Connaissance Vigne Vin, 1981, **15**, N° 3, 143-160.

INFLUENCE DES FACTEURS NATURELS SUR LA MATURATION ET LA SURMATURATION DU RAISIN DANS LE SAUTERNAIS, EN 1978 ET 1979

B. PUCHEU-PLANTÉ et G. SEGUIN

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

La qualité des vins blancs doux (« liquoreux ») * de Sauternes dépend certes de facteurs humains (conduite et entretien du vignoble, « tries » du raisin lors des vendanges, vinification, etc.) mais, comme dans les autres terroirs du Bordelais, les facteurs naturels ont ici aussi un rôle déterminant.

Les vins sont élaborés à partir de raisins ayant subi une surmaturation qui permet d'obtenir des moûts possédant une forte concentration en sucres ; cette surmaturation n'est pas un simple passerillage mais est provoquée par un champignon *(Botrytis cinerea)* se développant sous forme de « pourriture noble ».

Au cours de travaux antérieurs (PUCHEU-PLANTÉ et SEGUIN, 1978) nous avons montré qu'une condition nécessaire pour obtenir la « pourriture noble » était que les baies arrivent à **maturité** avec leur pellicule non éclatée et cela grâce à une alimentation en eau légèrement déficitaire, régulée en année pluvieuse soit naturellement par le sol, soit artificiellement par drainage. Mais si cette condition est indispensable, elle n'est pas suffisante : pendant la **surmaturation** du raisin, période au cours de laquelle se produisent les phénomènes essentiels, il faut, en outre, des alternances de petites pluies qui stimulent le développement du champignon et de périodes sèches plus longues favorisant la concentration des jus de raisin.

Les irrégularités climatiques et surtout pluviométriques du Bordelais nous avaient permis d'étudier l'évolution du raisin au cours d'années caractérisées par ces alternances de petites pluies et de sècheresse (en 1975 par exemple qui fut un très grand millésime) ou par des précipitations excessives (1974). La poursuite de nos travaux en 1978, année d'une exceptionnelle sécheresse, et en 1979 nous a permis de mieux préciser le rôle que jouent les facteurs naturels et plus particulièrement les conditions climatiques durant la maturation et la surmaturation du raisin.

* Traditionnellement les vins de Sauternes portent le qualificatif de « liquoreux »

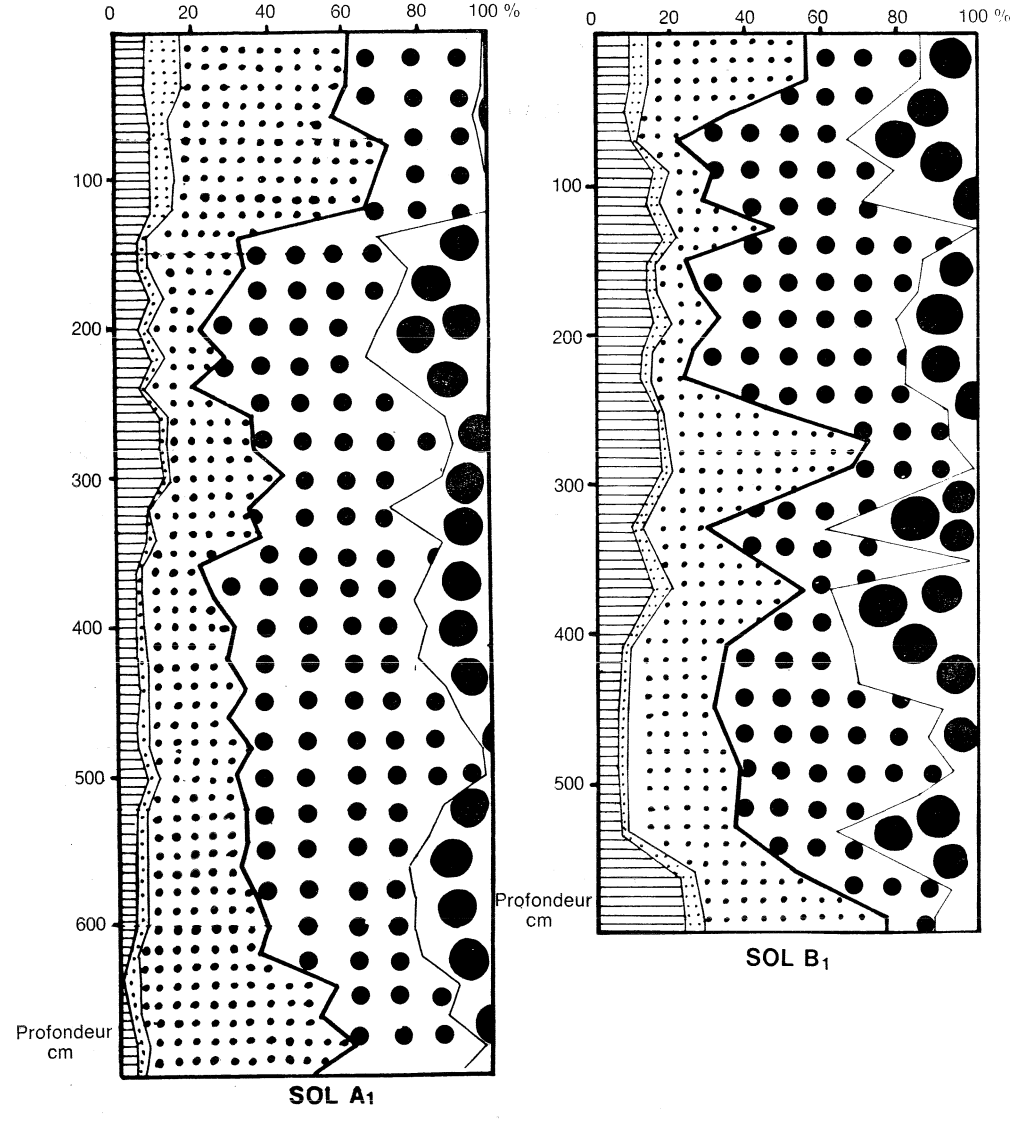


Fig. 1. — Principaux types de sols viticoles du Sauternais.
Pourcentage des différentes fractions granulométriques de la terre brute en fonction de la profondeur

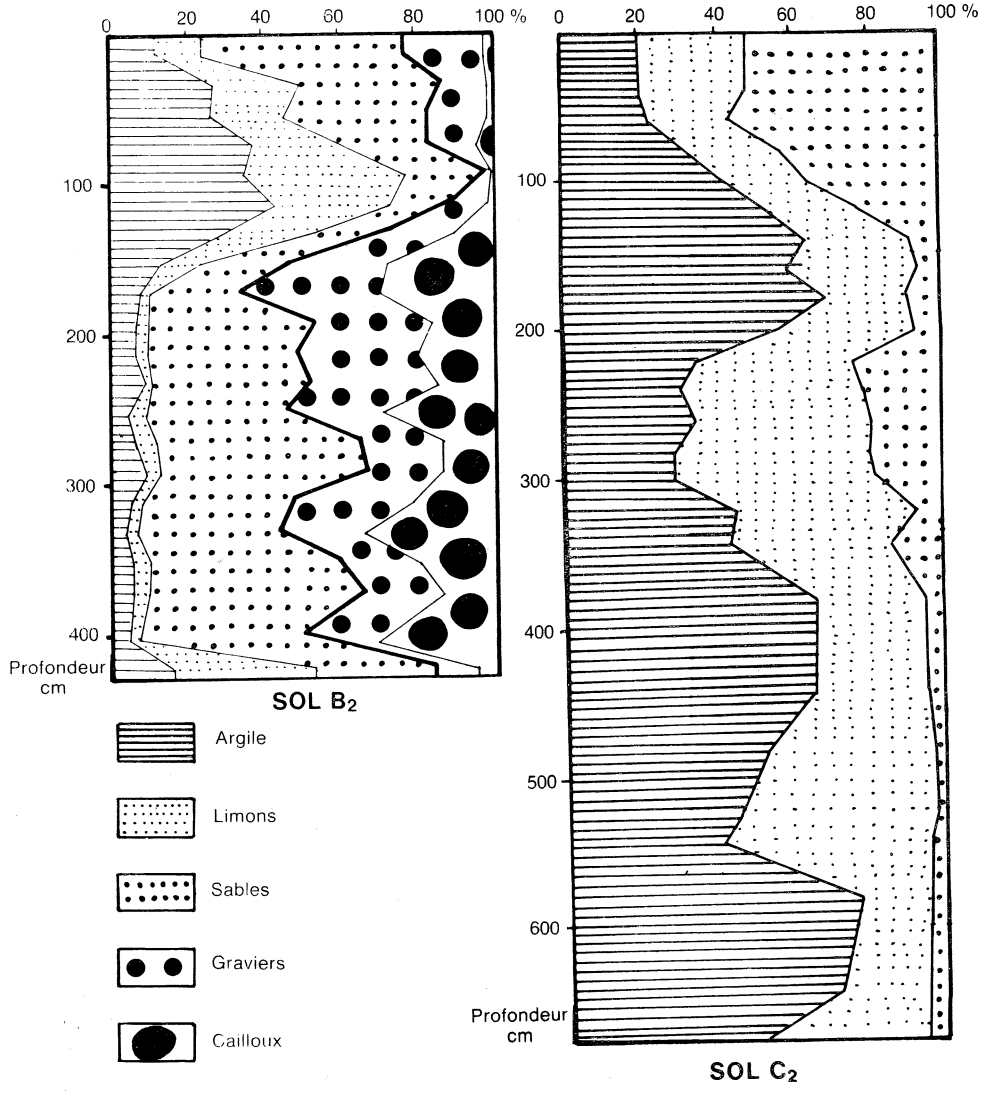


Fig. 1 (suite). — Principaux types de sols viticoles du Sauternais
Pourcentage des différentes fractions granulométriques de la terre brute en fonction de la profondeur

LES SOLS (rappels)

Les grands crus classés du Sauternais sont, dans une très large majorité, établis sur les nappes alluviales gravelo-sableuses de la Garonne et du Ciron (quaternaire) mais on en rencontre également sur un soubassement de calcaire à Astéries (Stampien) recouvert par une mince couche de sables plus ou moins rubéfiés.

On oppose généralement les sols de Barsac et du Bas-Preignac (sur calcaire à Astéries) superficiels et à topographie plane, à ceux plus profonds situés sur les croupes gravelo-sableuses de Sauternes, Bommes, Fargues et du Haut-Preignac.

Dans cette publication, nous n'aborderons que le cas de sols gravelo-sableux dont les couches profondes exploitées par les racines sont d'une grande hétérogénéité verticale et latérale avec des variations considérables dans les teneurs en argile et en éléments grossiers (PUCHEU-PLANTÉ et SEGUIN, 1975 ; PUCHEU-PLANTÉ, 1977). Nous rappellerons en premier lieu les traits dominants des sols étudiés. (Figure 1).

1°) **Sols gravelo-sableux.**

Le sol A_1 (Sauternes) est situé sur le sommet d'une des nombreuses croupes de la région, à environ 50 mètres d'altitude. Il est caractérisé par une grande homogénéité texturale et par un enracinement profond (5 m). La nappe phréatique se trouve hors de portée des racines.

2°) **Sols gravelo-sablo-argileux.**

La parcelle B (Bommes), située sur une autre croupe du Sauternais, se différencie de la précédente par sa position topographique plus élevée (65 m) et par la présence de divers niveaux peu perméables, dont certains constituent le plancher de nappes temporaires perchées. Quant à la nappe phréatique (permanente), son niveau supérieur se trouve à une profondeur moyenne de 5 m en été dans la partie haute de la croupe (B_1) et de 3,8 m dans le sol situé en contrebas (B_2).

Les proportions importantes d'argile par rapport aux fractions limoneuses et sableuses réduisent considérablement la **macroporosité** de ces sols ce qui a pour conséquence, après de fortes pluies (comme ce fut le cas au printemps 1978), de provoquer une remontée rapide du niveau de la nappe phréatique ou de favoriser la formation de nappes perchées lorsque les couches peu perméables sont proches de la surface. Ces brusques variations du régime hydrique ont une influence plus ou moins favorable sur l'alimentation en eau de la plante, influence que nous essayerons d'analyser par la suite.

3°) **Sols très argileux.**

Dans la parcelle C_2 (Sauternes) on observe la superposition de deux formations géologiques : en surface (50 à 60 cm) le sol possède une texture limono-sableuse assez équilibrée, tandis qu'en profondeur la texture est très argileuse. A la limite de ces deux formations, il se forme une nappe perchée alimentée par les pluies qui, par asphyxie, empêcherait tout développement des racines si la propriété n'était pas entièrement drainée. Après élimination de l'eau en excès et grâce à une texture légère en surface et à la présence d'argiles bien structurées (il s'agit essentiellement de smectites), la vigne peut développer son système racinaire sur une grande profondeur.

CONDITIONS CLIMATIQUES EN 1978 et 1979

Après un hiver et un printemps pluvieux (651 mm de janvier à juillet alors que la normale est de 476 mm), l'été et l'automne 1978 ont été caractérisés par une sécheresse exceptionnelle pendant quatre mois consécutifs (62 mm de pluie d'août à novembre, ce qui représente seulement 20 p. 100 de la normale).

En 1979, les précipitations ont été du même ordre de grandeur de janvier à juillet (653 mm) ; en revanche la période sèche a été plus courte (deux mois seulement).

Au cours de ces deux années les températures moyennes sont restées proches de la normale. (Figure 2).

ALIMENTATION EN EAU DE LA VIGNE

La teneur en eau des sols, exprimée en humidité volumique, a été mesurée régulièremnt avec un humidimètre à neutrons (type Solo 20). Cela nous a permis de suivre l'évolution des profils hydriques et de calculer, compte tenu de la pluviosité, les quantités d'eau évapotranspirées par le système sol-vigne. La « qualité » de l'alimentation en eau a été appréciée par le rapport entre l'évapotranspiration réelle (ETR) et l'évapotranspiration potentielle (ETP) déterminée par la formule de THORNTHWAITE.

Remarque : Dans la parcelle C qui est drainée artificiellement, il n'est pas possible d'établir des bilans hydriques précis.

1°) **En 1978.**

a) Avant la véraison du raisin.

Durant la première partie du cycle végétatif de la vigne (jusqu'à la floraison), l'alimentation en eau s'est effectuée dans de très bonnes conditions à partir des réserves stockées dans les couches superficielles du sol ; l'eau évapotranspirée a été continuellement compensée par les pluies (qui ont été abondantes et régulièrement réparties) si bien que les profils

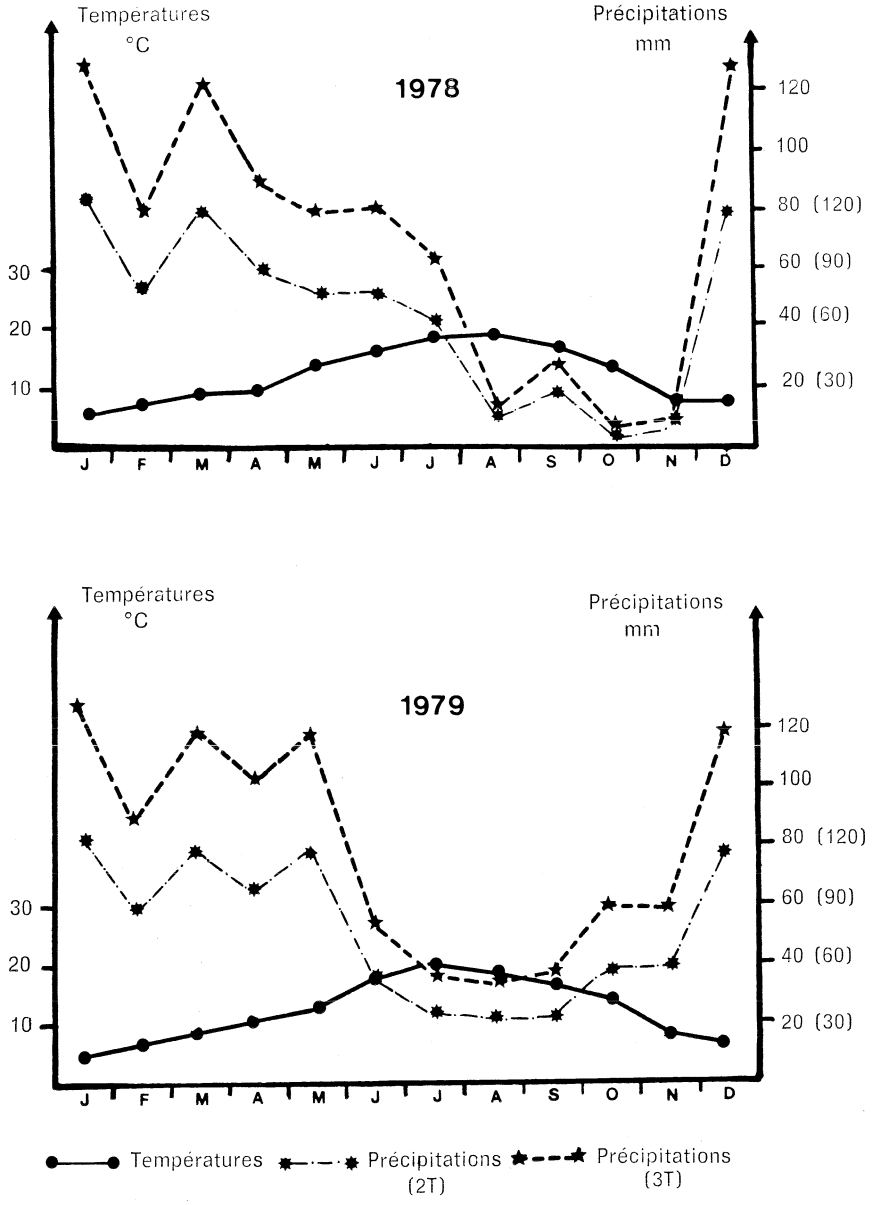


Fig. 2. — Courbes ombrothermiques de Gaussen (Sauternes 1978-1979).

hydriques sont restés voisins de ceux correspondant à la capacité de rétention.

De la floraison à la véraison, les apports pluviométriques n'ont pas été suffisants pour réapprovisionner totalement les réserves en eau du sol. Au début de la maturation du raisin (4 septembre) les profils hydriques (figure 3) montrent que les sols étaient fortement asséchés en surface (A_1 et B_2) ; dans la parcelle B_1, l'absorption de l'eau s'est faite sur une plus grande profondeur (3 m environ).

b) Pendant la maturation du raisin.

Du 4 septembre au 10 octobre, durant la maturation du raisin, la faible pluviosité (34 mm) n'a pas compensé les pertes d'eau par évapotranspiration. Les racines ont continué à absorber de l'eau en surface (notamment celle apportée par les pluies, ce qui n'apparaît pas sur les profils hydriques) mais également dans les couches profondes du sol.

Les valeurs de l'évapotranspiration réelle (figure 4) présentent des écarts importants d'un sol à l'autre (90 p. 100 de l'ETP en A_1 et seulement 60 p. 100 de l'ETP en B_1 et B_2). Cela peut s'expliquer par le fait que le sol A_1 était proportionnellement moins asséché que les deux autres mais aussi parce que dans les sols B_1 et B_2 plus argileux, l'eau retenue dans les micropores les plus fins devenait de plus en plus difficilement absorbable par les racines au fur et à mesure que le sol s'asséchait.

c) Pendant la surmaturation du raisin.

Au début de la surmaturation (du 10 au 24 octobre), malgré l'absence quasi totale de précipitations (3 mm), l'alimentation en eau de la vigne à partir des réserves du sol s'est poursuivie dans des conditions semblables à celles de la période précédente. En effet, si les quantités d'eau évapotranspirées sont légèrement inférieures (figure 4), les rapports ETR/ETP restent sensiblement voisins, ce qui s'explique par une réduction de la « demande climatique » (ETP) concomitante à un abaissement de la température.

Remarque : Dans la parcelle B_2 on observe cependant un déficit hydrique plus important, qui est à mettre en relation d'une part avec le fort assèchement des couches superficielles du sol et d'autre part avec la faible profondeur d'enracinement (la formation d'une nappe perchée proche de la surface, après les fortes pluies survenues en cours de croissance, a certainement provoqué une asphyxie partielle du système racinaire et limité son extension en profondeur).

Du 24 octobre au 7 novembre, les relations entre le sol et la plante ont été de plus en plus réduites (début du repos hivernal) et les quantités d'eau évapotranspirées furent identiques dans toutes les parcelles

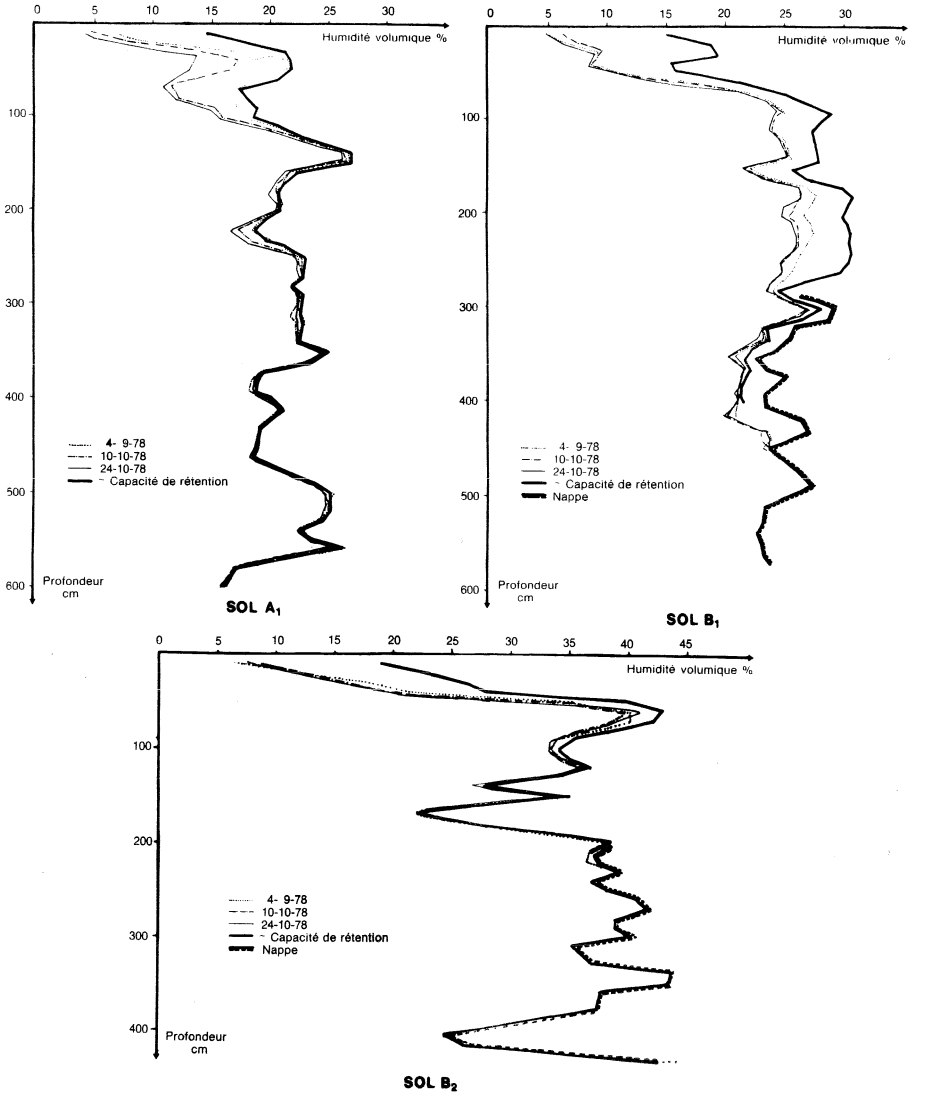


Fig. 3. — Evolution des profils hydriques en 1978.

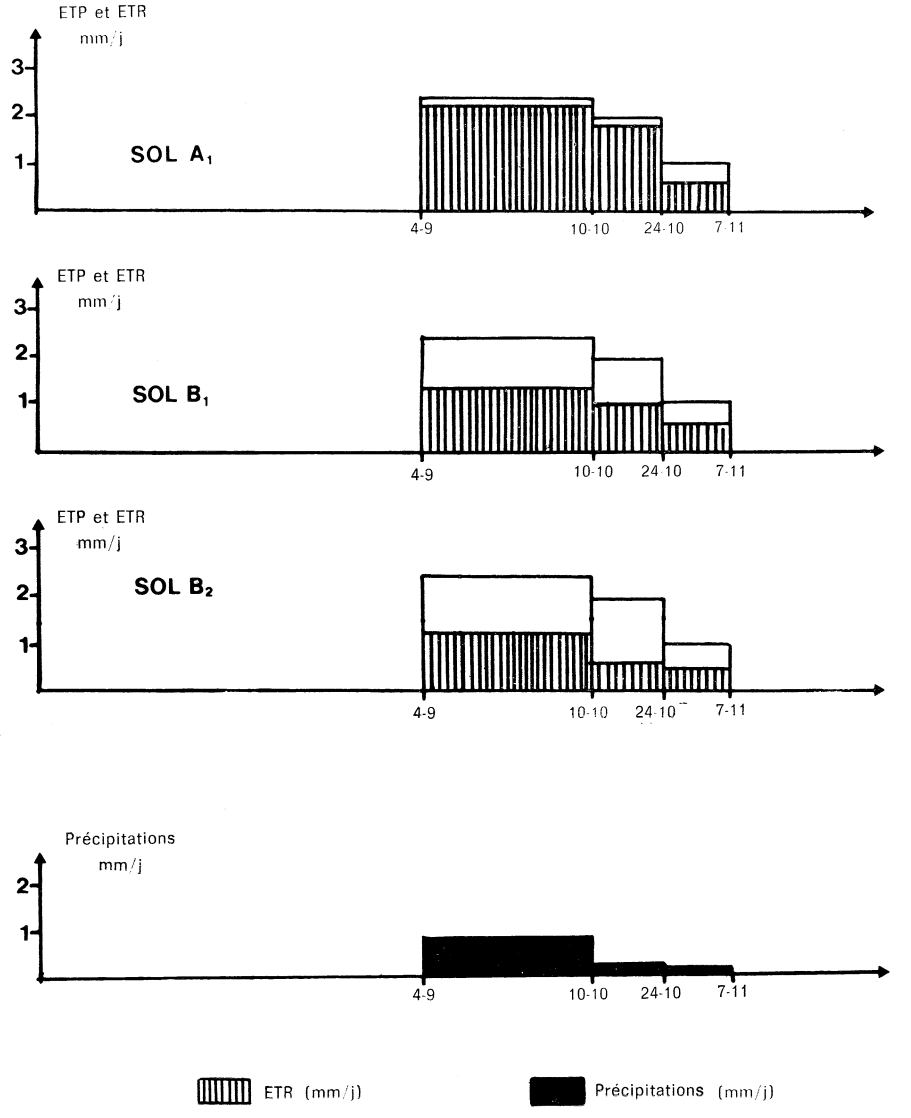


Fig. 4. — Evapotranspiration potentielle, réelle et précipitations au cours de la maturation et de la surmaturation du raisin en 1978.

(0,5 mm/j). Les profils hydriques relevés entre le 24 octobre et le 7 novembre ont pratiquement la même allure.

2°) **En 1979.**

a) Avant la véraison du raisin.

Après les précipitations abondantes de l'hiver et du printemps 1979, les sols bien pourvus en eau et réalimentés par quelques pluies bien réparties en juillet et août (mois les plus secs) ont assuré une alimentation hydrique de la vigne convenable, bien que plus ou moins déficitaire suivant les sols. C'est dans les parcelles les plus argileuses que l'on observe les rapports ETR/ETP les plus élevés (0,77 en B_1 et 0,66 en B_2) ; dans le sol A_1 où l'enracinement est pourtant plus profond cette valeur ne dépasse pas 0,50 (figure 6).

Les profils hydriques relevés au moment de la véraison présentent des taux d'humidité inférieurs à ceux de 1978 au même stade phénologique (figure 5).

b) Pendant la maturation du raisin.

Du 28 août au 3 octobre, quelques pluies (37 mm) ont réalimenté partiellement les sols asséchés. Dans les parcelles B_1 et B_2 où l'eau était déjà retenue énergiquement par l'argile, les quantités d'eau évapotranspirées durant cette période correspondent à celles apportées par les pluies. Par contre et comme ce fut le cas en 1978, l'alimentation en eau a été meilleure dans la parcelle A_1 où l'enracinement est plus profond, ce qui permet une plus grande régularité dans l'absorption de l'eau et une meilleure utilisation des réserves hydriques du sol.

c) Pendant la surmaturation du raisin.

Au cours du mois d'octobre et au début du mois de novembre les pluies plus abondantes (63 mm du 3 octobre au 6 novembre) ont partiellement réhumecté les sols. Malgré cela les quantités d'eau évapotranspirées sont restées faibles et du même ordre de grandeur qu'en 1978 (0,7 mm par jour en moyenne). Comme en 1978 la diminution de la « demande climatique » et le début du repos hivernal expliquent ces faibles valeurs ; **la pluviosité et l'état d'humidité du sol n'ont plus guère d'influence sur l'alimentation en eau de la vigne.**

INFLUENCE DES FACTEURS NATURELS SUR LA MATURATION DU RAISIN

1°) **En 1978.**

Malgré un retard d'environ trois semaines par rapport à la moyenne, la maturation du raisin (Sémillon) a été excellente grâce à des conditions climatiques exceptionnelles pour la saison (figure 2).

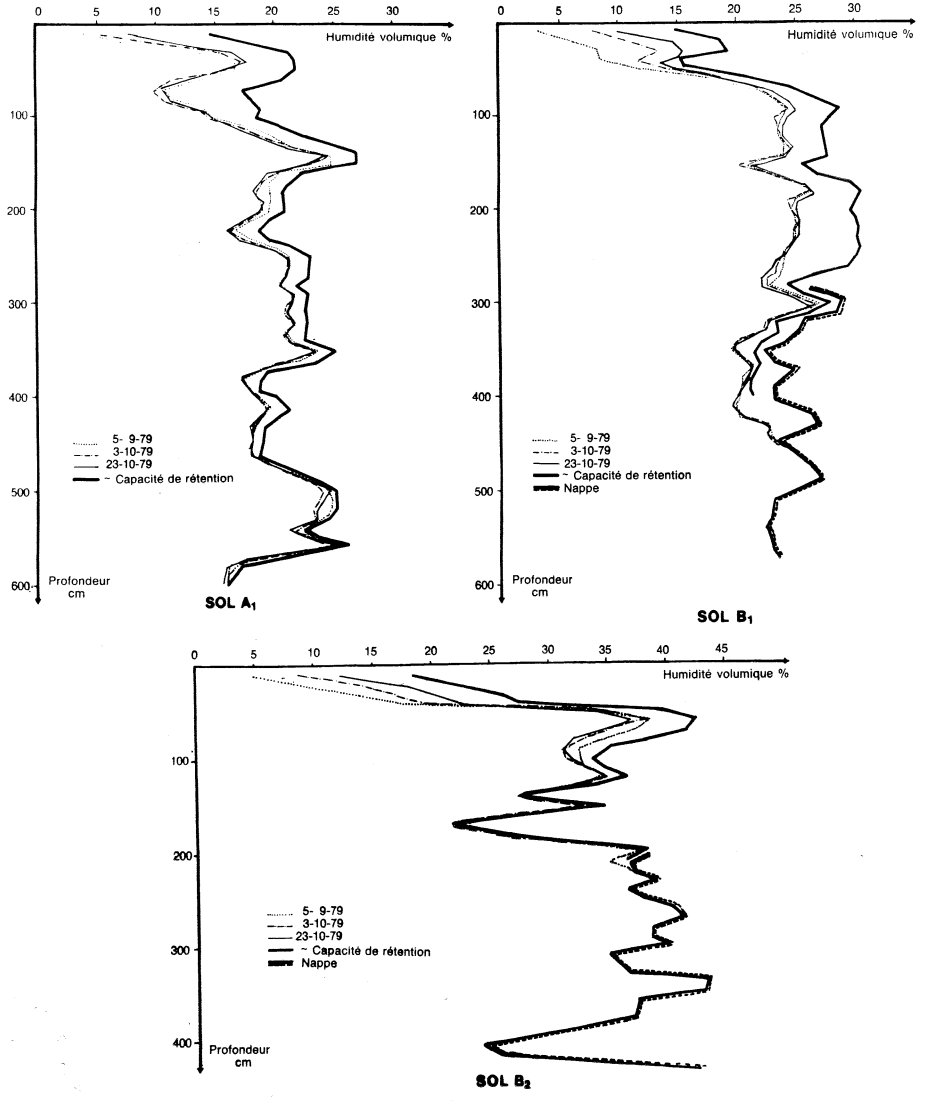


Fig. 5. — Evolution des profils hydriques en 1979.

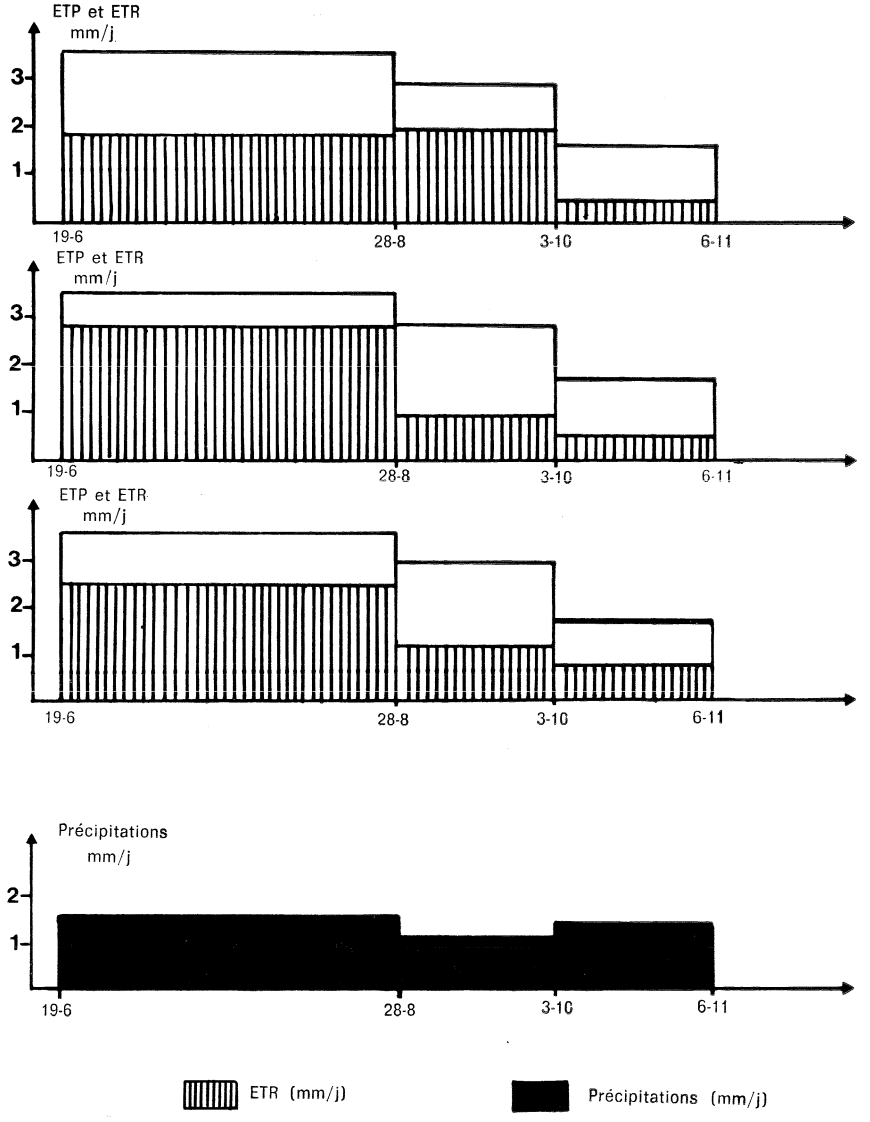


Fig. 6. — Evapotranspiration potentielle, réelle et précipitations au cours de la maturation et de la surmaturation du raisin en 1979.

Au moment de la maturité, le poids des baies était inférieur d'environ 10 p. 100 à celui de la moyenne établie sur les mêmes parcelles pendant les neuf dernières années (tableau I) ; cette réduction du poids moyen des baies est encore plus nette en B_2 et peut être mise en parallèle avec l'asphyxie partielle du système racinaire (voir le paragraphe traitant de l'alimentation en eau de la vigne en 1978 pendant la maturation du raisin), qui s'est traduite dans cette parcelle, par une mauvaise croissance de la vigne.

TABLEAU I

Composition chimique des jus de raisins à maturité, le 10 octobre 1978

	Poids de 100 baies g	Sucres g/l	Acidité Totale meq/l	Acide Tartrique meq/l	Acide Malique meq/l
A_1	180	213	104	85	45
B_1	183	225	96	80	45
B_2	168	228	104	86	43
C_2	177	224	102	85	44

Au cours du mois de septembre et au début du mois d'octobre les températures élevées pour la saison et un bon ensoleillement ont favorisé la photosynthèse ce qui s'est traduit par une importante accumulation de sucres dans des baies de faible dimension et relativement peu nombreuses (coulure en raison des pluies au moment de la floraison). A l'exception du sol A_1 où une trop bonne alimentation en eau durant la maturation du raisin (figure 4) a pu provoquer une « dilution » du jus de raisin, les teneurs en sucres, de l'ordre de 225 g par litre, correspondent à un très bon état de maturité pour le Sémillon (tableau I).

Les teneurs en acides organiques ne présentent pas d'écarts importants d'une parcelle à l'autre. Compte tenu de la meilleure alimentation en eau, on aurait pu s'attendre à des valeurs plus élevées sur le sol A_1 mais il est possible que, comme pour les sucres, le phénomène de « dilution » puisse expliquer ce fait.

2°) **En 1979.**

Le poids plus important des baies est à mettre en parallèle avec une assez bonne alimentation en eau de la vigne au cours de la période précédant la véraison ; en effet, entre le 19 juin et le 28 août l'ETR à repré-

senté en moyenne 65 p. 100 de l'ETP, ce qui a favorisé la croissance des baies dont les poids, à la demi-véraison, atteignaient déjà ceux obtenus en fin de maturation en 1978.

Les valeurs plus élevées de l'évapotranspiration potentielle (figure 6) expliquent que malgré des évapotranspirations réelles du même ordre de grandeur qu'en 1978 (en moyenne 1,4 mm par jour en 1979 contre 1,5 mm par jour en 1978) les rapports ETR/ETP aient été nettement plus faibles durant la maturation du raisin. Cette alimentation en eau déficitaire a limité l'activité photosynthétique si bien qu'à maturité les teneurs en sucres des jus de raisin étaient beaucoup plus faibles qu'en 1978 (tableau II) ; il faut ajouter qu'en 1979 les glucides synthétisés ont dû se répartir dans des baies plus nombreuses et plus volumineuses qu'en 1978 (à ce propos, on peut noter qu'en B_2 où la charge était moins importante, la teneur en sucres était plus forte que dans les autres parcelles).

TABLEAU II

Composition chimique des jus de raisins à maturité, le 3 octobre 1979

	Poids de 100 baies g	Sucres g/l	Acidité Totale meq/l	Acide Tartrique meq/l	Acide Malique meq/l
A_1	224	200	102	92	37
B_1	234	195	100	92	32
B_2	221	224	108	92	35
C_2	229	212	90	82	25

Les teneurs en acide tartrique des jus de raisin étaient un peu plus élevées tandis que les teneurs en acide malique étaient plus faibles qu'en 1978 (les températures supérieures ayant surtout favorisé la combustion respiratoire de l'acide malique).

INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES DURANT LA SURMATURATION DU RAISIN

Comme cela a déjà été démontré et confirmé au cours de cette étude (voir le paragraphe traitant de l'alimentation en eau de la vigne en 1979 pendant la période de surmaturation du raisin), les relations entre le sol et la vigne sont de plus en plus réduites durant la surmaturation du raisin ; les grappes dont le pédoncule a été sectionné et rattaché par un lien à

son ancien emplacement évoluent de la même manière que les grappes non séparées du cep (PUCHEU-PLANTÉ, 1981). **Le développement de la pourriture dépend donc essentiellement des conditions climatiques.**

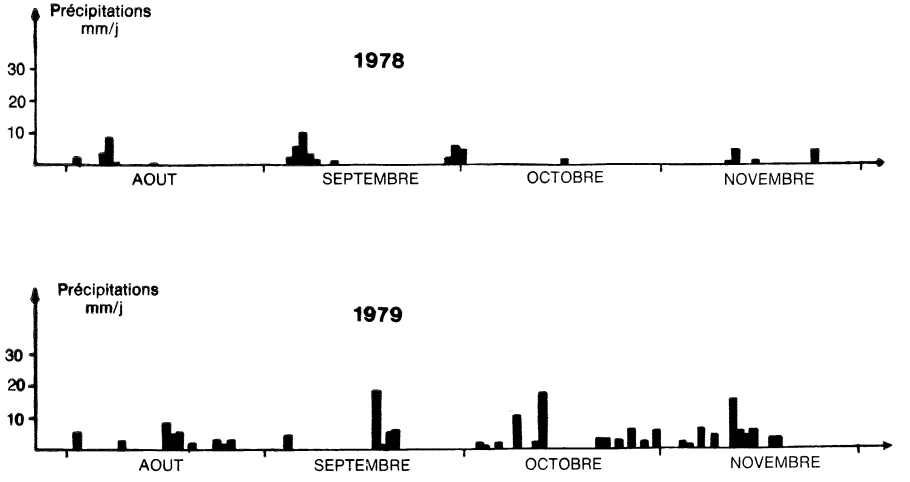


Fig. 7. — Répartition journalière des pluies pendant la maturation et la surmaturation du raisin en 1978 et 1979.

TABLEAU III

Constitution chimique des jus de raisins, le 23 octobre 1979
(moyenne des parcelles)

	Poids de 100 baies g	Sucres g/l	Acidité totale meq/l	Acide tartrique meq/l	Acide malique meq/l	Acide gluconique g/l	Glycérol g/l
Raisins sains	241	199	96	90	33	traces	0,17
Raisins pourris « noble »	133	342	134	77	37	3,03	8,05

En 1979 on a observé des petites pluies (figure 7) qui ont favorisé la germination des conidies puis le développement du mycelium et des conidiophores de *Botrytis cinerea*. L'évolution de la « pourriture noble » a été très rapide puisque le 10 octobre, une semaine après la maturité, 50 p. 100 des baies étaient contaminées. Mais ces petites pluies ont alterné avec des périodes sèches au cours desquelles le jus de raisin s'est concentré dans les baies. Vers le 23 octobre les raisins « confits » récoltés au cours des premières « tries » présentaient des teneurs en sucres élevées (tableau III).

Par comparaison avec la constitution des jus obtenus, à la même date, à partir de raisins non contaminés, on observe que malgré une concentration de près de 50 p. 100, les teneurs en acide tartrique (qui est fortement dégradé par *Botrytis)* sont plus faibles ; on peut également noter, ce qui est bien connu, une plus forte concentration en glycérol et en acide gluconique (SUDRAUD et KOZIET, 1978 ; SUDRAUD, 1981) dans les jus de raisins atteints par la « pourriture noble ».

En 1978 (figure 7), la période qui a suivi la maturation du raisin a été marquée par une sècheresse tout à fait exceptionnelle (6,6 mm de pluie en octobre et 10,7 mm en novembre). L'humidité relative de l'air est restée très basse pour la saison (moyenne des minima proche de 50 p. 100 contre 70 p. 100 en 1979). Ces conditions climatiques ont inhibé la germination des conidies et le développement de *Botrytis :* il a fallu attendre 15 jours pour noter une première attaque du champignon (35 à 40 p. 100 des baies présentaient quelques taches brunes, très localisées, mais sans atteindre le stade « confit » ni même le stade « pourri plein »).

TABLEAU IV

Constitution chimique des jus de raisins ,le 24 octobre 1978
(moyenne des parcelles)

	Poids de 100 baies g	Sucres g/l	Acidité totale meq/l	Acide tartrique meq/l	Acide malique meq/l	Acide gluconique g/l	Glycérol g/l
Raisins sains	180	236	95	90	31	traces	0,13
Raisins pourris « noble »	76	340	117	81	56	2,70	5,13

Vers la fin du mois d'octobre quelques baies ont pu évoluer jusqu'au stade « confit ». La constitution de leur jus était alors semblable à celle de 1979 (tableau IV). Mais ces baies atteintes de « pourriture noble » étaient en très faible proportion ; en revanche la longue période de sécheresse a permis, par passerillage, une concentration du jus de raisin (14 à 15 degrés d'alcool en puissance).

Alors qu'en fin de maturation toutes les conditions semblaient réunies pour obtenir un millésime de grande qualité (baies non éclatées et présentant de fortes teneurs en sucres), le manque d'humidité n'a pas permis un développement important de la « pourriture noble ». Avec les raisins passerillés il a été possible d'élaborer des vins doux qui ne manquent pas de charme mais où l'on ne retrouve pas les caractères aromatiques et gustatifs typiques des grands « Sauternes ».

CONCLUSION

La plus ou moins bonne qualité des vins blancs doux (« liquoreux ») de Sauternes dépend essentiellement des conditions climatiques durant la période de surmaturation. S'il y a alternance de petites pluies et de périodes sèches (1979), *Botrytis cinerea* se développe sous forme de « pourriture noble ». Si la pluviosité est excessive et pratiquement ininterrompue (1974), le raisin est fortement déprécié par la « pourriture vulgaire » ; en revanche une trop forte sècheresse (1978), assez exceptionnelle il est vrai à cette époque de l'année, peut inhiber le développement de la pourriture.

En raison des profondes transformations que subit le raisin au cours de sa surmaturation, il est illusoire de rechercher des corrélations très étroites entre les terroirs et la qualité des vins. En effet, les facteurs climatiques jouent un rôle déterminant parce que les relations entre le raisin, la plante et le sol sont alors réduites. Mais il faut se garder d'oublier qu'une condition indispensable pour obtenir le développement de *Botrytis cinerea* sous forme de « pourriture noble » est que les baies arrivent à maturité avec leur pellicule non éclatée ; cela implique que l'alimentation en eau de la vigne ne soit jamais excessive durant la période de maturation du raisin : le rôle régulateur du sol est alors fondamental.

En somme l'obtention d'un grand « Sauternes » suppose en premier lieu des conditions climatiques et une régulation de l'alimentation en eau de la vigne permettant de produire des vins rouges ou des vins blancs secs de bonne qualité mais elle exige, en outre, des conditions météorologiques particulières pendant trois à cinq semaines supplémentaires, ce qui explique la rareté des très grands millésimes.

Manuscrit reçu le 27 juillet 1931, accepté pour publication le 1er septembre 1981.

RÉSUMÉ

La qualité des vins blancs liquoreux de Sauternes dépend essentiellement des facteurs climatiques qui favorisent ou non le développement de *Botrytis cinerea* sous forme de « pourriture noble ». Mais le rôle du sol n'est pas moins fondamental : en évitant une alimentation en eau excessive durant la maturation du raisin, il permet d'obtenir des baies non éclatées, condition indispensable à une bonne surmaturation du raisin.

SUMMARY

The quality of the Sauternes sweet white wines depends essentially on the climatic factors that favor the development of *Botrytis cinerea* in the form of « noble rot ». But the soil plays a not less fundamenral role : in preventing excessive water during the grape's ripening, it helps to obtain grapes that not burst, a necessity for a good overripening of the grape.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Qualität der edelsüssen Sauternes-Weinen ist zum grossen Teil an die klimatischen Faktoren gebunden, die die Entwicklung von *Botrytis cinerea* unter

der Form von Edelfäulniss beeinflussen. Aber die Rolle des Bodens ist nicht weniger fundamental : in dem eine übermassige Wasseraufnahme während der Reifezeit enthalten wird, werden nicht aufgepatschte Beeren erreicht, was eine unbedingt notwendige Eigen schaft für eine optimale Edelfäulniss der Traube ist.

RESUMEN

La calidad de los vinos blancos licorosos de Sauternes dependen escencialmente de las factores climáticas que favorisan à no el desarrollo de *Botrytis cinerea* sobre la forma de « podredumbre noble ». Pero la función del suelo no es menos fundamental : al evitar una alimentación en agua exesiva durante la maduración de la uva, se permite obtener granos no reventados, condición indispensable para la sobremaduración de la uva.

RIASSUNTO

La qualità dei vini bianchi liquorosi di Sauternes dipende essenzialmente dei fattori climatici che favoriscono o non favoriscono lo sviluppamente di *Botrytis cinerae*, sotto forma di « pourriture noble ». Ma il ruolo del suolo è altrettanto fondamentale. Bisogna evitare un'alimentazione in acqua eccessiva du rante la maturazione dell'uva, permette di ottenere bacche non scoppiate, condizione indispensabile per una supermaturazione.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

PUCHEU-PLANTÉ B., 1977. Les sols viticoles du Sauternais. Etude physique, chimique et microbiologique. Alimentation en eau de la vigne pendant la maturation et la surmaturation du raisin. *Thèse Docteur 3e cycle,* 165 pages, Bordeaux.

PUCHEU-PLANTÉ B., 1981. in *Actualités œnologiques et viticoles,* Dunod, Paris, 397 p.

PUCHEU-PLANTÉ B. et SEGUIN G., 1975. Les sols viticoles du Sauternais. *Connaissance Vigne Vin,* **9**, N° 3, 141-163.

PUCHEU-PLANTÉ B. et SEGUIN, 1978. Pourriture vulgaire et pourriture noble en Bordelais. *Connaissance Vigne Vin,* **12**, N° 1, 21-34.

SUDRAUD P. et KOZIET J., 1978. Recherche de nouveaux critères analytiques de caractérisation des vins. *Ann. Nutr. Alim.,* **32**, 1063-1072.

SUDRAUD P., 1981. in *Actualités œnologiques et viticoles,* Dunod, Paris, 397 p.