

INTERACTION TERROIR — DYNAMIQUE DE MATURATION DU RAISIN

P. CLÍMACO *, M. L. ABRANTES *, L. C. CARNEIRO **
et R. CASTRO ***

* Estação Vitivinícola Nacional. Dois Portos. 2575 RUNA.

** Estação Agronómica Nacional. 2780 OEIRAS.

*** Instituto Superior de Agronomia. 1399 LISBOA.

RÉSUMÉ

On a suivi le comportement du cépage Vital sur différents terroirs (vigne en plaine avec et sans stress hydrique; et vigne en coteau) pendant trois années (1988/90).

Les sols dans les trois situations en étude ont déterminés différents régimes d'alimentation en eau, dans l'absence d'irrigation.

Les conditions un peu particulières de cette experimentation ont permis de mettre en évidence que l'acide tartrique ne joue pas toujours un rôle décisif sur l'acidité totale et sur le pH du moût. En effet, on a constaté que l'acide malique peut avoir une importance considérable sur l'équilibre acido-basique du moût.

INTRODUCTION

Dans les principales régions viticoles du Portugal les facteurs édaphiques déterminent fortement les conditions d'alimentation en eau de la vigne. En effet, la très faible pluviosité en été fait dépendre l'alimentation en eau de la vigne de la réserve en eau utile (liée à la teneur en eau du sol et à la profondeur exploitée par les racines) et du potentiel capillaire (Seguin, 1975).

Dans les sols où l'enracinement en profondeur n'est pas possible l'abaissement de la nappe phréatique pendant l'été origine alors une contrainte hydrique très forte.

Divers auteurs ont étudié dans les deux dernières décennies le stress hydrique sur la vigne (Mériaux *et al.*, 1977, 1979 et 1981; Seguin, 1970, 1971, 1975 et 1983; Duteau *et al.*, 1981 *a* et *b*; Smart et Coombe 1983; Clímaco et Chaves, 1987).

Dans le présent travail on étudie l'influence de l'alimentation en eau de la vigne en différents terroirs sur la dynamique de maturation du raisin et sur la qualité de la vendange.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'essai a été réalisé à Dois Portos, au domaine *Quinta d'Almoinha* de l'Estação Vitivinícola Nacional. On a étudié le comportement du cépage Vital (B) sur trois différents terroirs:

— *Pas* — vigne en plaine avec stress hydrique (cambisol gleyique — enracinement superficiel), conduite en cordon bilatéral. La densité de plantation c'est de 2600 ceps/ha et le porte-greffe le 99 R. L'hauteur du tronc est de 1,30 m.

— *Pss* — vigne en plaine sans stress hydrique (fluvisol calcarique — enracinement en profondeur), conduite en cordon bilatéral. La densité de plantation c'est de 2600 cps/ha et le porte-greffe le 99 R. L'hauteur du tronc est de 1,30 m.

— *Cot* — vigne en coteau (cambisol calcarique — enracinement normal), conduite en taille courte monoplan ascendante. La densité de plantation c'est de 4100 ceps/ha et le porte-greffe le 34 E.M. L'hauteur du tronc est de 0,50 m.

La caractérisation qualitative et quantitative de la récolte a été effectué cep a cep sur 10 plantes de vigne en chaque terroir.

Aux déterminations déjà référées par Clímaco *et al.* (1991) on doit ajouter que le potassium, le calcium et le magnésium ont été analysés par spectrométrie d'absorption atomique.

Analyse en composantes principales

On a cherché à obtenir une image de la distribution des différents terroirs et des années en étude, dans l'espace défini par les 9 caractéristiques (rendement, poids des bois, sucre, acidité totale, pH, acide tartrique, acide malique, potassium et potentiel hydrique de base) en utilisant l'analyse en composantes principales (cf. Sneath et Sokal, 1973; Legendre et Legendre, 1984; Lima et Clímaco, 1990).

L'analyse en composantes principales n'est qu'une rotation, dans l'espace multidimensionnel, de façon que les systèmes d'axes d'origine (9 = variables) sont remplacés par un autre

système de nouveaux axes, chaqu'un correspond une combinaison linear des variables utilisées duement ponderées.

Le premier axe (1ère composant principale) est orienté selon la plus grande dispersion des points représentatives des terroirs; le suivant (2ème composante principale), avec une direction orthogonal à la première et non corrélé avec elle, est orienté selon la plus grande dispersion remanescent de l'ellipsoïde à 9 dimensions, et ainsi de suite, pour le troisième axe.

On arrive, avec cette technique à représenter les terroirs dans un espace de dimensions réduites (deux ou trois) avec un pourcentage d'information calculé, et très proche de l'original.

Les calculs des composantes principales ont été faits dans un micro-ordinateur IBM AT Pc dans l'Estação Vitivinícola Nacional, en utilisant le système de logiciels NTSYS Pc, qui a été développé par le Prof. F. J. Rohlf, de la State University of New York at Stony Brook (Rohlf, 1988).

Pour l'étude de la dynamique de maturation on a procédé à l'échantillonnage de 200 baies au hasard dans l'ensemble des 10 ceps de chaque terroir. La détermination de la teneur en sucre, dans ce cas, a été réalisé par réfractométrie.

La détermination du potentiel hydrique foliaire de base (Phib) a été faite 10 à 20 jours après la véraison, au moyen d'une chambre à pression type Scholander. Une feuille par cep a été prélevée en chaque situation et leur potentiel a été immédiatement mesuré.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les conditions climatiques des trois années de l'essai (1988/1990) ont été déjà caractérisées (Clímaco *et al.*, 1991). On fait seulement une petite remarque en rappelant que l'année de 1988 à Dois Portos a été caractérisée par des températures inférieures à la normal pendant pratiquement toute la période de végétation de la vigne à l'exception des mois d'avril et de septembre, et par une précipitation que nous pouvons considérer régulière jusqu'à la fin du mois de juillet. Au contraire les années de 1989 et de 1990 ont été bien plus chaudes et sèches.

Dans la Fig. 1 on peut observer la distribution spaciales dans les trois premières composantes principales des terroirs

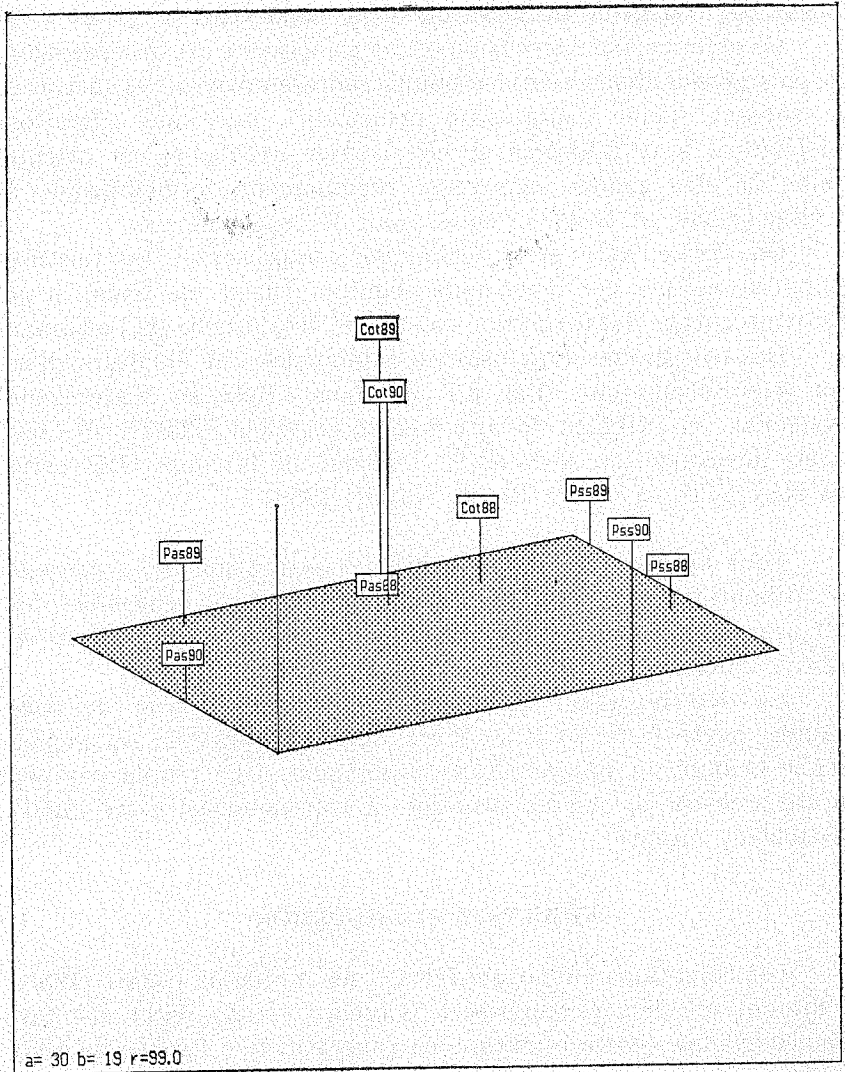


Fig. 1 — Distribution spatiale des différents terroirs dans les trois composantes principales (88 % de la variation totale).

Distribuição espacial das diferentes condições edafo-climáticas nas três componentes principais (88 % da variação total).

étudiées dans les trois années, représentant 88 % de la variation totale, ce qui est un bon résumé de l'information original. Il est évident la separation des situations en étude, notamment en ce qui concerne *Pas* et *Pss*. La situation *Cot* occupe une position intermédiaire, et il est aussi évident le rôle du millésime. Dans l'année de 1988, la situation avec stress hydrique a eu un comportement différent, conséquence des conditions climatiques particulières de cette année.

La Fig. 2 montre la projection des terroirs dans les deux premières composantes principales, qui représentent 78 % de la variation totale. Dans la Fig. 3 sont présentés les projections des descripteurs (avec les vecteurs propres) et on peut connaître le rôle des descripteurs d'origine dans la formation des composantes principales et aussi les relations entre ces descripteurs, en les observant en ensemble.

L'acidité et le pH du moût jouent un rôle très important soit sur la technologie de vinification et de conservation du vin, soit sur sa qualité et sa typicité.

Dans ce travail on a cherché à étudier d'une façon toute particulière les questions liées à la partie acide du moût. D'abord on a vérifié qu'il y a une corrélation positive entre les teneurs en acide malique et en acidité totale (Fig. 4), ce qui a été confirmé par une corrélation linéaire entre ces paramètres ($r^2=0.77$). Cette relation a été aussi référé par Aerny (1985). En 1988 les chiffres d'acide malique et de l'acidité totale ont été les plus élevés, ce qui est d'accord avec les différentes conditions climatiques des millésimes en étude.

On a rencontré aussi une bonne corrélation linéaire entre le potentiel hydrique de base et la teneur en acide malique ($r^2 = 0.74$). La Fig. 5 met en évidence cette corrélation et nous montre que l'année de 1990 c'est celui qui présente des chiffres de potentiel hydrique de base les plus négatives et au contraire, 1988 présente les chiffres les plus élevés (moins négatifs). On doit remarquer, que cette corrélation a été obtenue en conditions climatiques que nous pouvons considérer fréquentes au Portugal, c'est à dire avec absence de pluies importantes entre mi-juliet et les dates de récolte (Clímaco *et al.*, 1991).

Finalement, nous avons rencontré aussi une bonne corrélation linéaire négative entre le rapport acide tartrique + acide

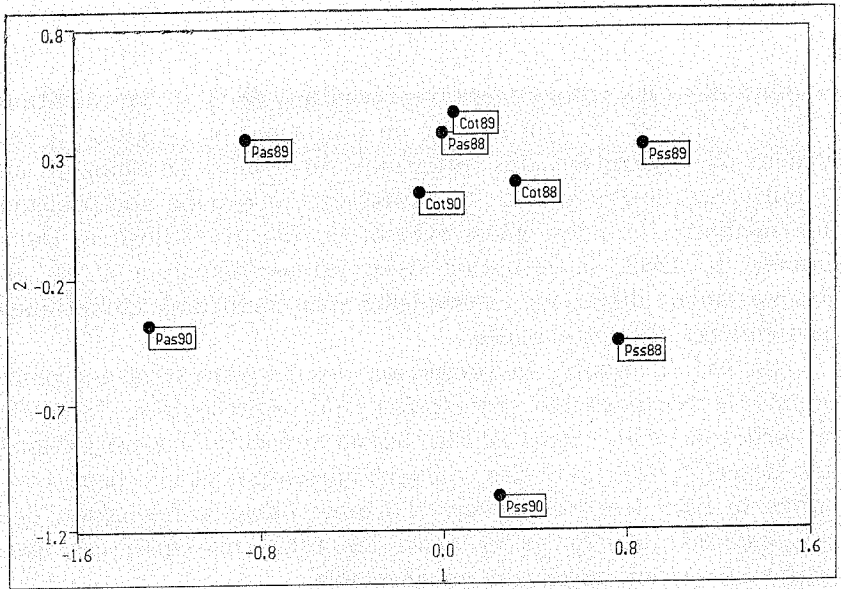


Fig. 2 — Projection des différents terroirs dans le plan défini par la première (50%) et la deuxième (28%) composantes principales.

Projeção das diferentes condições edafo-climáticas no plano definido pela primeira (50%) e pela segunda (28%) componentes principais.

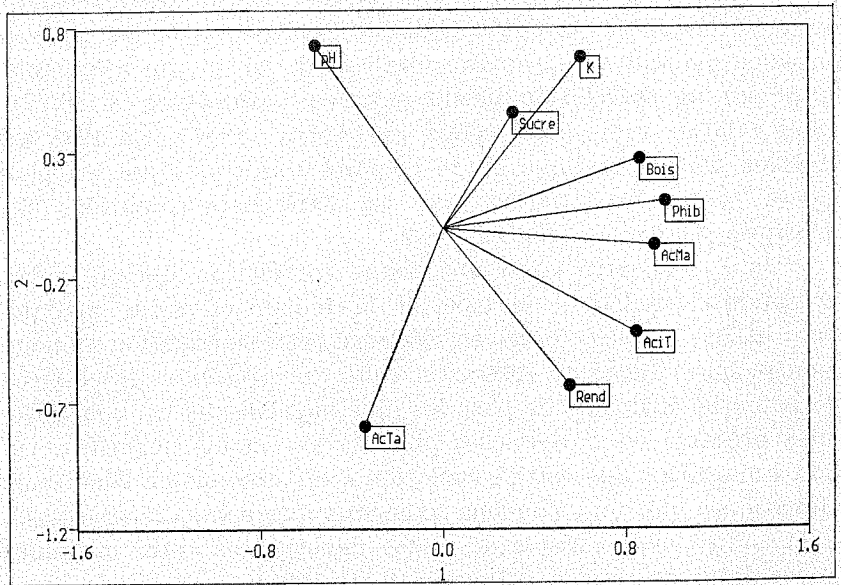


Fig. 3 — Projection des descripteurs d'origine dans le plan des deux composantes principales, avec les vecteurs propres.

Projeção dos descritores de origem no plano dos dois componentes principais, com os vetores próprios.

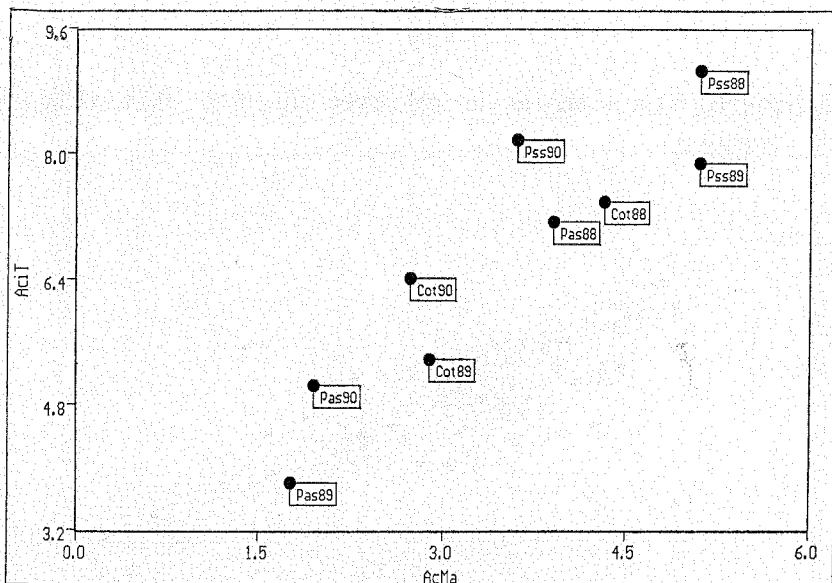


Fig. 4 — Relations entre l'acide malique (Ac Ma) et l'acidité totale (Aci T) pour les différents terroirs en étude.

Relação entre o ácido málico (Ac Ma) e a acidez total (Aci T) nas diferentes condições edafo-climáticas em estudo.

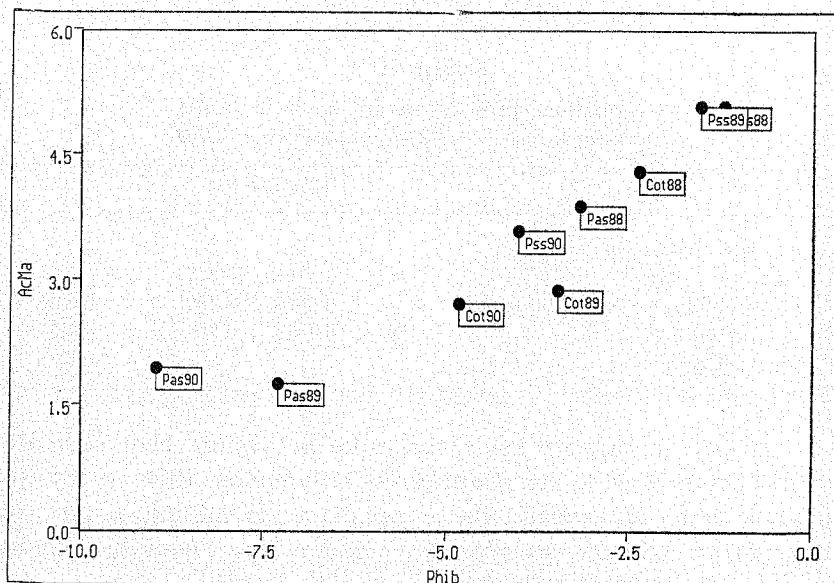


Fig. 5 — Relations entre le potentiel hydrique foliaire de base (Phib) et l'acide malique (Ac Ma) pour les différents terroirs en étude.

Relação entre o potencial hídrico foliar de base (Phib) e o ácido málico (Ac Ma) nas diferentes condições edafo-climáticas em estudo.

malique/K + Ca + Mg et le pH avec un $r^2 = -0.71$ (Fig. 6 et Tableau I).

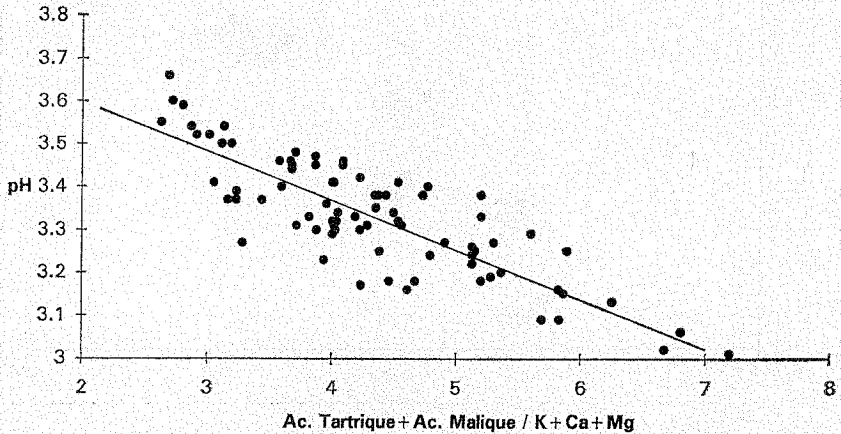


Fig. 6 — Rélation entre le rapport acide tartrique + acide malique/
/K + Ca + Mg et le pH.

*Correlação entre a relação ácido tartárico + ácido málico/
/K + Ca + Mg e o pH.*

TABLEAU I

Corrélation entre des divers index et le pH
Correlação entre os diversos índices e o pH

Index	Équation	r^2
Ac. tartrique + ac. malique/ /K + Ca + Mg	$y = -0,114x + 3,827$	-0,71
Ac. tartrique + ac. malique/K	$y = -0,085x + 3,757$	-0,65
Ac. malique/K	$y = -0,147x + 3,701$	-0,67
Ac. tartrique/K	—	-0,18

Malgré le rapport acide tartrique/potassium être normale-
ment corrélé avec le pH (Cantagrel et Symonds, 1979 cit. Cham-
pagnol, 1986), on a vérifié que le rapport acide malique/potassium
peut avoir, parfois, un rôle déterminant sur l'équilibre acido-
basique du moût et influencer nettement le pH.

Avec le but d'obtenir une meilleure connaissance du cépage
Vital quando soumis à différents régimes hydriques on a suivi
la dynamique de maturation du raisin pendant les années en

essai. On a choisi l'année de 1990 pour expliciter cette dynamique. La caractérisation du rendement et de la vigueur des trois terroirs est présenté dans la Fig. 7, pour cette année. Il y a différences significatives (au seuil 0,01) entre les rendements des trois terroirs, et en ce qui concerne le poids des bois de taille, la situation *Pas* a été significativement inférieure (au seuil 0,01) aux situations *Pss* et *Cot*.

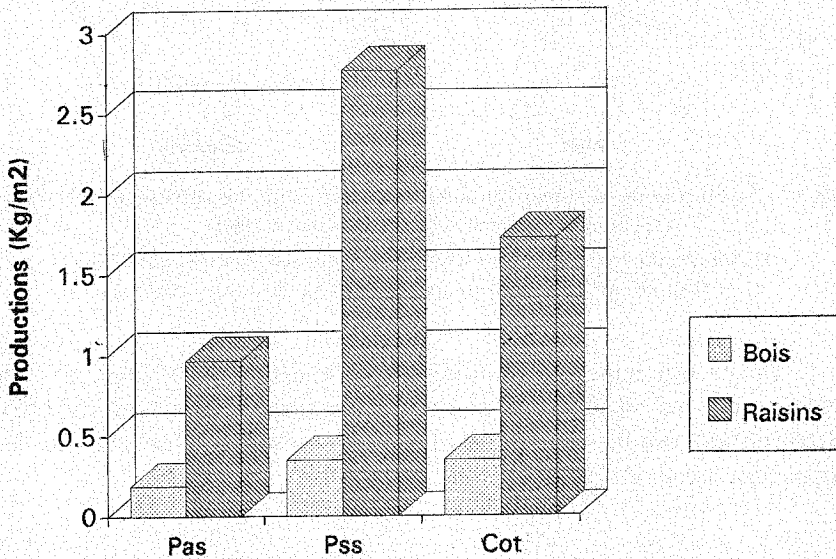


Fig. 7 — Caractérisation du rendement et de la vigueur dans les différents terroirs en 1990.

Caracterização das produções de uva e de lenha de poda nas diferentes condições edafo-climáticas em 1990.

La Fig. 8 présente l'évolution des sucres du moût. Il y a toujours une différence remarquable entre les terroirs *Pss* et *Cot*. La situation *Pas* a un comportement très intéressant, d'abord au 24 d'août (10 jours après la mi-véraison) bien proche de la situation *Cot*, et à la fin de la maturation elle est quasi surpassée par la situation *Pss*. La situation avec stress hydrique a provoqué, pourtant, un ralentissement très net de l'accumulation des sucres dans la baie vis à vis les autres terroirs, malgré son plus petit rendement.

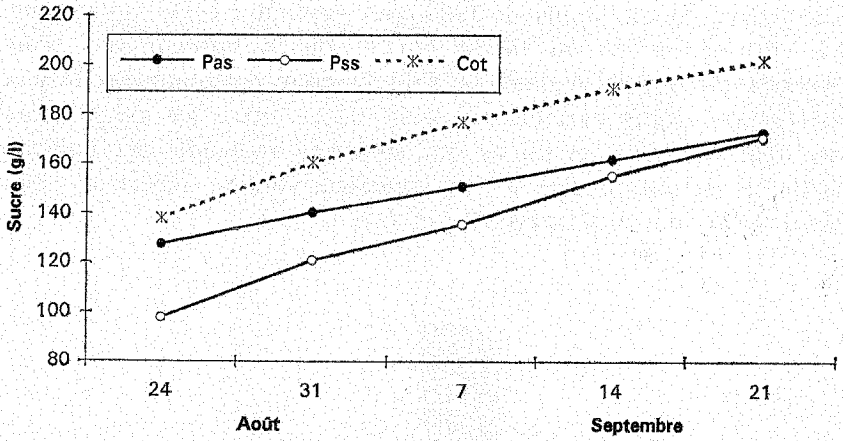


Fig. 8 — Évolution de la teneur en sucre du moût dans les différents terroirs pendant la maturation du raisin (1990).

Evolução do teor em açúcar do mosto nas diferentes condições edafo-climáticas durante a maturação da uva (1990).

En ce qui concerne la teneur en acidité totale (Fig. 9) on vérifie que les situations *Pss* et *Pas* présentent des teneurs très différentes, tandis que la situation *Cot* est plus proche de la situation avec stress hydrique.

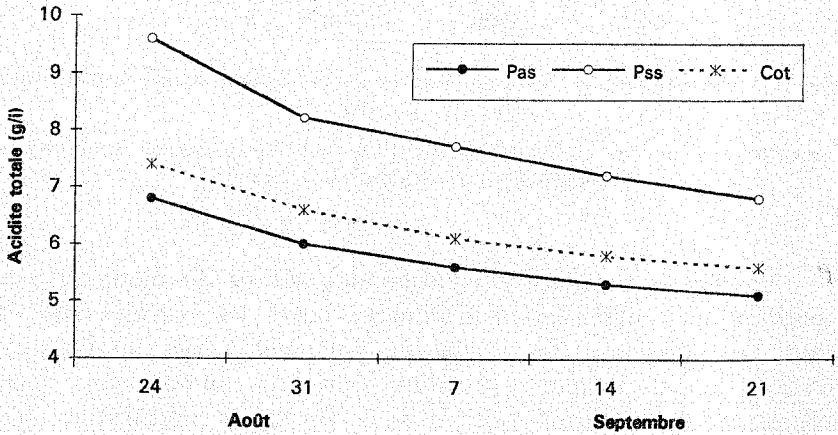


Fig. 9 — Évolution de la teneur en acidité totale du moût dans les différents terroirs pendant la maturation du raisin (1990).

Evolução do teor em acidez total do mosto nas diferentes condições edafo-climáticas durante a maturação da uva (1990).

L'évolution de la teneur en acide malique pendant la maturation (Fig. 10) est très semblable à de l'acidité totale, tandis que l'acide tartrique (Fig. 11) nous montre qu'il n'y a pas de différences importantes entre les terroirs *Pas* et *Pss*. Quand

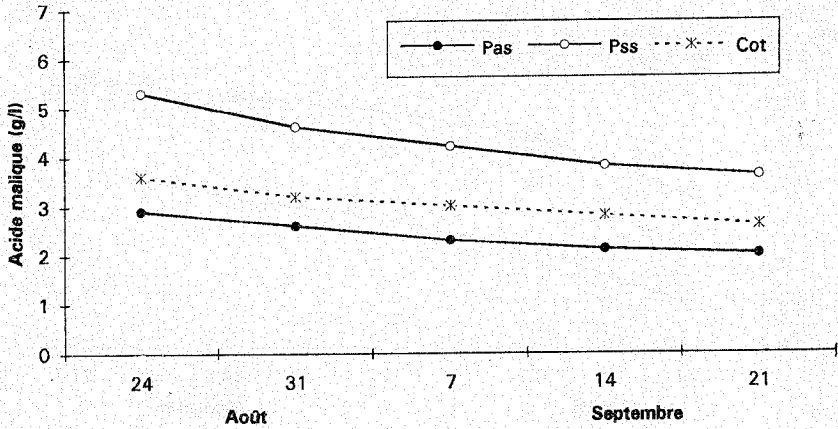


Fig. 10 — Évolution de la teneur en acide malique du moût dans les différents terroirs pendant la maturation du raisin (1990).

Evolução do teor em ácido málico do mosto nas diferentes condições edafo-climáticas durante a maturação da uva (1990).

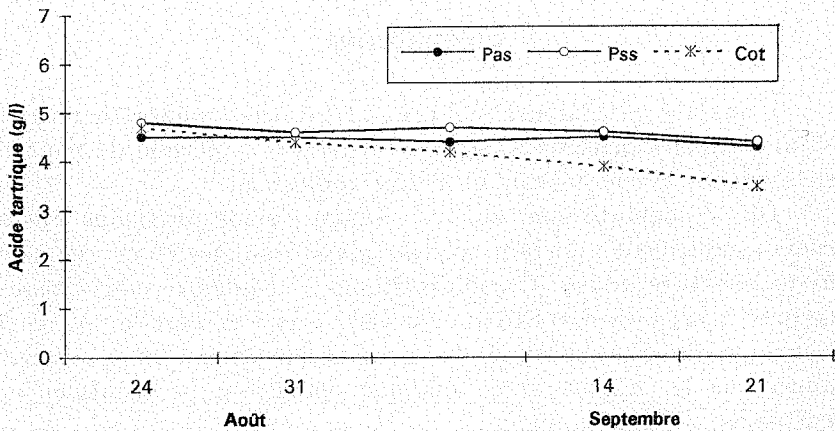


Fig. 11 — Évolution de la teneur en acide tartrique du moût dans les différents terroirs pendant la maturation du raisin (1990).

Evolução do teor em ácido tartárico do mosto nas diferentes condições edafo-climáticas durante a maturação da uva (1990).

on compare ces graphiques avec les référents, respectivement, à l'évolution de l'acidité totale (Fig. 9) et du pH (Fig. 12), on peut mieux comprendre l'importance que l'acide malique peut avoir sur l'acidité totale et sur le pH du moût.

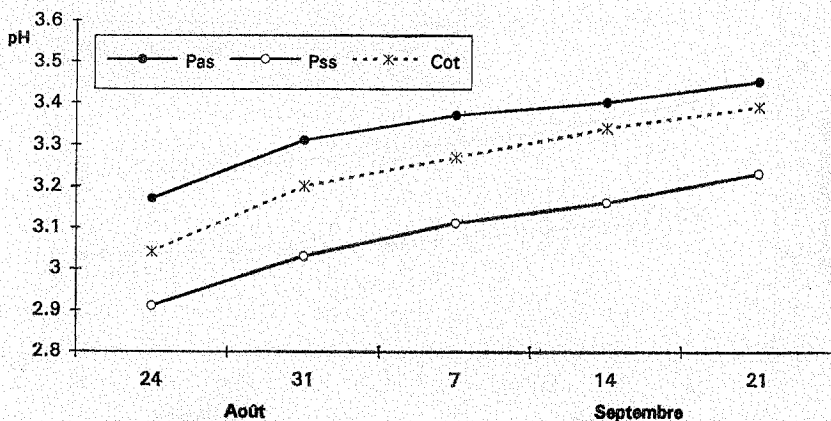


Fig. 12 — Évolution du pH du moût dans les différents terroirs pendant la maturation du raisin (1990).

Evolução do pH do mosto nas diferentes condições edafo-climáticas durante a maturação da uva (1990).

CONCLUSIONS

L'analyse en composantes principales des données du cépage Vital soumis à différents régimes hydriques a permis de mettre en évidence l'effet terroir et l'effet millésime.

On a constaté que sur ce cépage l'acide tartrique reste remarquablement constant, même quand soumis à des régimes hydriques bien divers. L'acide malique, au contraire, varie beaucoup et il est bien corrélé avec l'acidité totale et avec le potentiel hydrique de base mesuré à la mi-maturation. On a vérifié aussi que le rapport acide malique/potassium peut influencer nettement le pH du moût.

En situation de carence hydrique intense on a observé une chute importante du rendement et de la vigueur, et aussi un ralentissement très net dans l'accumulation des sucres dans la baie, vis à vis d'autres situations hydriques plus favorables.

On devra encore souligner l'influence du stress hydrique sur l'abaissement des teneurs en acide malique et en acidité totale, et sur l'augmentation du pH des moûts.

RESUMO

Interacção entre os factores edafo-climáticos e a maturação da uva

Seguiu-se o comportamento da casta Vital em diferentes condições edafo-climáticas (vinha em várzea com e sem stress hídrico; e vinha em encosta) durante três anos (1988/90).

Os solos nas três situações em estudo determinaram diferentes regimes de alimentação em água, na ausência de irrigação.

As condições um pouco particulares deste ensaio permitiram pôr em evidência que o ácido tartárico não desempenha sempre um papel decisivo sobre a acidez total e sobre o pH do mosto. Com efeito, constatou-se que o ácido málico pode ter uma importância considerável sobre o equilíbrio ácido-básico do mosto.

SUMMARY

Interactions between soil and climate and grape ripening dynamics

The behaviour of the grapevine Vital in different situations (vineyard in plain, with and without hydric stress; and vineyard in slope) has been studied for three years (1988/90).

Different soil types originate different water supply levels, in natural event, without irrigation.

We have observed, in the particular conditions of the experiment, that tartaric acid is not always of main importance to the titratable acidity and pH levels of the must.

We pointed out that malic acid may present a considerable importance to the acid-base balance of the must.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aerny, J.

1985 Définition de la qualité de la vendange. *Revue Suisse Vitic. Arbori. Horti.*, 17(4): 219-223.

Champagnol, F.

1986 L'acidité des moûts et des vins. 2^e partie. Facteurs physiologiques et agronomiques de variation. *Prog. Agric. et Vitic.*, 103 (15-16): 361-374.

Clímaco, P. et M. M. Chaves

1987 Influence du stress hydrique et de l'hauteur de la végétation par rapport au sol sur la production du cv. Vital. In *Physiologie de la vigne*: 462-466. OIV. Paris.

- Clímaco, P., M. L. Abrantes et R. Castro
1991 Influence du régime hydrique sur la production et la qualité du moût cv. Vital. *Riv. Vitic. Enol.*, **44**(4): 183-188.
- Duteau, J., M. Guilloux et G. Seguin
1981a Influence des facteurs naturels sur la maturation du raisin, en 1979, à Pomerol et Saint-Emillion. *Conn. Vigne Vin*, **15**(1): 1-27.
1981b 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. Sc. Paris*, t. 292. Série III: 965-967.
- Lima, M. B. et M. C. Clímaco
1990 Aplicação de técnicas de taxonomia numérica ao estudo do envelhecimento de vinhos. *Ciência Técn. Vitiv.*, **9**(1-2): 63-84.
- Mériaux, S., H. Rollin et P. Rutten
1977 Action spécifique de la sécheresse, de la surface foliaire et du rendement sur la teneur en sucres des baies de raisin. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, (13): 939-950.
1979 Effets de la sécheresse sur la vigne. I—Etudes sur Cabernet Sauvignon. *Ann. agron.*, **30**(6): 553-575.
1981 Effets de la sécheresse sur la vigne (*Vitis vinifera* L.). II—Etudes sur «Grenache». *Agronomie*, **1**(5): 375-381.
- Rohlf, F. J.
1988 *NTSYS-pc, numerical taxonomy and multivariate analysis system version, 1.40*. Setauket, New York, Exeter Publishing, Ltd.
- 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*. 141 p. Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles. Bordeaux.
1971 L'alimentation en eau de la vigne et la maturation du raisin en 1970, sur quelques sols typiques du Haut-Médoc. *Conn. Vigne Vin*, **5**(3): 293-313.
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.
1983 Influence des terroirs viticoles sur la constitution et la qualité des vendanges. *Bull. O. I. V.*, **56**(623): 3-18.
- Smart, R. E. et B. G. Coombe
1983 Water relations of grapevines. In *Water deficits and plant growth*. Academic Press. New York.
- Sneath, P. H. A. et R. R. Sokal
1973 Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman & Co., San Francisco.