

INFLUENCE DES FACTEURS NATURELS SUR LA MATURATION DU RAISIN, EN 1979, A POMEROL ET SAINT-EMILION

J. DUTEAU, M. GUILLOUX et G. SEGUIN

Institut d'Œnologie, Université de Bordeaux II
351, cours de la Libération, 33405 Talence (France)

L'œnologie attache de plus en plus d'importance à la constitution de la vendange qui, compte tenu d'une meilleure maîtrise des techniques de vinification et de conservation, joue un rôle déterminant dans la qualité et les caractères des vins.

De nombreux facteurs propres à chaque vignoble influent plus ou moins sur cette constitution :

— les conditions climatiques (BRANAS, 1974 ; RIBÉREAU-GAYON et PEYNAUD, 1971 ; SMART, 1976 ; WINKLER et *al.*, 1974)

— le cépage et le porte-greffe (POUGET, 1978)

— le régime hydrique de la vigne (BOURZEIX et *al.*, 1977 ; DUTEAU, 1976 ; SEGUIN, 1970 ; SPIEGEL ROY et BRAVDO, 1964)

— la nature du sol, la nutrition minérale (FREGONI et *al.*, 1973) et plus particulièrement la nutrition azotée (DELAS, 1979 ; RIBÉREAU-GAYON et *al.*, 1975)

— le milieu écogéopédologique (MORLAT, 1978 ; SALETTE et *al.*, 1980)

— les systèmes de conduite (CARBONNEAU, 1980)

— le rendement (HUGLIN et BALTHAZARD, 1976)

— les facteurs géographiques et topographiques (SCHRADER et *al.*, 1975), etc.

En Bordelais, les vignobles de Pomerol et de Saint-Emilion produisent uniquement des vins rouges, pour la plupart de haute qualité, mais dont les caractères varient suivant leur origine géologique. Le but de l'étude entreprise dans cette région, qui fait suite à un ensemble de travaux dans le Haut-Médoc (SEGUIN, 1970, 1971, 1973, 1975) n'est pas de mettre « la qualité ou les caractères du raisin et du vin » en équation mais, au contrai-

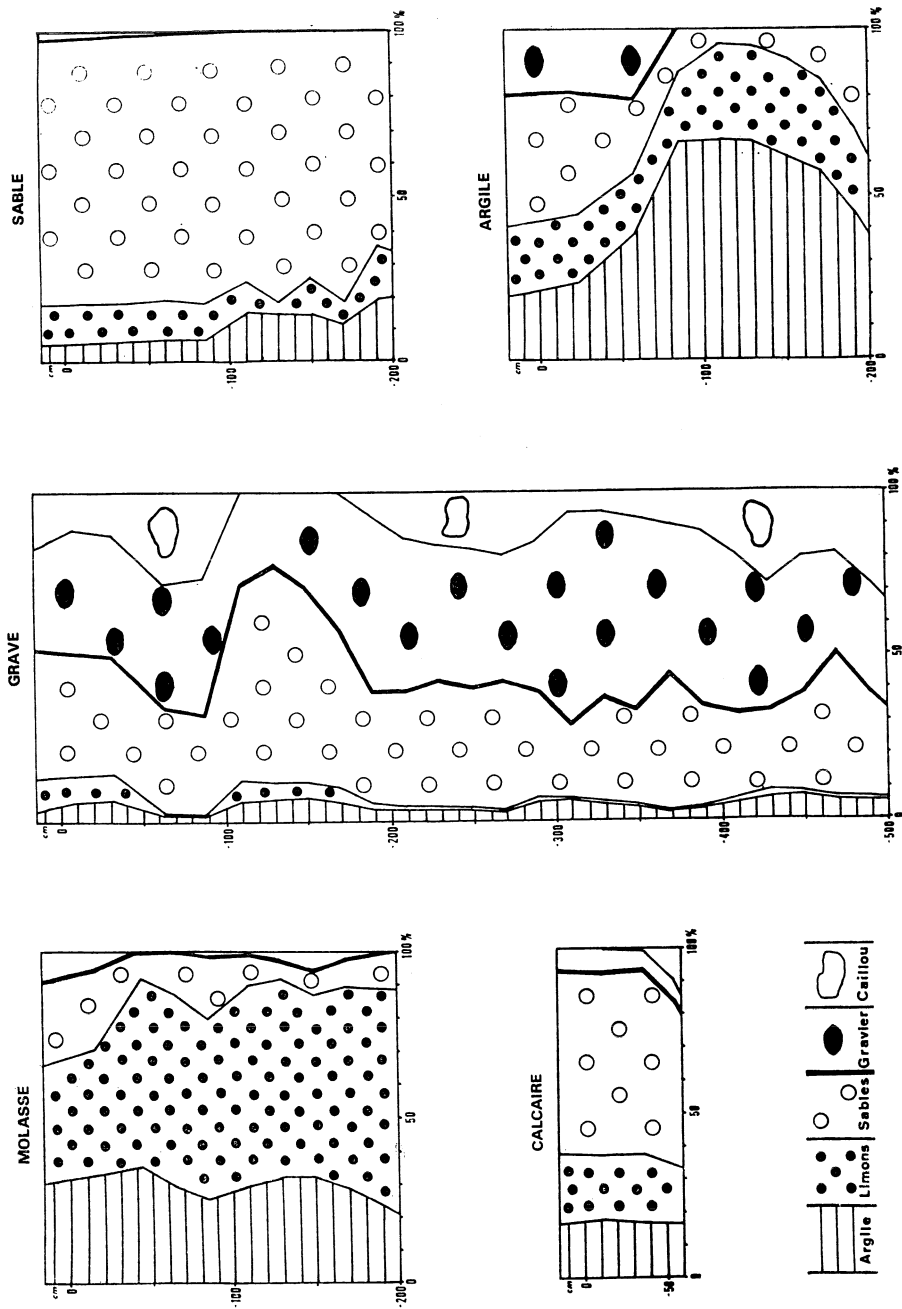


Fig. 1. — Principaux types de sols viticoles de Pomeroles et Saint-Emilion. Pourcentage des différentes fractions granulométriques de la terre brute en fonction de la profondeur.

re, d'essayer de mieux comprendre et donc de mieux définir la notion de terroir viticole.

Après une première étude agropédologique et parallèlement à des recherches mésoclimatiques dont nous rappellerons les conclusions essentielles, nous avons étudié, dans plusieurs crus de cette région, l'alimentation en eau de la vigne qui présente l'avantage d'intégrer la plupart des facteurs de la production et de la qualité. En même temps nous avons suivi le développement de la plante (stades phénologiques), l'allongement des sarments et surtout l'évolution de la constitution du raisin au cours de sa maturation : teneurs en sucres et en acides organiques des jus, évolution des anthocyanes et des tanins des pellicules et des pépins qui jouent un rôle très important dans les vins rouges au niveau de la couleur, de la structure et de certains caractères organoleptiques (GLO-RIES, 1978).

Parmi les cinq grandes unités agropédologiques, nous avons retenu huit parcelles de Merlot noir (cépage dominant dans ces vignobles) au sein desquelles nous avons implanté des tubes pour mesurer l'humidité des sols et installé des stations mésoclimatiques. Ces points ont été choisis de manière à ce que le facteur planté intervienne pratiquement de la même façon : système de taille unique (Guyot simple), mode de conduite et entretien traditionnel du vignoble (palissage et rognage entre 1,3 et 1,5 m au-dessus du sol, façons culturales saisonnières, etc...), densité et âge de plantation voisins ; cependant, en raison des plus ou moins fortes teneurs en calcaire actif, les porte-greffes peuvent être différents d'une parcelle à l'autre (tableau I).

TABLEAU I
Caractéristiques des parcelles étudiées

Parcelles	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C	D	E	F
Porte-greffe	3309 C	420 A	3309 C	101-14	41 B	420 A	420 A	3309 C
Année de plantation	1953	1953	1963	1957	1962	1960	1960	1962
Densité de plantation	5800	5800	6500	6000	5600	5600	6200	5100

ETUDE AGROPEDOLOGIQUE

La description et l'analyse de plusieurs profils culturaux (GUILLOUX et *al.*, 1978) a permis de mettre en évidence une gamme de sols qui se différencient surtout par leurs propriétés physiques : texture (fig. 1) et structure (avec leurs conséquences sur le mode et la profondeur de l'en-

racinement), capacité de rétention pour l'eau, etc... ; ces différences d'un cru à l'autre sont liées à la topographie et surtout à la nature des roches-mères puisque dans ces deux communes, il existe :

— des sols argilo-sableux profonds développés sur les molasses du Fronsadais (Sannoisien)

— des sols sur calcaire à Astéries (Stampien), fortement remaniés par l'homme, où la profondeur de l'enracinement ne dépasse pas quelques dizaines de centimètres

— des sols établis sur les nappes alluviales quaternaires de l'Isle et de la Dordogne : croupes gravelo-sableuses très perméables mais également vastes zones sableuses où l'extension en profondeur du système racinaire est parfois limitée par la présence d'une nappe phréatique

— des sols sur argiles (d'origine géologique encore mal définie) où la profondeur de l'enracinement ne dépasse pas un mètre.

Par contre, les propriétés chimiques sont assez peu différentes si l'on fait abstraction des capacités d'échange qui varient suivant les pourcentages d'argile. D'ailleurs nous avons retrouvé dans les couches superficielles de la plupart des profils étudiés les principales caractéristiques des terroirs du Médoc ou des Graves :

— abondance du potassium échangeable (qui, par antagonisme d'ions, peut induire des carences magnésiennes) et surtout du phosphore assimilable, témoins de fumures parfois abusives

— plus fortes proportions de matière organique qui sont à mettre en parallèle avec des apports réguliers d'amendements ; malgré cela, la nutrition azotée ne se déroule pas dans de trop bonnes conditions, car le taux annuel de minéralisation de l'azote organique est d'environ 2 p. 100 dans pratiquement toutes les parcelles (GUILLOUX, 1981). Ces valeurs obtenues « in vitro » sont voisines de celles mesurées « in situ » par DELAS et MOLOT (1968) dans d'autres sols du vignoble bordelais.

ETUDE MESOCLIMATIQUE

Les études mésoclimatiques, réalisées depuis 1977 dans ces vignobles, ont montré que les variations locales sont beaucoup trop faibles, et cela malgré la diversité des sites et des situations choisies, pour expliquer les différences que l'on note à la dégustation entre des crus voisins (DUTEAU, 1980). Ainsi en 1979, on constate que :

— pour les températures maximales, les différences journalières d'un poste à l'autre ne dépassent jamais ou très exceptionnellement 1 °C ce qui se traduit par des écarts annuels inférieurs à $\pm 0,1$ °C (tableau II)

— pour les minima, l'homogénéité à l'échelle de l'année est presque aussi remarquable (écart de $\pm 0,34$ °C) si l'on excepte le point C situé

près du sommet des coteaux dominant la région. Dans cette station, les températures minimales sont généralement plus élevées, les écarts atteignant 4 à 5 °C certaines nuits ; bien qu'il ne s'agisse pas d'un phénomène systématique, ces variations peuvent avoir des conséquences économiques importantes en diminuant les risques de gelée. Par contre, ces différences sont presque sans effet sur la température globale d'une journée et sur le développement de la plante car elle n'apparaissent, le plus souvent, que durant 3 ou 4 heures avant le lever du soleil

— la pluviosité est le seul élément climatique qui, en raison d'orages isolés, peut varier quotidiennement de façon notable ; mais, ici aussi, les bilans annuels restent voisins (tableau II).

TABLEAU II

Variations mésoclimatiques dans les différentes stations

POMEROL SAINT-EMILION 1979	Moyenne des températures		Précipitations mm
	minimales °C	maximales °C	
A	7,80	17,13	920
B	7,96	17,10	897
C	8,83	17,00	875
D	7,93	17,07	926
F	8,16	17,08	925
Moyenne	8,14	17,08	909
Ecart maximal avec la moyenne	0,69	0,08	34

ETUDE DE L'ALIMENTATION EN EAU DE LA VIGNE

TECHNIQUE D'ETUDE

L'alimentation en eau de la vigne a été étudiée en 1979 dans les huit parcelles de Merlot, bien au-delà de la limite de l'enracinement, avec un humidimètre à neutrons (type Solo 20). A l'intérieur d'un tube en acier inoxydable installé en permanence dans le sol, verticalement et dans l'alignement des ceps, on descend une sonde contenant une source radioactive ($^{241}\text{Am} - ^9\text{Be}$) émettant un nombre constant de neutrons rapides (activité = 40 mCi) ; les neutrons, ralentis jusqu'à l'agitation thermique, essentiellement par l'hydrogène de l'eau, sont dénombrés dans une échelle de comptage par l'intermédiaire d'un détecteur à gaz (^3He) se trouvant lui aussi dans la sonde.

Cet appareil permet, après étalonnage sur le sol en place, de mesurer rapidement et jusqu'à de grandes profondeurs l'humidité des sols, toujours aux mêmes niveaux et sans perturber le système racinaire ; de plus, les résultats étant obtenus directement en humidité volumique, il est possi-

ble, connaissant les précipitations, de déterminer les quantités d'eau évapotranspirées par le système sol-plante (E.T.R.).

Remarque : La mesure du ruissellement de surface ou celle de flux profonds de drainage ou de remontée capillaire pourrait parfois s'avérer nécessaire pour améliorer la fiabilité des résultats ; mais, dans ce dernier cas, il est nécessaire d'effectuer des relevés tensiométriques dans les couches profondes non exploitées par les racines ainsi qu'un étalonnage « in situ » pour connaître les variations de la conductibilité hydraulique en fonction du potentiel matriciel (DAUDET et VALANCOGNE, 1976). En raison de la grande extension en profondeur du système racinaire ou de la compacité de certaines roches-mères, les problèmes techniques n'ont pas encore pu être résolus.

L'évapotranspiration potentielle (E.T.P.) qui représente la demande climatique a été calculée selon la méthode de THORNTHWAITE.

ALIMENTATION EN EAU DE LA VIGNE EN 1979

Il a déjà été montré (SEGUIN, 1970) que, sous le climat océanique du Bordelais, les meilleurs terroirs du Haut-Médoc sont ceux qui présentent, durant la période de maturation du raisin, une régulation naturelle de l'alimentation en eau de la vigne ; d'autre part, pour des conditions héliothermiques semblables, les meilleurs vins sont obtenus à partir de sols où l'alimentation en eau (exprimée par le rapport ETR/ETP), sans être trop mauvaise, est assez nettement déficitaire (SEGUIN, 1975). Ces mécanismes de régulation ont été mis en évidence dans des sols gravelo-sableux qui présentent une grande homogénéité agropédologique et fonctionnent pratiquement de la même façon.

Ici le problème se pose en termes différents en raison de la diversité des roches-mères et des sols.

En 1979, année qui fut caractérisée par un été et un début d'automne secs (100 mm de pluie entre la floraison et les vendanges) faisant suite à plusieurs mois de fortes précipitations (fig. 8), l'alimentation en eau a présenté une certaine originalité dans pratiquement tous les points d'étude.

1. Parcelle A₁

Certains sols gravelo-sableux de Pomerol et de Saint-Emilion, développés sur les nappes alluviales de l'Isle, possèdent des propriétés physiques semblables à celles des sols médocains mais se comportent de façon fort différente en été lorsqu'il n'existe pas (ce qui est le cas de la parcelle étudiée) de nappe phréatique à portée des racines ; celles-ci se développent cependant jusqu'à 2 ou 3 m de profondeur mais elles ne sont abondantes que dans les 100 premiers centimètres. Les réserves en eau utile sont alors peu importantes et, lors de la véraison 1979 (profil hydrique du 21 août, figure 2), elles étaient fortement réduites : durant la période

de maturation, l'évapotranspiration réelle n'a représenté que 39 p. 100 de l'évapotranspiration potentielle ; il faut souligner que, durant cette période, ce sont presque exclusivement les pluies qui, réhumectant les couches de subsurface ont été évapotranspirées (les zones profondes ne jouant pratiquement plus aucun rôle). Compte tenu de la grande irrégularité des

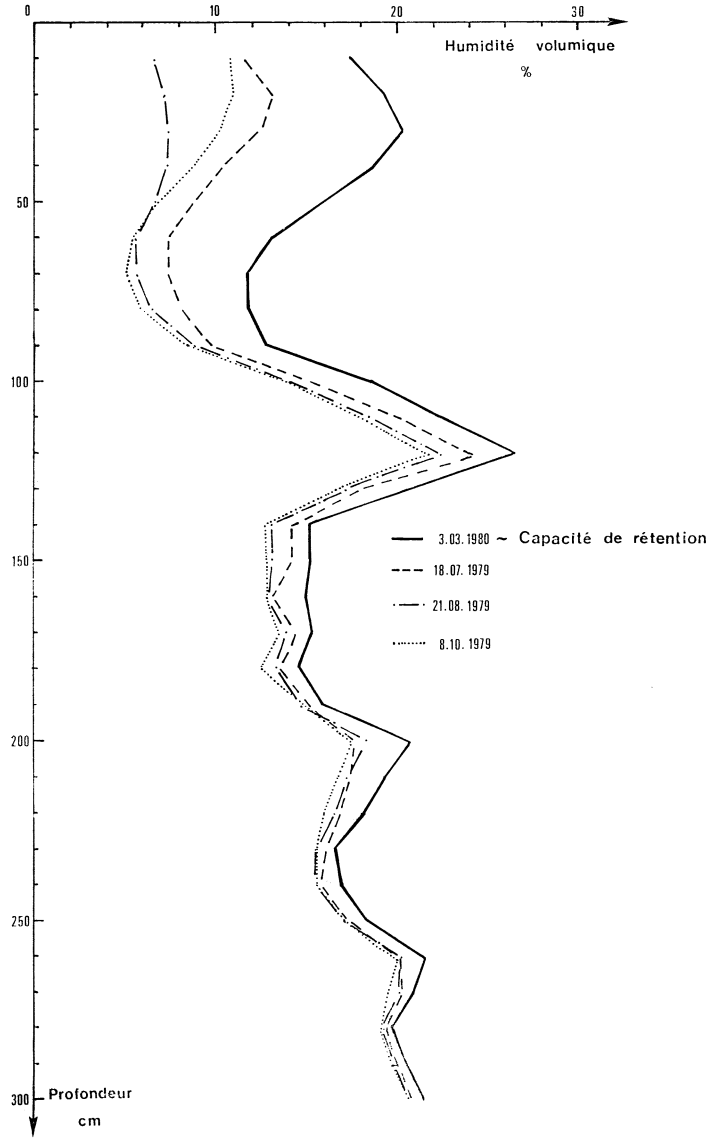


Fig. 2. — Evolution des profils hydriques en 1979 dans le sol A₁ sur alluvions graveleuses.

précipitations (fig, 10), il est logique de penser que l'alimentation en eau a été, au cours de certaines journées, encore plus déficitaire que ne le laissent apparaître les résultats globaux.

Remarque : Nous n'avons pu, pour des raisons techniques, réaliser des bilans hydriques suffisamment précis dans la parcelle A₂ située à une vingtaine de mètres de la précédente.

2. Parcelle B₁

D'autres terroirs de Pomerol ont au contraire des teneurs en argile (fig. 1) et des humidités volumiques (fig. 3) extrêmement importantes ; ces sols étant mal aérés, le système racinaire reste localisé dans le premier mètre et de nombreuses radicelles et racines fines meurent chaque année. Pourtant ces « défauts » ne sont qu'apparents puisque dans le cru étudié, où l'on pouvait craindre que l'alimentation en eau soit excessive, nous avons pu mettre en évidence des phénomènes de régulation mais qui interviennent selon des mécanismes très différents de ceux observés en Médoc.

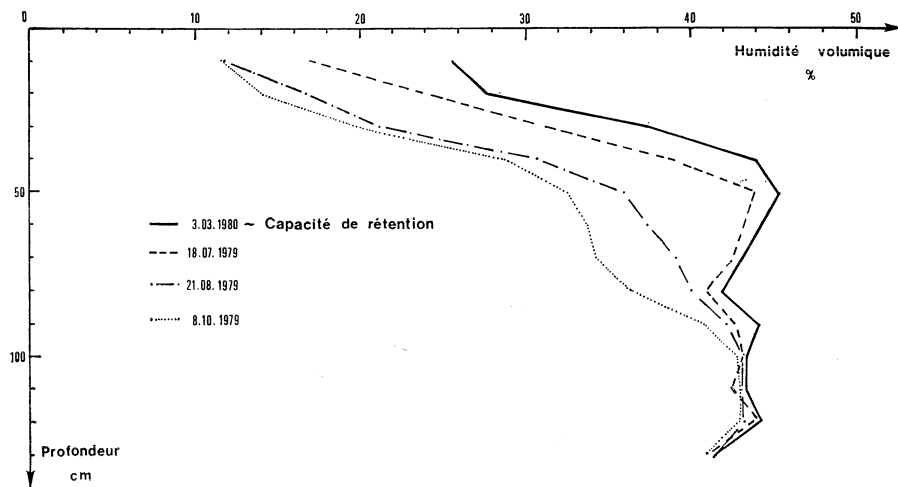


Fig. 3. — Evolution des profils hydriques en 1979 dans le sol B₁ sur argile.

Lorsque la demande climatique est élevée, l'évapotranspiration réelle n'est pas intense en raison de l'insuffisance des surfaces absorbantes et, peut-être aussi, parce que les racines respirent mal dans ce sol peu aéré ; de plus, la mobilité de l'eau déjà faible dans l'argile (MORIZET, 1967) diminue progressivement lors de l'assèchement du sol.

Durant la période de maturation du raisin, l'alimentation en eau a pu se dérouler dans de meilleures conditions que dans le sol précédent

(ETR/ETP = 50 p. 100) ; les couches de subsurface étaient très fortement asséchées mais les racines ont continué à absorber de l'eau dans les horizons profonds (entre — 50 et — 100 cm) où les réserves utilisables étaient encore importantes (fig. 3).

Remarque : Nous avons obtenu des résultats du même ordre de grandeur dans le sol B₂ (tableau III).

TABLEAU III

**Alimentation en eau de la vigne de la floraison à la véraison
et durant la maturation du raisin**

POMEROL - SAINT-EMILION 1979			18 VI 20 VIII	21 VIII 7 X	
ETP		mm/j	3,9	2,9	
ETR — × 100 ETP	⎧ ⎪ ⎪ ⎪ ⎪ ⎪ ⎪	Grave sableuse	A ₁	55	39
		Argile	B ₁	—	50
		Argile	B ₂	56	42
		Calcaire	C	67	52
		Molasse argileuse	D	56	62
		Molasse sableuse	E	79	62
	Sable	F	74	76	

3. Parcelle C

La plupart des Premiers Grands Crus Classés de Saint-Emilion (8 sur 12) sont établis sur des sols superficiels puisque la roche-mère, constituée par le calcaire à Astéries, est située entre — 50 et — 100 cm de profondeur.

On pourrait en déduire que les réserves en eau utile sont très faibles et que la vigne risque de souffrir au cours d'un été aride. Or, les profils hydriques de la figure 4 montrent que la capacité de rétention est d'environ 25 p. 100, en raison d'une texture équilibrée et d'une structure grumeleuse très bien exprimée ; d'autre part, le calcaire à Astéries qui est compact et très peu karstifié dans cette parcelle, intervient pour une part importante dans l'alimentation en eau de la vigne, puisqu'on observe des diminutions d'humidité volumique jusqu'à — 200 cm de profondeur : entre la floraison et les vendanges, la roche-mère a cédé environ 35 p. 100 de l'eau évapotranspirée (75 mm).

Dans la mesure où le calcaire n'est pas fissuré, comme on peut le constater dans les anciennes carrières d'extraction de pierre situées juste sous le vignoble, les racines ne peuvent pas s'y ramifier ; par contre, elles sont abondantes dans les 50 premiers centimètres et, au cours des périodes arides, elles assèchent régulièrement le sol si bien que le potentiel matriciel augmente. Comme le calcaire possède une forte microporosité,

l'eau stockée dans les pores les plus fins peut migrer sur une épaisseur importante, par différence de pF, ce qui explique la bonne résistance de la vigne à une longue sécheresse.

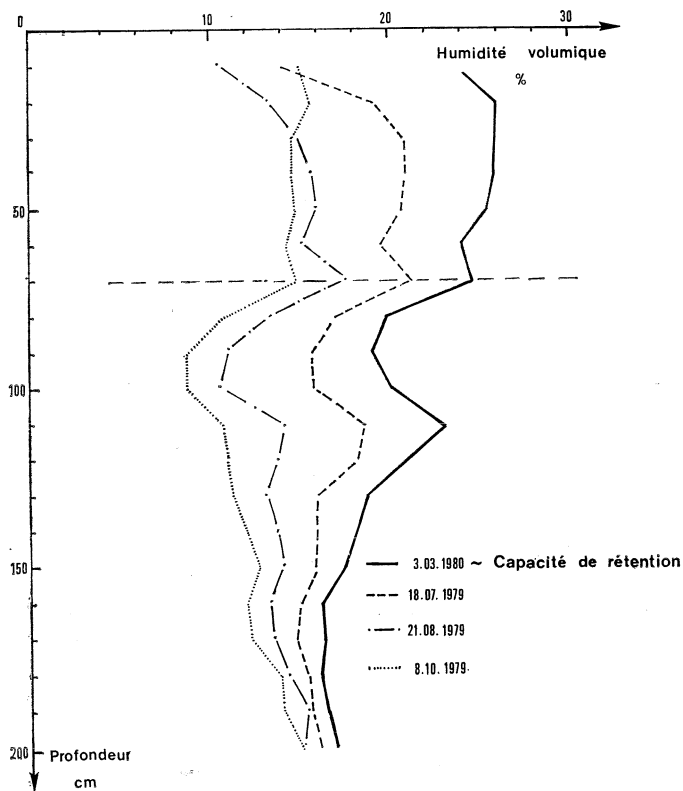


Fig. 4. — Evolution des profils hydriques en 1979 dans le sol C sur calcaire.

Durant la période de maturation du raisin, les consommations d'eau ont été moyennes ($ETR/ETP = 52$ p. 100) et voisines de celles mesurées dans les sols argileux de Pomerol ; il faut ajouter que, d'une semaine à l'autre, c'est sur ce type de sol que nous avons observé la plus grande régularité de l'alimentation en eau de la vigne (tableau IV).

4. Parcelle D

Les sols formés sur les molasses argileuses du Fronsadais présentent certaines similitudes avec les terrains argileux (B) de Pomerol :

— minéraux argileux relativement abondants (30 p. 100) et de nature voisine (7/10 de smectites, 2/10 d'illites et 1/10 de kaolinite et de chlorites)

— réserves en eau utile et en éléments nutritifs très élevées dès le premier mètre.

Seule la densité racinaire observée sur les profils culturaux est ici plus importante en raison d'une meilleure structure liée à l'abondance du calcium. Durant la période sèche, du 18 juin au 16 septembre, les consommations d'eau ont été du même ordre de grandeur sur ces deux types de sols (tableaux III et IV). Mais globalement, durant la maturation du raisin, l'évapotranspiration réelle a été plus élevée sur les molasses argileuses ($ETR/ETP = 62$ p. 100) en raison de précipitations locales plus abondantes (38 mm au lieu de 28 mm en moyenne entre le 19 et le 22 septembre) ; cependant, l'hypothèse d'un léger ruissellement, susceptible de diminuer ces valeurs, n'est pas à exclure.

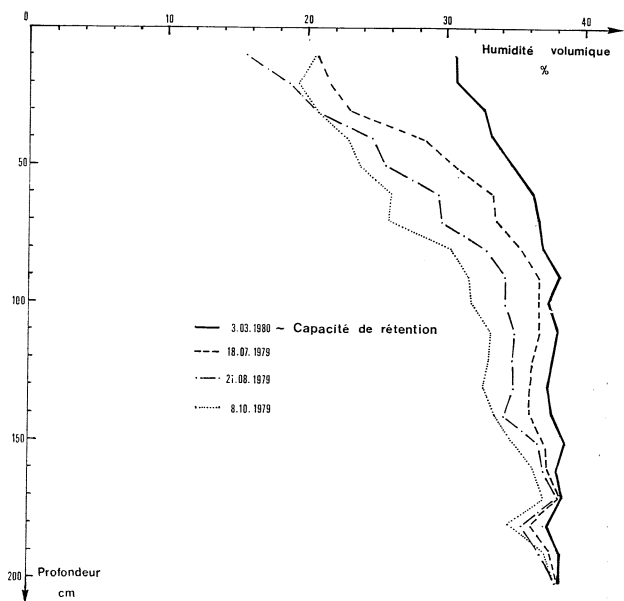


Fig. 5. — Evolution des profils hydriques en 1979 dans le sol D sur molasse argileuse.

5. Parcelle E

Les molasses du Fronsadais peuvent présenter un faciès plus sableux, notamment sur le front de côté situé au sud de Saint-Emilion.

Ces sols, bien structurés et très perméables, permettent une bonne extension en profondeur du système racinaire. Comme il a été démontré qu'en partant de teneurs en eau comparables (voisines de la capacité au champ), un sol à texture sableuse débitait instantanément plus d'eau qu'un sol argileux (PUECH, 1969), il est normal que dès la floraison l'alimentation en eau se soit déroulée de façon satisfaisante ; à partir de la véraison et jusqu'aux vendanges, nous avons noté des résultats du même ordre de grandeur qu'en D (tableau III).

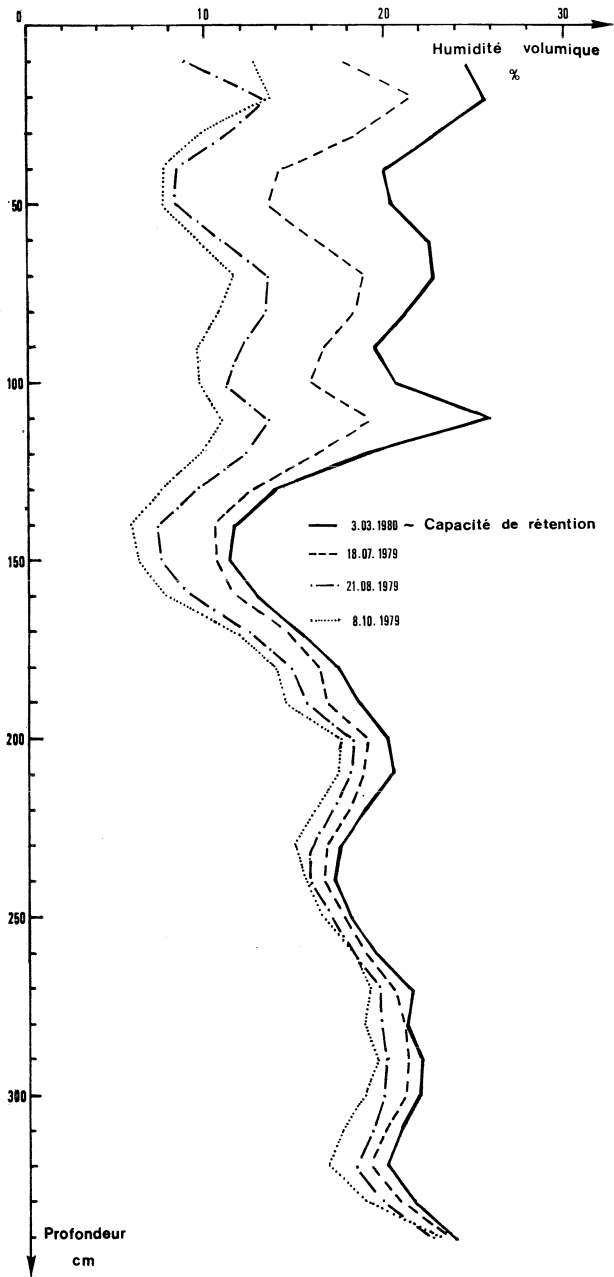


Fig. 6. — Evolution des profils hydriques en 1979 dans le sol E sur molasse sableuse.

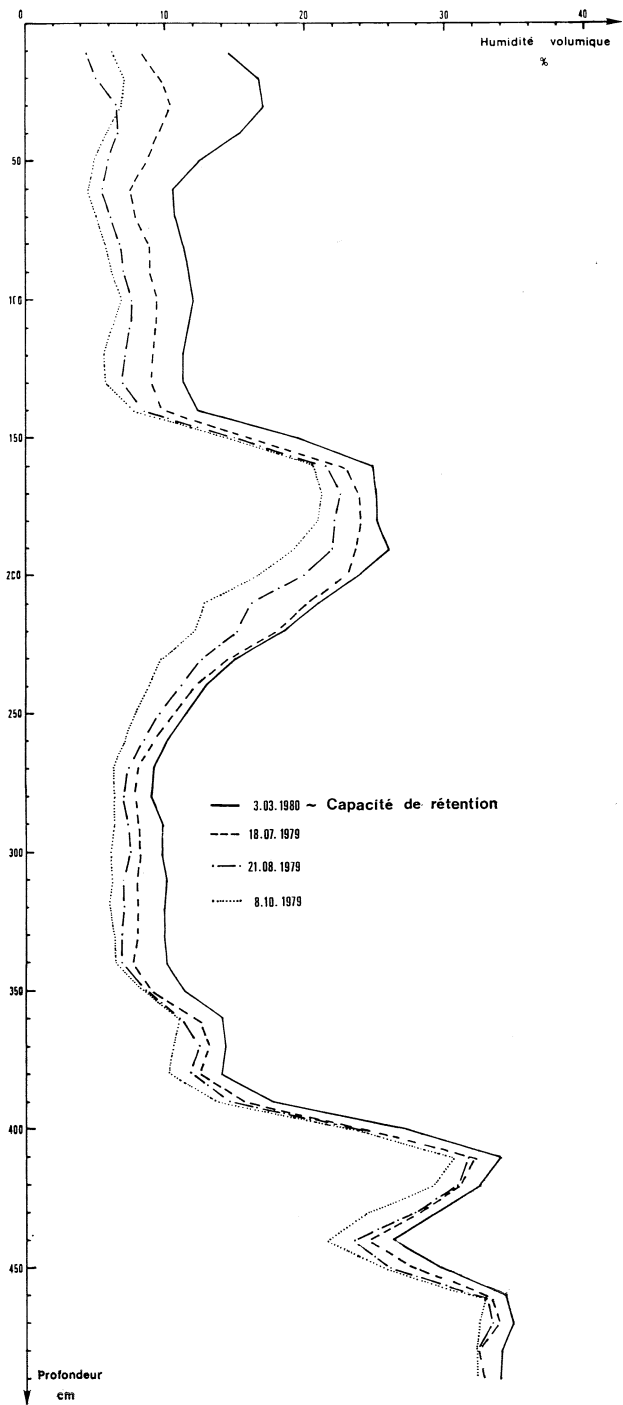


Fig. 7. — Evolution des profils hydriques en 1979 dans le sol F sur alluvions sableuses.

6. Parcelle F

Dans les terrasses de la Dordogne, on rencontre d'autres sols à texture sableuse (mais de nature essentiellement siliceuse) qui fonctionnent pratiquement de la même façon : en raison d'un enracinement dense mais plus profond, les diminutions de l'humidité volumique au cours d'une période sèche sont plus faibles à chaque niveau (fig. 7), si bien que le potentiel efficace reste plus bas que dans le cas précédent ; comme les réserves en eau utile sont aussi importantes qu'en E, on comprend que, d'un point de vue physiologique, l'alimentation en eau ait pu se dérouler dans des conditions presque idéales durant l'ensemble du cycle végétatif. Cependant, nous verrons qu'en ce qui concerne la constitution du raisin, elle a semblé excessive durant la période de maturation ($ETR/ETP = 76$ p. 100).

Remarque : Ce type de terrain (associé à des sols formés sur calcaire à Astéries ou sur molasses du Fronsadais) peut être inclus dans certains Premiers Grands Crus Classés, tout en restant le plus souvent minoritaire. Par contre, au sein des nappes alluviales de l'Isle, on trouve de bons terroirs sableux qui présentent un niveau plus argileux à partir de — 120 cm ; il n'a pas été possible de préciser le mode d'alimentation en eau de la vigne, car la nappe phréatique reste à proximité de la surface durant une grande partie du cycle végétatif.

TABLEAU IV

Alimentation en eau de la vigne durant la maturation du raisin

POMEROL - SAINT-EMILION 1979				21 VIII 16 IX	17 IX 7 X	Moyenne
ETP		mm/j		3,25	2,40	2,90
$\frac{ETR}{ETP} \times 100$	Grave sableuse Argile Argile Calcaire Molasse argileuse Molasse sableuse Sable	A ₁	29	55	39	
		B ₁	37	73	50	
		B ₂	30	63	42	
		C	45	58	52	
		D	40	100*	62	
		E	56	71	62	
	F	67	90	76		

CONCLUSION

L'étude réalisée en 1979 dans différents terroirs de Pomerol et Saint-Emilion nous a permis de mettre en évidence des phénomènes de régulation de l'alimentation en eau de la vigne mais qui interviennent selon des mécanismes différents de ceux observés jusqu'à ce jour en Bordelais.

Ils se manifestent nettement dans les sols superficiels sur calcaire à Astéries où l'on pouvait craindre que la vigne souffre de la sécheresse

au cours d'un été aride et, à un degré moindre, dans les terroirs très argileux où, au contraire, une alimentation en eau excessive était à redouter ; mais, comme aucune mesure n'a pu être réalisée en période estivale humide, il n'est pas possible de conclure définitivement.

Dans les autres sols, la régulation est moins marquée, ce qui explique que l'alimentation en eau ait été très différente durant la maturation du raisin (tableau IV).

INFLUENCE DES FACTEURS NATURELS SUR LA MATURATION DU RAISIN

TECHNIQUES D'ETUDE

Pour chacun des huit points étudiés, 40 ceps (répartis sur cinq rangs autour des tubes de mesure d'humidité des sols) ont été taillés entre le 1^{er} et le 15 janvier 1979 ; les échelles de taille utilisées ont été adaptées à la fertilité moyenne des différentes parcelles.

A partir du débourrement, nous avons suivi la croissance de la vigne en mesurant, à plusieurs reprises au cours du cycle végétatif, la longueur d'une dizaine de sarments.

L'évolution de la maturation du raisin a ensuite été étudiée en prélevant chaque semaine sur l'ensemble des 40 ceps, environ 600 grains. Les pellicules et les pépins de 200 baies prises au hasard dans l'échantillon sont séparés manuellement de la pulpe par simple éclatement des grains, séchés avec du papier filtre, puis lyophilisés et broyés ; une extraction réalisée à température ambiante (par agitation pendant 6 heures avec 150 ml d'une solution à 12° d'éthanol et 5 g d'acide tartrique par litre amenée à pH 3,2 avec de la soude) permet d'obtenir une fraction aliquote du contenu phénolique de chaque catégorie. Après clarification des deux extraits, les anthocyanes des pellicules et les tanins des pellicules et des pépins sont dosés selon les méthodes proposées par RIBÉREAU-GAYON (1971). D'autre part, la fraction restante des baies est pressée et le jus ainsi obtenu analysé : sucres réducteurs (méthode LUFF), acide tartrique (méthode O.I.V.), acide malique (méthode enzymatique), etc.

Au début des vendanges, les rendements par hectare ont été calculés par extrapolation à partir du poids des raisins récoltés sur les 40 ceps.

CYCLE PHENOLOGIQUE

Dans la plupart des parcelles, le débourrement est intervenu dans les derniers jours du mois de mars (tableau V). Après un début de printemps frais et humide, les mois de juin et juillet furent caractérisés par des conditions héliothermiques proches de la normale mais avec des précipitations très faibles (fig. 8) ; la floraison se déroula dans d'excellentes conditions et la croissance de la vigne se poursuivit assez régulièrement jusqu'au début du mois d'août, parfois plus tardivement (fig. 9).

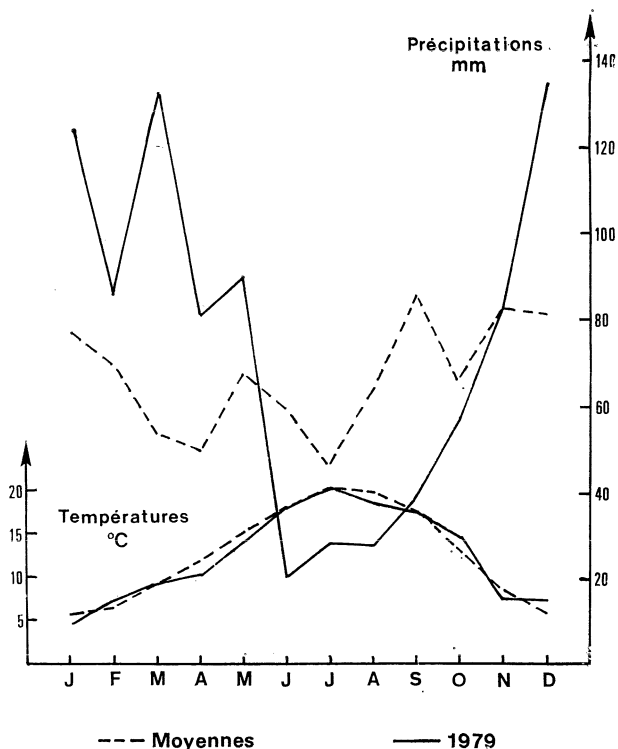


Fig 8. — Conditions climatiques dans la région de Pomerol et Saint-Emilion.

TABLEAU V

Stades phénologiques dans les différentes parcelles

		Débourrement	Mi-floraison	Mi-véraison
BORDEAUX Moyennes 1953-1977		—	12 VI	19 VIII
POMEROL - SAINT-EMILION 1979	A ₁	27 III	18 VI	18 VIII
	A ₂	27 III	18 VI	18 VIII
	B ₁	27 III	18 VI	22 VIII
	B ₂	27 III	18 VI	22 VIII
	C	29 III	18 VI	21 VIII
	D	2 IV	21 VI	26 VIII
	E	3 IV	22 VI	26 VIII
F	29 III	20 VI	21 VIII	

A la véraison, le retard par rapport à la normale (moyenne des vingt-cinq dernières années) était faible (tableau V). L'évolution de la maturation a été généralement lente mais régulière en raison des conditions climatiques moyennes (fig. 10). Les vendanges n'ont débuté que dans la semaine du 8 au 15 octobre.

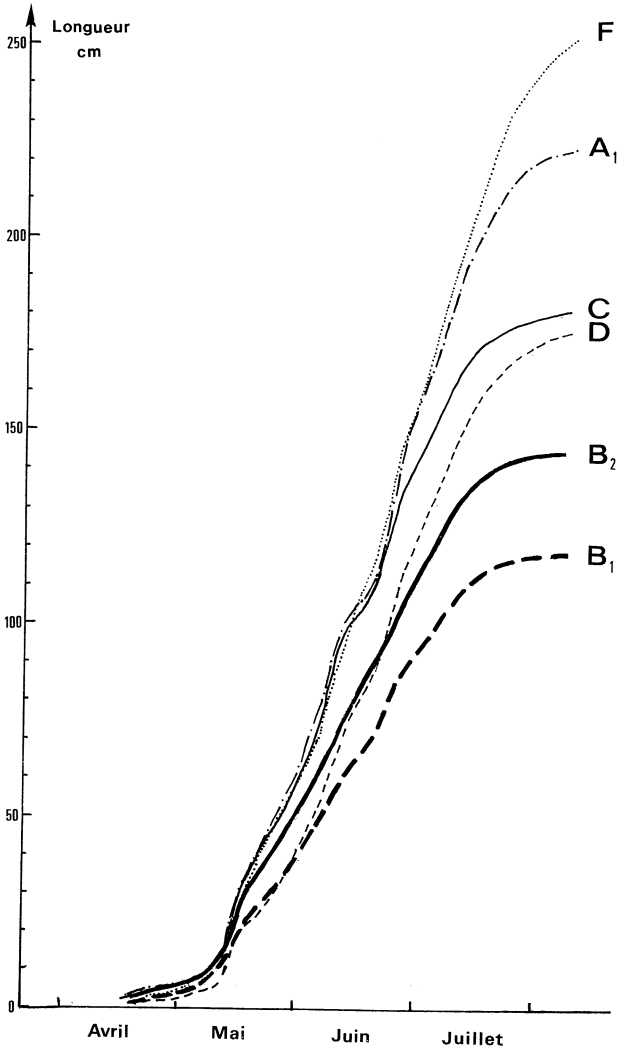


Fig. 9. — Croissance des sarments en 1979 dans les parcelles A₁, B₁, B₂, C, D et F.

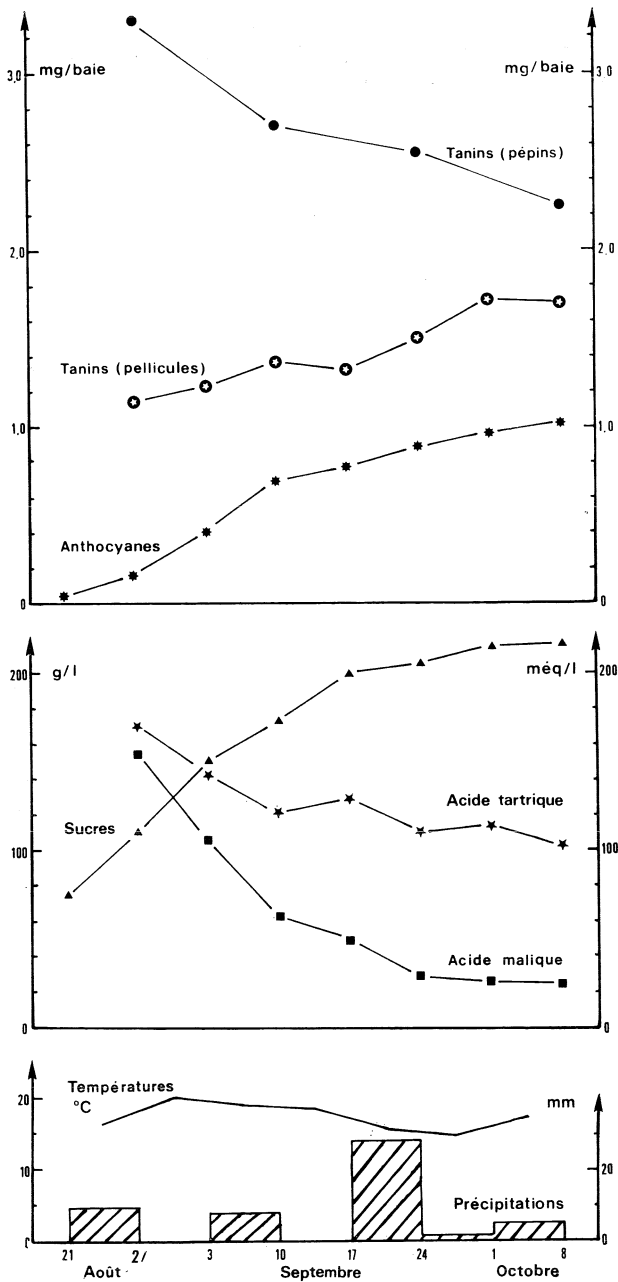


Fig. 10. — Conditions climatiques et évolution de la constitution des baies durant la maturation du raisin. Moyenne des différents points d'étude.

INFLUENCE DE LA NATURE DU SOL ET DE L'ALIMENTATION EN EAU DE LA VIGNE

Pour un même porte-greffe, des variations parfois importantes sont apparues entre les points d'études suivant la nature du sol ou les conditions de l'alimentation en eau de la vigne (tableau VI).

1. Vignes greffées sur 3309 C

Dans la parcelle A (sol gravelo-sableux), l'alimentation en eau de la vigne a été fortement réduite durant la première partie de la maturation du raisin (tableau IV) ; la photosynthèse n'a pu se dérouler dans de bonnes conditions et, malgré des rendements peu importants, les teneurs en sucres des baies furent nettement inférieures à celles des autres parcelles. Par contre, les raisins ont toujours été beaucoup plus riches en anthocyanes. Ces deux phénomènes apparemment contradictoires semblent indiquer qu'il existe, dans ce cas, une possibilité d'apport de ces pigments (ou de leurs précurseurs) dans le raisin, à partir des réserves de la plante. Mais, la chute précoce des feuilles de la base des sarments (observée seulement en ce point), en modifiant le microclimat thermique et lumineux des baies (CARBONNEAU, 1980), pourrait favoriser une synthèse plus importante d'anthocyanes.

Dans les raisins de la parcelle B (sol argileux), les concentrations en tanins des pellicules sont plus importantes à la mi-véraison et évoluent ensuite assez peu. Cette particularité peut être mise en parallèle avec le faible allongement des sarments et surtout avec l'arrêt de croissance plus précoce observé en ce point (fig. 9), cela pouvant expliquer une augmentation du flux des produits de la photosynthèse vers les fruits au détriment des sarments (PIRIE, 1977).

Sur le sol sableux F, la croissance de la vigne s'est poursuivie plus tardivement et les baies ont été caractérisées par un poids élevé et par des teneurs en acides organiques importantes, conséquences d'une très bonne alimentation en eau durant l'ensemble du cycle végétatif (tableau III). La photosynthèse très active s'est traduite par une faible diminution de la concentration en tanins des pépins, accompagnée d'une polymérisation moindre de ces molécules (GUILLOUX, 1981).

2. Vignes greffées sur 420 A

Dans les parcelles E et F (molasses argileuse et sableuse), malgré un retard de presque une semaine à la mi-véraison (tableau V), la maturation du raisin a pu se dérouler dans de bonnes conditions puisque les goûts présentaient une constitution proche de la moyenne le 8 octobre. Par contre, le contenu phénolique global (anthocyanes plus tanins des pellicules et des pépins) est resté toujours plus faible. Des prélèvements réalisés le 29 octobre (sur quelques ceps non récoltés lors des vendanges) ont montré que cette capacité de synthèse plus réduite semble bien être

TABLEAU VI

Influence de la nature du sol et de l'alimentation en eau de la vigne sur l'évolution de la maturation du raisin

POMEROL - SAINT-EMILION 1979	ETR × 100 ETP	Poids moyen d'urée baie g	Jus de raisins				Pellicules		Pépins Tanins mg/baie	Σ Antho- cyanes + Tanins * mg/baie
			Sucres réduc- teurs g/l	Acidité totale méq/l	Acide tartri- que méq/l	Acide malique méq/l	Antho- cyanes mg/baie	Tanins mg/baie		
Grave sableuse A ₁	39	1,03	238	149	28	0,25	1,00	4,00	5,25	
		1,18	72	98	28	1,20	1,80	2,15	5,15	
3309 C Argile	50	0,79	284	175	21	0,20	1,50	3,05	4,75	
		1,07	74	98	21	1,00	1,85	2,50	5,35	
Sable F	76	1,19	320	187	35	0,20	1,20	2,70	4,10	
		1,55	94	108	35	0,95	1,90	2,65	5,50	
Molasse argileuse D	62	0,65	388	200	28	0,05	0,95	2,95	3,95	
		1,06	92	106	28	1,00	1,50	1,90	4,40	
420 A Molasse sableuse E	62	0,80	348	165	23	0,05	1,05	2,50	3,60	
		1,22	88	114	23	0,85	1,60	2,00	4,45	
41 B Calcaire C	52	1,00	316	172	31	0,20	0,95	3,00	4,15	
		1,35	90	110	31	0,95	1,65	2,35	4,95	
Moyennes	57	0,91	316	175	28	0,15	1,15	3,05	4,35	
		1,24	85	106	28	1,00	1,70	2,25	4,95	

1 : 27 août

2 : 8 octobre

ETR : évapotranspiration réelle ; ETP : évapotranspiration potentielle

* Somme anthocyanes plus tanins des pellicules et des pépins

TABLEAU VII

Influence du porte-greffe sur l'évolution de la maturation du raisin

POMEROL - SAINT-EMILION 1979	ETR ETP × 100	Poids moyen d'une baie g	Jus de raisins			Pellicules		Pépins Tanins mg/baie	Σ Antho- cyanes + Tanins* mg/baie
			Sucres réduc- teurs g/l	Acidité totale még/l	Acide tartri- que még/l	Acide malique még/l	Antho- cyanes mg/baie		
Grave sableuse (3309 C A ₁ 420 A A ₂)	1	1,03	125	238	149	0,25	1,00	4,00	5,25
	2	1,18	206	72	98	1,20	1,80	2,15	5,15
	1	0,88	120	238	160	0,25	1,05	4,15	5,45
	2	1,11	204	69	100	1,20	1,60	2,10	4,90
Argile (3309 C B ₁ 101-14 B ₂)	1	0,79	117	284	175	0,20	1,50	3,05	4,75
	2	1,07	218	74	98	1,00	1,85	2,50	5,35
	1	0,89	109	300	175	0,20	1,40	3,90	5,50
	2	1,22	220	80	100	1,00	1,75	2,50	5,25

1 : 27 août 2 : 8 octobre

ETR : évapotranspiration réelle ; ETP : évapotranspiration potentielle

* Somme anthocyanes plus tanins des pellicules et des pépins

TABLEAU VIII

Constitution des raisins à maturité dans les différentes parcelles

POMEROL SAINT-EMILION 1979	$\frac{ETR}{ETP} \times 100$	Rendement hl/ha	Poids moyen d'une balle g	Jus de raisins				Pellicules			Pépins		Σ Antho- cyanes + Tanins * g/l
				Sucres réduc- teurs g/l	Acidité totale méq/l	Acide tartri- que méq/l	Acide malique méq/l	Acides tartri- que + malique méq/l	Antho- cyanes g/l	Tanins g/l	Antho- cyanes + Tanins g/l	Tanins g/l	
Grave sableuse A ₁	39	36	1,18	206	72	98	28	126	1,5	2,3	3,8	2,7	6,5
Grave sableuse A ₃	—	42	1,11	204	69	100	22	122	1,6	2,2	3,8	2,8	6,6
Argile B ₂	42	54	1,22	220	80	100	19	119	1,3	2,2	3,5	3,2	6,7
Argile B ₁	50	58	1,07	218	74	98	21	119	1,5	2,6	4,1	3,6	7,7
Calcaire C	52	40	1,35	231	90	110	31	141	1,0	1,8	2,8	2,5	5,3
Molasse argileuse D	62	31	1,06	224	92	106	28	134	1,3	2,1	3,4	2,7	6,1
Molasse sableuse E	62	36	1,22	220	88	114	23	137	1,0	1,7	2,7	2,2	4,9
Sable F	76	54	1,55	216	94	108	35	143	0,9	1,7	2,6	2,4	5,0

ETR : évapotranspiration réelle ; ETP : évapotranspiration potentielle

* Somme anthocyanes plus tanins des pellicules et des pépins

une caractéristique de ces terroirs ; à cela peut également s'ajouter le retard du cycle végétatif observé en ces deux points. Malgré cette particularité, plusieurs résultats de E (teneurs en anthocyanes, diminution de la concentration en tanins des pépins avec plus forte polymérisation) peuvent être rapprochés de ceux obtenus en B.

3. Vigne greffée sur 41 B

Les raisins issus de la parcelle C (sol sur roche-mère calcaire) présentent certains caractères analytiques qui indiquent un meilleur fonctionnement photosynthétique de la vigne (231 g de sucres réducteurs par litre) que ne le laissent supposer les résultats globaux concernant l'alimentation en eau ; mais sa très grande régularité durant l'ensemble de la maturation du raisin (tableau IV) et notamment pendant la période sèche (21 août au 16 septembre) pourrait expliquer ces faits.

INFLUENCE DU PORTE-GREFFE

Dans le cas particulier de cette étude, le porte-greffe ne semble pas jouer un rôle important dans la constitution des raisins (tableau VII). Il est vrai que le 3309 C et le 101-14 (étudiés sur les sols argileux B₁ et B₂), tous deux hybrides de *Vitis riparia* et de *Vitis rupestris*, présentent des aptitudes semblables ; on aurait pu s'attendre à des différences plus nettes entre le 3309 C et le 420 A (hybride de *Vitis berlandieri* et de *Vitis riparia*) dans les sols gravelo-sableux A₁ et A₂.

CONCLUSION

En 1979, plusieurs hypothèses en relation avec le développement de la plante, la croissance des sarments et surtout le régime hydrique de la vigne ont pu être proposées pour expliquer l'évolution de la maturation du raisin dans différentes parcelles où les rendements, la nutrition azotée et les conditions mésoclimatiques ont été voisines.

Le résultat le plus intéressant de cette étude concerne la constitution des raisins à maturité, lorsqu'on exprime l'ensemble des résultats en grammes (ou en milliéquivalents) par litre de moût, y compris les composés phénoliques (tableau VIII). Il apparaît alors des différences qui peuvent être mise en parallèle avec la nature du sol et surtout avec les conditions de l'alimentation en eau de la vigne :

— la somme acide tartrique plus acide malique est d'autant plus faible que l'alimentation en eau est réduite : cette relation, déjà signalée dans le Haut-Médoc pour différents millésimes (SEGUIN, 1975) est confirmée pour les terroirs très différents de Pomerol et Saint-Emilion

— une autre relation apparaît pour la somme anthocyanes plus tanins des pellicules, ou la somme anthocyanes plus tanins des pellicules et des pépins ; dans ce cas, une diminution des quantités d'eau évapotranspirées par le système sol — vigne (parcelles F, E, D, C, et B₁) se traduit par un plus fort contenu phénolique global.

Une alimentation en eau réduite durant la période de maturation du raisin apparaît donc comme un facteur important de la qualité des vins rouges de Bordeaux, puisqu'elle permet d'obtenir des raisins moins acides, légèrement plus sucrés et surtout plus riches en composés phénoliques (il faut remarquer à ce propos les très fortes variations suivant les parcelles du contenu phénolique global du raisin alors qu'au contraire les teneurs en sucres et en acide tartrique varient dans des marges relativement étroites).

Mais en 1979, pour des conditions héliothermiques proches de la normale et en raison des faibles précipitations durant une grande partie du cycle végétatif, il a été possible de saisir pour la première fois le seuil à partir duquel l'alimentation en eau devenant trop déficitaire (parcelle B₂ et surtout sol A), on n'observe plus une amélioration de la qualité des vendanges.

Manuscrit reçu le 10 février 1981.

RÉSUMÉ

Les vignobles de Pomerol et Saint-Emilion sont implantés sur des sols dérivant de roches-mères variées ; ils produisent des vins de haute qualité mais différents suivant leur origine géologique.

Dans les meilleurs crus, nous avons pu vérifier que les variations mésoclimatiques sont très faibles et ont peu d'influence sur les caractères des vins. Par contre, en 1979, une relation a été mise en évidence entre les conditions de l'alimentation en eau de la vigne (étroitement liées aux propriétés physiques des sols) et la constitution des raisins à maturité (*V. vinifera* var. Merlot noir).

SUMMARY

The vineyards of Pomerol and Saint-Emilion (France) are established on soils derived from different parent materials ; they produce wines of high quality, which differ according to the geological origin of the soil.

In the better vineyards, variations in the mesoclimates are small and have little influence on the characters of the wines. But, in 1979, a relationship was established between the conditions of wateruptake by *Vitis vinifera* (var. Merlot noir) and the composition of the grape at maturity.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Weinberge von Pomerol und Saint-Emilion stehen auf Böden die von unterschiedlichem Felsgestein herkommen. Sie produzieren hoch qualitative Weine, die jedoch unterschiedlich sind im Zusammenhang mit der geologischen Herkunft.

In den besten Lagen haben wir festgestellt, dass die mesoklimatischen Variationen sehr gering sind und wenig Einfluss auf den Weicharakter haben. Andererseits wurde aber 1979 eine Relation zwischen den Bedingungen der Wasserernährung der Rebe (in engem Zusammenhang mit den physikalischen Bodeneigenschaften) und den Bestandteilen der Trauben bei der Reife aufgestellt. (*Vitis vinifera*, Sorte Roter Merlot).

RESUMEN

Los viñedos de Pomerol y San Emilion se plantaron en suelos derivados de roscas madres variadas.

Producen vinos de gran calidad pero diferentes segun su origen geologico.

En las mejores parcelas de viña, hemos podido comprobar que las variaciones mesoclimaticas son muy pequeñas y tienen poca influencia sobre las características de los vinos.

Al contrario, en 1979, se puso en evidencia una relación entre las condiciones de la alimentación en agua de la viña (estrechamente relacionadas con las propiedades físicas del suelo) y la constitución de la uva madura (**V. vinifera** var. Merlot-noir).

RIASSUNTO

I vigneti di Pomerol e di Saint-Emilion sono impiantati su suoli che derivano di rocche madre varie. Producono vini di alta qualità ma diversi secondo il loro origine geologico.

Nei migliori vigneti, abbiamo potuto vedere che le variazioni mesoclimatiche sono molto deboli ed hanno poco influsso sui caratteri dei vini. Invece nel 1979 una relazione è stata messa in evidenza tra i condizioni dell'alimentazione in acqua della vite (strettamente legate ai caratteri fisici dei suoli) e la costituzione dell'uva a maturità.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOURZEIX M., HEREDIA N., MERIAUX S., ROLLIN H. et RUTTEN P., 1977. De l'influence de l'alimentation hydrique sur les caractères anatomique des baies de raisins et leur richesse en couleur, tanins et autres constituants phénoliques. *C.R. Acad. Sci.*, 284 D, 365-368.
- BRANAS J., 1974. *Viticulture*, 990 pages, Dehan, Montpellier.
- CARBONNEAU A., 1980. Recherches sur les systèmes de conduite de la vigne : essai de maîtrise du microclimat de la plante entière pour produire économiquement du raisin de qualité. *Thèse Doctorat Ingénieur*, Université de Bordeaux II.
- DAUDET F.A. et VALANCOGNE Ch., 1976. Mesure des flux profonds de drainage ou de remontées capillaires ; leur importance dans le bilan hydrique. *Ann. Agro.*, 2, 165-182.
- DELAS J., 1979. Comportement du Merlot franc de pied et greffé en sol de graves de la région de Bordeaux. Influence de la fertilisation azotée. *Connaissance Vigne Vin*, 13, N° 2, 115-124.
- DELAS J. et MOLOT C., 1968. Evolution de la teneur en matière organique des sols du vignoble bordelais. *C.R. Acad. Agric.*, 929-933.

- DUTEAU J., 1976. Le vignoble des Côtes de Bourg. Les sols et le climat. Influence sur la croissance des sarments et sur la maturation du raisin. *Thèse Doctorat 3^e Cycle*, Université de Bordeaux II.
- 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*, 23-27 juin, INRA Bordeaux.
- FREGONI M., SCIENZA A. et VISAI C., 1973. *La carta nutritiva dei vigneti del Barolo, Barbaresco e Nebbiolo d'Alba*. Assessorato Agricoltura, Cunéo.
- GLORIES Y., 1978. Recherches sur la matière colorante des vins rouges. *Thèse Doctorat Etat*, Université de Bordeaux II.
- GUILLOUX M., 1981. Evolution des composés phénoliques de la grappe pendant la maturation du raisin. Influence des facteurs naturels. *Thèse Doctorat 3^e Cycle*, Université de Bordeaux II.
- GUILLOUX M., DUTEAU J. et SEGUIN G., 1978. Les grands types de sols vīticoles de Pomerol et Saint-Emilion. *Connaissance Vigne Vin*, **12**, N^o 3, 141-165.
- HUGLIN P. et BALTHAZARD J., 1976. Données relatives à l'influence du rendement sur le taux de sucre des raisins. *Connaissance Vigne Vin*, **10**, N^o 2, 175-191.
- MORIZET J., 1967. Etude de la circulation de l'eau non saturante dans différentes terres en régime de dessèchement. *Ann. Agro*, **2**, 267-283.
- MORLAT R., 1978. Contribution à l'étude des séquences géopédologiques sédimentaires du vignoble saumurois. Essai sur une méthodologie pour la caractérisation d'un milieu viticole de cru. *Connaissance Vigne Vin*, **12**, N^o 4, 219-243.
- POUGET R., 1978. Le cépage et le porte-greffe, facteurs importants de la qualité des vins. *Ann. Tech. Agric.*, **1**, 111-122.
- PIRIE A.J.G., 1977. Phenolics accumulation in red wines grapes (*Vitis vinifera*). *Thesis*, University of Sydney.
- PUECH J., 1969. Etude expérimentale de la circulation de l'eau non saturante de différents sols vers une zone d'absorption. *Ann. Agro.*, **3**, 245-261.
- RIBÉREAU-GAYON P., 1971. Evolution des composés phénoliques au cours de la maturation du raisin. *Connaissance Vigne Vin*, **5**, N^o 2, 247-261.
- RIBÉREAU-GAYON J. et PEYNAUD E., 1971. *Sciences et Techniques de la vigne*. Tome I, Influence des facteurs naturels sur les caractères des vins, 671-725, Dunod, Paris.

- RIBÉREAU-GAYON J., PEYNAUD E., RIBÉREAU-GAYON P. et SUDRAUD P., 1975. *Sciences et Techniques du vin*. Tome I, Les composés phénoliques, 471-514 ; Tome II, La matière première : le raisin et sa maturation, 93-175, Dunod, Paris.
- SALETTE J., MORLAT R., PUISSANT A., ASSELIN C., LEON H. et REMOUE M., 1980. Recherches de relations entre le milieu écogéopédologique et le type de vin : cas du vignoble rouge de la moyenne vallée de la Loire. Premiers résultats et principaux problèmes. *Colloque Franco-Roumain sur les relations sol-vigne*, 23-27 juin, INRA Bordeaux.
- SCHRADER U., LEMPERLE E., BECKER N.J. und BERGNER K., 1975. Der Aminosäure-, Zucker-, Säure und Mineral Stoffgehalt von Weinbeeren in Abhängigkeit vom Kleinklima des Standortes der Rebe. *Die Wein-Wissenschaft*, 2, 99-111.
- SEGUIN G., 1970. Les sols de vignobles du Haut-Médoc. Influence sur l'alimentation en eau de la vigne et sur la maturation du raisin. *Thèse Doctorat Etat*, Université de Bordeaux II.
- SEGUIN G., 1971. L'alimentation en eau de la vigne et la maturation du raisin en 1970 sur quelques sols typiques du Haut-Médoc. *Connaissance Vigne Vin*, 5, N° 3, 293-313.
- SEGUIN G., 1973. Caractères particuliers de l'alimentation en eau de la vigne en 1973 dans un sol typique du Haut-Médoc. Conséquences sur la maturation du raisin. *C.R. Acad. Sci.*, 227 D, 2493-2496.
- SEGUIN G., 1975. Alimentation en eau de la vigne et composition chimique des moûts dans les grands crus du Médoc. Phénomènes de régulation. *Connaissance Vigne Vin*, 9, N° 1, 23-33.
- SMART R.E., 1976. Implications of the radiation microclimate for productivity of vineyards. *PhD thesis*, Cornell University Ithaca.
- SPIEGEL ROY P. et BRAVDO B.A., 1964. Le régime hydrique de la vigne. *Bull. O.I.V.*, 396, 113-140 et 397, 232-248.
- WINKLER A.J., COOK J.A., KLIEWER W.M. and LIDER L.A., 1974. *General Viticulture*, 710 pages, University of California Press.

