcaire.

2. - Etude du régime hydrique du sol A.

a) En période estivale sèche.

Ces terrains étant assez superficiels, puisque le substratum est situé souvent à moins de 70 cm, on pourrait en déduire que les réserves en eau utile sont très faibles et que la vigne risque surtout de souffrir de la sécheresse au cours des étés arides.

Le profil hydrique relevé le 3 mars 1980 (Figure IV) en période de très faible évaporation et après 25 jours pratiquement sans précipitation (11,3 mm) montre que l'humidité volumique du sol est d'environ 25 %, mais également que le calcaire peut stocker des quantités importantes d'eau. Une expérimentation récente de drainage sous parapluie (bâches de 30 m² fixées au-dessus des rangs de vigne), après de fortes pluies hivernales, a montré que ce profil correspondait bien à la « capacité de rétention » en particulier au sein de substratum, puisque l'on n'a pas observé d'évolution de l'humidité volumique entre le 10 février 1982 et le 24 mars 1982 (Figure V). On peut donc penser, compte tenu de la présence juste sous notre parcelle d'étude de caves dont le toit se trouve à la cote — 6 m, que ce sol fonctionne comme un lysimètre sans fond : de ce fait, le plan de flux nul s'abaisse rapidement et l'ensemble du profil se trouve en évaporation au bout de quelques jours, ce qui limite naturellement le drainage (JOURDAN *et al.*, 1979).

Durant la longue période sèche (Figure III), si les couches de subsurface, réhumectées régulièrement par les pluies, ont joué un rôle essentiel dans l'alimentation en eau de la vigne, les consommations d'eau à partir du calcaire ont représenté 30 % de

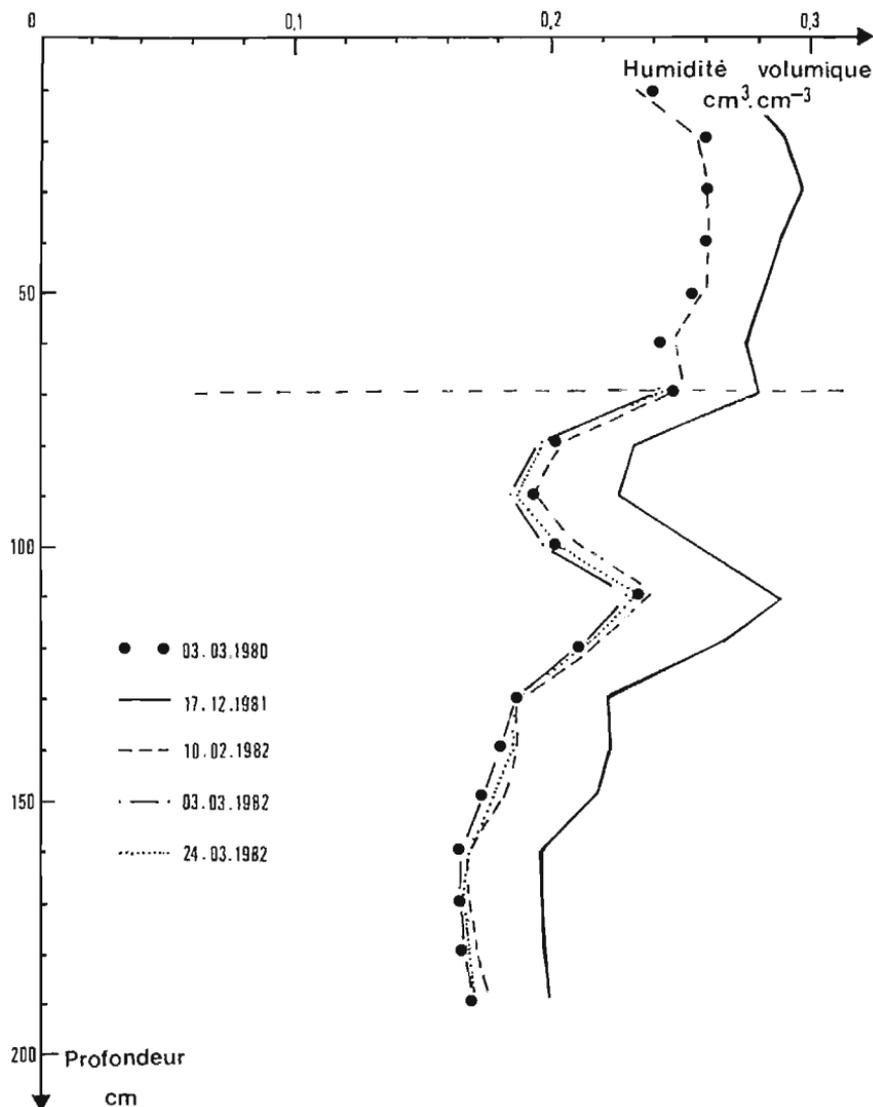


FIGURE IV. — Profils hydriques relevés pendant l'hiver dans le sol A :
 — 03-03-1980 : après 25 jours pratiquement sans précipitation (11,3 mm);
 — 17-12-1981 : pendant une période de fortes pluies;
 — Les autres profils ont été relevés sous un « parapluie » mis en place le 10-02-1982 (après 14 jours sans aucune précipitation).

FIGURE IV. — Water content variation during winter in soil A :
 — 03-03-1980 : after 25 days almost without precipitation (11,3 mm);
 — 12-17-1981 : during a period of heavy rains;
 — Others profiles were noted under an « umbrella » placed in position on 02-10-1982 (after 14 days without any precipitation).

l'évapotranspiration réelle en raison des diminutions importantes de l'humidité volumique jusque vers — 150 cm (Figure V). Dans la mesure où le calcaire n'est pratiquement pas fissuré, comme on peut le constater dans les caves sous-jacentes, les racines ne peuvent qu'exceptionnellement s'y ramifier. Par contre, elles sont abondantes dans les couches de subsurface et peuvent assécher le sol au cours de périodes arides, si bien que le potentiel matriciel augmente considérablement; comme il existe une bonne continuité entre le sol et le substratum, l'eau stockée dans les pores les plus fins du calcaire peut migrer par capillarité. Pour cette raison, entre le début de la véraison et les vendanges (25 août au 5 octobre), l'alimentation en eau de la vigne a pu se dérouler avec une bonne régularité (Tableau 3). Les valeurs de l'ETR durant cette période, qui ont représenté environ 50 % de l'ETP, sont peut-être sous-estimées bien

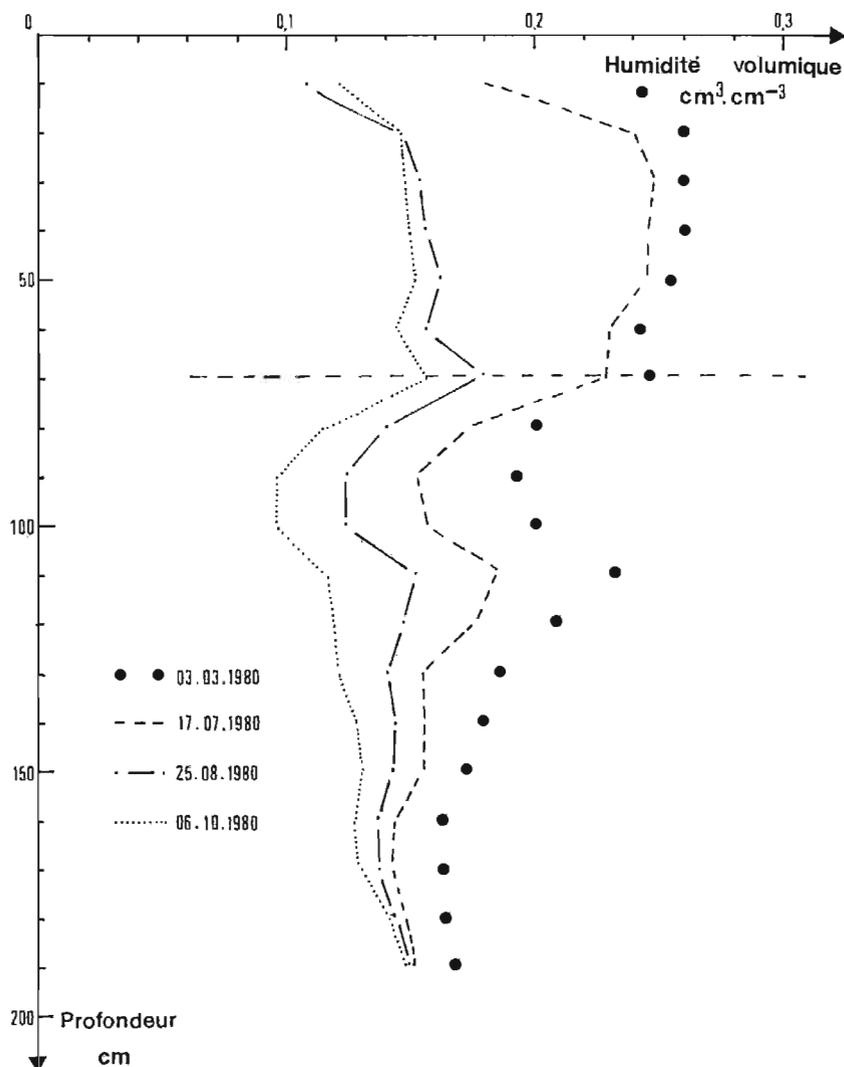


FIGURE V. — Evolution des profils hydriques en 1980 dans le sol A

FIGURE V. — Evolution of drying during summer in soil A (1980)

TABLEAU 4. — Résultats analytiques du sol B

TABLE 4. — Analytic data of profile B

Profondeurs	cm	0	0	- 45	- 70	- 100	-120	-140	-160	-180	- 200	- 220	- 240	- 260	- 280
		+ 15	- 45	- 70	- 100	- 120	- 140	-160	-180	-200	- 220	- 240	- 260	- 280	- 300
Gravier	p. 100	19	19	21	0	0	0	0	0	0	1	14	3	6	3
Terre fine	p. 100	81	81	79	100	100	100	100	100	100	99	86	97	94	97
Sable grossier	p. 100	37,2	35,0	36,0	10,2	2,3	1,4	2,6	4,2	8,5	25,7	73,2	41,7	64,1	72,5
Sable fin	p. 100	10,1	9,0	4,5	1,8	2,3	3,4	6,2	10,7	20,1	33,1	11,8	40,1	24,6	13,0
Limon grossier	p. 100	11,1	9,8	3,0	3,6	5,5	6,1	8,6	7,0	8,3	8,6	1,5	1,5	2,0	1,0
Limon fin	p. 100	14,1	15,1	6,7	15,5	21,0	21,3	19,5	19,4	16,1	6,6	2,5	4,0	1,5	2,5
Argile	p. 100	24,2	27,5	45,8	62,4	62,6	61,5	57,7	53,6	42,9	23,9	10,0	11,5	7,0	10,0
Humidité actuelle	p. 100	2,0	2,4	3,5	6,0	5,7	5,8	5,0	4,7	3,8	1,8	0,8	1,0	0,6	0,8
Matière organique	p. 100	1,3	1,2	0,5	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Carbone organique	p. 100	0,77	0,71	0,26	0,31	0,34									
Azote total	p. 100	0,059	0,052	0,020	0,013	0,014									
C/N		13,0	13,6	13,0	23,8	24,3									
Complexe adsorbant	K ⁺	méq. p.100 g	0,35	0,22	0,21	0,36	0,49	0,45	0,42	0,30					
	Na ⁺	méq. p.100 g	0,09	0,15	1,10	2,90	3,20	3,60	3,75	3,90	3,10				
	Mg ⁺⁺	méq. p.100 g	0,94	0,84	1,85	4,10	6,80	7,30	6,95	6,75	5,70				
	Ca ⁺⁺	méq. p.100 g	+	+	13,20	14,40	17,00	16,80	15,80	14,30	11,20				
	S	méq. p.100 g	+	+	16,36	21,76	27,49	28,19	26,95	25,35	20,30				
	CEC	méq. p.100 g	12,6	14,6	17,0	29,6	32,4	32,4	29,6	28,6	23,0				
	V	p. 100	sat.	sat.	96	73	85	87	91	88	88				
	pH eau		7,15	7,20	6,20	4,65	5,15	5,30	5,65	6,25	6,40				
P ₂ O ₅ assimilable	p. 100	0,040	0,025	0,013	0,002	0,009	0,002	0,002	0,007	0,010					
Fer libre	p. 100	0,61	0,68	1,19	0,61	0,32	0,39	0,55	1,08	1,28					

Minéraux argileux 0 à -45 cm : Smectites : 25 p. 100 ; Illites 30 p.100 ; Kaolinite : 25 p. 100 ; Chlorites : 20 p.100

-120 à -140cm : Smectites : 60 p. 100 ; Illites 15 p.100 ; Kaolinite : 25 p. 100

Association Française pour l'Etude du Sol - www.afes.fr - 2010

que l'on n'observe plus de variations notables des teneurs en eau à partir de — 200 cm (Figure V) ; cependant, les transferts massiques d'eau à partir des couches plus profondes sont certainement très limités (présence de la cave, faible valeur de la conductivité hydraulique lorsque l'humidité volumique est nettement inférieure à la « capacité de rétention ») et cela contrairement à ce que l'on peut observer dans certains sols sur craie de Champagne par exemple (BALLIF et VACHIER, 1981).

Remarque : Il faut souligner que le fonctionnement hydrique de ces sols sur calcaire à Astéries peut être assez profondément modifié s'il existe au-dessus du substratum une couche de calcaire altéré d'épaisseur importante, ce qui est le cas dans certains vignobles de Barsac.

b) En période estivale humide.

Compte tenu de la très bonne perméabilité de ces terroirs et du comportement de ce sol pendant la première partie du cycle végétatif (Tableau 3) lorsque la teneur en eau du sol est proche de la « capacité de rétention » (Figure IV), on peut penser que l'alimentation en eau ne sera pas excessive durant une période estivale humide ; cependant, les conditions climatiques des dernières années ne nous ont pas encore permis d'obtenir des résultats précis pendant la maturation du raisin.

B. — POMEROL.

Certains terroirs, parmi les plus prestigieux de Pomerol (il n'existe pas de hiérarchie officielle des crus), sont situés au cœur des nappes alluviales de l'Isle, mais sur des sols à texture tellement fine que l'on hésiterait à les classer aujourd'hui dans des aires d'appellation contrôlée si l'on n'y produisait pas depuis longtemps des vins d'une qualité exceptionnelle.

Ces vignobles, à une altitude d'environ 36 m, sont situés dans la partie supérieure d'un vaste plateau en très légère pente (inférieure à 1 %).

1. - Etude du profil cultural B.

a) Description.

0 à + 15 cm. Horizon brun à brun pâle (10 YR 5,5/3) remanié par les travaux culturaux saisonniers. Structure à grumeaux polyédriques peu nette. Pas de racines de vigne.

0 à — 45 cm. Couche limono-argilo-graveleuse de couleur brun pâle (10 YR 6/3). Matière organique mal mélangée avec les éléments minéraux. Structure polyédrique grossière assez nette. Nombreuses racines moyennes horizontales ; racines fines abondantes.

La limite du défoncement se situe vers — 45 cm.

— 45 à — 70 cm. Argile graveleuse brun-jaune à jaune-rouge (8,75 YR 5/6). Structure polyédrique grossière assez nette. Quelques racines moyennes généralement verticales ; racines fines abondantes formant un chevelu à la surface des polyèdres (la plupart de ces racines sont mortes).

— 70 à — 100 cm. Argile de couleur gris clair (5 Y 7/1) avec veines brun jaune (10 YR 6/6). Structure polyédrique grossière assez nette. Nombreuses racines fines formant un chevelu très dense (ici aussi, beaucoup de racines mortes).

b) Résultats (Tableau 4).

c) Commentaires.

Les teneurs en carbone organique, variables en fonction de la profondeur, sont dans l'ensemble faibles alors qu'au contraire les capacités d'échange sont parmi les plus fortes rencontrées dans le vignoble bordelais. La répartition des cations est satis-

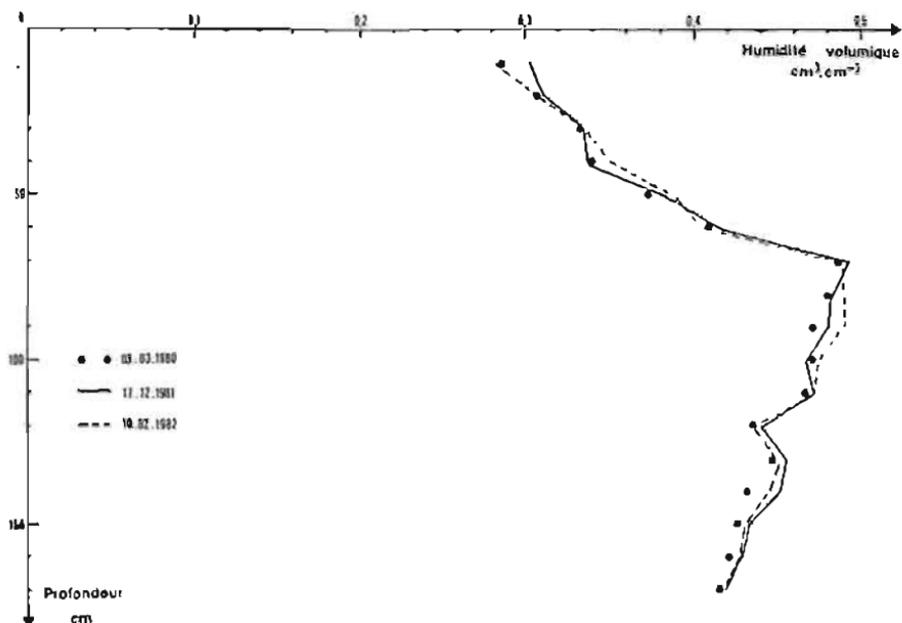


FIGURE VI. — Profils hydriques relevés pendant l'hiver dans le sol B :
 — 03-03-1980 : après 25 jours pratiquement sans précipitation (11,3 mm) ;
 — 17-12-1981 : pendant une période de fortes pluies ;
 — 10-02-1982 : après 14 jours sans précipitation.

FIGURE VI. — Water content variation during winter in soil B :
 — 03-03-1980 : after 25 days almost without precipitation (11,3 mm),
 — 12-17-1981 : during a period of heavy rains ;
 — 02-10-1982 : after 14 days without any precipitation.

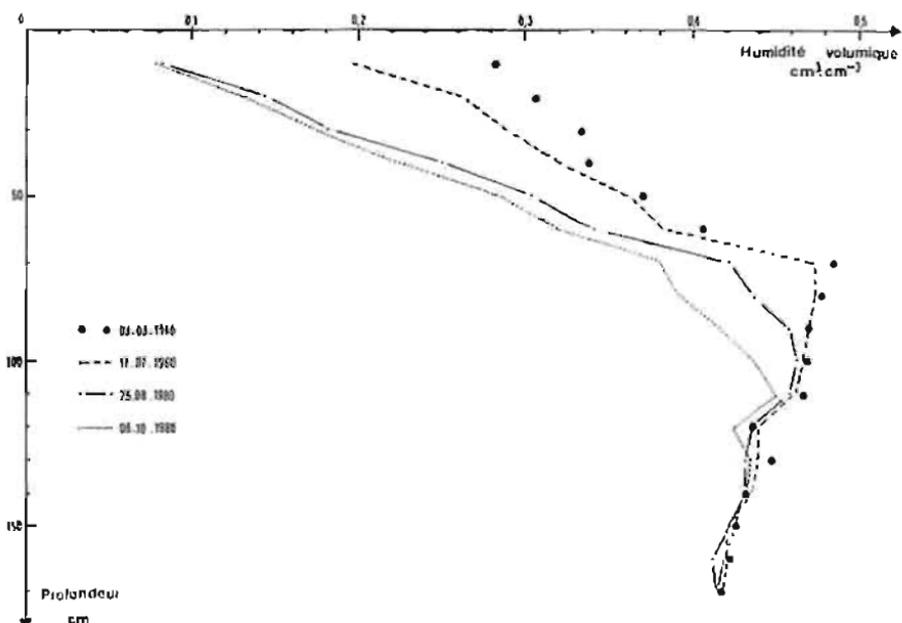


FIGURE VII. — Evolution des profils hydriques en 1980 dans le sol B.
 FIGURE VII. — Evolution of drying during summer in soil B (1980)

faisante dans les zones remaniées par l'homme et les pH sont voisins de 7 ; par contre, dans les couches les plus argileuses et bien que le taux de saturation soit d'environ 80 %, la réaction est très nettement acide en raison de l'abondance des smectites (60 %). Il faut souligner aussi les teneurs élevées en magnésium et surtout les fortes proportions de sodium (10 à 14 % de la CEC) ; ce sol présente en outre plusieurs signes d'hydromorphie (odeur de réduit, marmorisation floue, etc.) si bien qu'il est difficile de le rattacher à un type pédologique bien défini.

2. - Etude du régime hydrique du sol B.

a) En période estivale sèche.

Malgré des humidités volumiques très élevées (25 à 40 %) (Figure VI), on pouvait craindre des déficits hydriques importants en période estivale sèche, puisque les racines restent localisées durant une grande partie de l'année dans les 50 premiers centimètres.

Mais, les surfaces absorbantes étant réduites, l'évapotranspiration est limitée lorsque la demande climatique est forte, d'autant que la mobilité de l'eau déjà faible dans un sédiment à texture fine diminue progressivement lors de son assèchement ; pour ces raisons, le stock d'eau des 50 premiers centimètres ne s'épuise que lentement (Figure VII). D'autre part, la nature des minéraux argileux (Tableau 4) et l'abondance du calcium (apporté lors d'amendements) dans ces couches de subsurface permet l'édification d'une structure polyédrique assez nette ; celle-ci favorise une légère aération des horizons argileux plus profonds et parallèlement le développement d'un chevelu à partir de quelques racines moyennes ayant survécu à l'anoxie hivernale. Ainsi, on a pu observer des diminutions de l'humidité volumique entre — 50 et — 100 cm durant la période de maturation du raisin (Figure VII), si bien que l'alimentation en eau a pu se dérouler dans d'assez bonnes conditions (Tableau 5), comme dans le sol précédent. Les risques de transfert d'eau à partir des couches plus profondes sont très peu probables car il existe sous les argiles une couche de graviers siliceux (Tableau 4) qui forme un écran capillaire vis-à-vis de la nappe phréatique qui est située à plus de 3 m pendant toute la durée du cycle végétatif.

b) En période estivale humide.

Lorsque des précipitations abondantes tombent sur ces terrains argileux asséchés, l'eau s'infiltre généralement bien dans un premier temps. Puis, rapidement, la porosité structurale disparaît et le sol devient imperméable ; en raison de la légère pente, une grande partie de l'eau ruisselle et le reste ne parvient que lentement au niveau des racines (DUTEAU, 1980). Connaissant le fonctionnement de ce sol entre la floraison et la véraison (Tableau 5), lorsque la porosité texturale est proche de la saturation

TABLEAU 5. — Alimentation en eau de la vigne, en 1980, dans le sol B

TABLE 5. — Water uptake of vine in plot B (1980)

POMEROL		17 juillet au 24 août	25 août au 7 septembre	8 septembre au 21 septembre	22 septembre au 5 octobre
P	mm	25	11	17	2
ETR	mm	88	21	20	16
ETP	mm	182	52	39	29
ETR/ETP x 100		48	40	51	55

P : pluviosité ; ETR : évapotranspiration réelle ; ETP : évapotranspiration potentielle (PENMAN)

(Figure VI), il est vraisemblable que l'alimentation en eau ne sera pas excessive au cours d'une période estivale humide ; cependant, nous ne possédons pas, pour ce sol non plus, de résultats précis.

Remarque : Cette dynamique superficielle de l'eau explique vraisemblablement pourquoi il subsiste beaucoup de sodium sur le complexe adsorbant entre — 45 et — 200 cm (Tableau 4), ce qui est tout à fait exceptionnel sous le climat océanique du Bordelais.

RESUME ET CONCLUSION.

Au cours d'une étude sur les relations sol-vigne dans la région de Saint-Emilion et de Pomerol, nous avons montré qu'il existait, au moins en période sèche, des **mécanismes de régulation de l'alimentation en eau de la vigne** mais très **différents** de ceux observés dans les terroirs gravo-sableux à enracinement profond du Haut-Médoc (SEGUIN, 1970, 1975) :

- Dans les **sols superficiels** à texture limono-sableuse de Saint-Emilion développés sur le **calcaire** à Astéries (oligocène supérieur), l'eau stockée dans les pores les plus fins du substratum migre par capillarité sur une épaisseur importante, ce qui permet à l'alimentation en eau de la vigne de se dérouler avec une **bonne régularité** durant la maturation du raisin ;
- Dans les **terrains très argileux** de Pomerol, situés au cœur des nappes alluviales quaternaires de l'Isle, l'évolution lente de l'humidité volumique entre — 50 et — 100 cm en été, consécutive au développement d'un chevelu à partir de racines ayant survécu à l'anoxie hivernale, permet de comprendre que l'**alimentation en eau** ne soit ni **excessive** ni **trop déficitaire**, ce qui est un **facteur** important de la **qualité des vendanges**.

Ces phénomènes permettent donc d'obtenir régulièrement des produits d'une **haute qualité** sur diverses **formations géologiques** du Bordelais ; néanmoins, les **caractères et la typicité des vins** peuvent être très **différents** selon la nature des **terroirs**.

SUMMARY

WATER UPTAKE REGULATION OF VINE IN REGION OF BORDEAUX DURING A DRY PERIOD

(Saint-Emilion and Pomerol, summer 1980)

A study on the relationship between soils and vines of Saint-Emilion and Pomerol has been carried out. In 1980, regulation mechanisms have been demonstrated to occur in vine water uptake, at least during the dry period (Figure III). These mechanisms are very different from those observed in Haut-Médoc vineyards extending on gravelly soil characterised by a very deep root system (SEGUIN, 1970, 1975).

In Saint-Emilion, superficial soils with a loamed-sandy texture (Table 2) spread out upon the « calcaire à Astéries » (superior Oligocene). The water stocked within the thinnest pores of the bed-rock can migrate by capillarity through a thick layer of rock (Figure V). This phenomenon allows the vine water-uptake to develop regularly during the ripening of grapes (Table 3).

Very clayed soils of Pomerol (Table 4) are located in the heart of quaternary alluvial substrata of the river « Isle » (Figure II). In summer, the roots which have outlived winter anoxia develop a network of rootlets. The resulting slow evolution of water content between — 50 and — 100 cm (Figure VII) explains water uptake to be neither excessive, nor too difficult (Table 5) which is an important quality factor for the vintage (Figure I).

So, each year, these phenomena permit to obtain very good vines of Bordeaux on various substrata ; but, the characteristics of these vines are very different according to the « terroirs ».

Références bibliographiques

- BALLIF J.-L. et VACHIER P. (1981). — Méthodes d'étude de l'espace poral de la craie et hypothèse sur son fonctionnement hydrique. **Communication aux journées scientifiques du G.F.H.N.**, Avignon.
- DAUDET F.-A. et VALANCOGNE Ch. (1976). — Mesures de flux profonds de drainage ou de remontées capillaires ; leur importance dans le bilan hydrique. **Ann. Agro.**, 27, 2, 165-182.
- DELMAS J. (1971). — Les sols de vignobles. In « **Sciences et Techniques de la vigne** », tome I, 549-616, Dunod, Paris.
- DION R. (1959). — Histoire de la vigne et du vin en France, des origines au XIX^e siècle. 771 p., Sevrin. Paris.
- DUTEAU J. (1980). — Le vignoble de Pomerol et Saint-Emilion : climat, formations géologiques et grands types de sols ; particularités du régime hydrique. Colloque Franco-Roumain sur les relations sol-vigne, 68-85, **I.N.R.A.**, Bordeaux.
- DUTEAU J., GUILLOUX M., GLORIES Y. et SEGUIN G. (1981). — Influence de l'alimentation en eau de la vigne sur la teneur en sucres réducteurs, acides organiques et composés phénoliques des raisins. **C.R. Acad. Sci.**, 284 D, 965-967.
- DUTEAU J., GUILLOUX M. et SEGUIN G. (1981). — Influence des facteurs naturels sur la maturation du raisin, en 1979, à Pomerol et Saint-Emilion. **Conn. Vigne, Vin**, 15, 1, 1-27.
- DUTEAU J. et SEGUIN G. (1978). — Mesure d'humidité volumique par la méthode neutronique dans les terrains caillouteux et dans les sols sur calcaire compact. **Communication aux journées scientifiques du G.F.H.N.**, Cadarache.
- GUILLOUX M., DUTEAU J. et SEGUIN G. (1978). — Les grands types de sols viticoles de Pomerol et Saint-Emilion. **Conn. Vigne, Vin**, 12, 3, 141-165.
- JOURDAN O., MARINI P. et VILLEMEN P. (1979). — Etude des conditions particulières à la migration de l'eau en lysimètre : application au type monolithe. **Bull. du G.F.H.N.**, 6, 35-51.
- PRATVIEL L. (1972). — In « Notice de l'excursion géologie et vins de France, XXVI^e Congrès Géologique International, Paris, 1980 ». **Bull. de l'I.G.B.A.**, 27, 165-234.
- SEGUIN G. (1965). — Etude de quelques profils de sols du vignoble bordelais. **Thèse Doctorat de Spécialité**, 107 p., Bordeaux.
- SEGUIN G. (1970). — Les sols de vignobles de Haut-Médoc. Influence sur l'alimentation en eau de la vigne et sur la maturation du raisin. **Thèse Doctorat ès Sciences Naturelles**, 141 p., Bordeaux.
- SEGUIN G. (1975). — Alimentation en eau de la vigne et composition chimique des moûts dans les grands crus du Médoc. Phénomènes de régulation. **Conn. Vigne, Vin**, 9, 1, 23-34.
- SEGUIN G., COMPAGNON J. et RIBEREAU-GAYON J. (1969). — Le développement de *Botrytis cinerea* sur *Vitis vinifera* en fonction de la profondeur d'enracinement et du régime de l'eau. **C.R. Acad. Sci.**, 269 D, 770-772.

pour l'Etude du So