

## Volatile compounds production during ripening of cv. 'Sangiovese' grapes from different terroir

### Production de composés volatils pendant la maturation du cv. 'Sangiovese' dans différents terroirs

Maurizio BOSELLI<sup>1\*</sup>, Manuel DI VECCHI STARAZ<sup>1</sup>, Laura PIERAGNOLI<sup>2</sup>, Lidia CESERI<sup>2</sup>,  
Marzia MIGLIORINI<sup>3</sup>, Paolo VITI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze, Tecnologie e Mercati della Vite e del Vino, Università di Verona, Villa  
Lebrecht, Via della Pieve, 70 – 37029 San Floriano, Italy

<sup>2</sup>Dipartimento di Ortoflorofruitticoltura, Università di Firenze, Viale delle Idee, 30 – 50019 Sesto  
Fiorentino, Italy

<sup>3</sup>Laboratorio Chimico Merceologico - Azienda Speciale della Camera di Commercio di Firenze, via  
Orcagna, 70 - 50121 Firenze, Italy

\*Corresponding author: [maurizio.boselli@univr.it](mailto:maurizio.boselli@univr.it)

#### Abstract

'Sangiovese' (*Vitis vinifera* L. *sativa* cv. *Sangiovese*) is the main grape variety to be established in Italy, being the only country in Europe where this grape is commonly found. Effects of different *terroir* on the aroma profiles in must of 'Sangiovese' grapes were investigated in two Tuscany areas to study the relationship genotype/environment. Grape volatile compounds are the main contributor to the fresh and fruity note in wines. Compounds responsible for this aroma are different depending on the cultural practices and climatic or biological factors and grape volatile composition can greatly vary during ripening. Volatile compounds of grapes are generally present in trace amounts and we used a SPME method to determine aroma composition of 'Sangiovese' grapes at different times during ripening and at harvest date. For a full understanding of the process, we also described by agronomic and phenological index the ripening of 'Sangiovese' in these two different areas, as well as weather data.

**Mots clés:** profil aromatique, SPME, génotype/environnement, Montalcino

#### Résumé

Le 'Sangiovese' (*Vitis vinifera* L. *sativa* cv. *Sangiovese*) est la variété de vigne la plus plantée en Italie où elle est aussi la principale variété pour surface en culture. Afin d'étudier les relations génotype/environnement, nous avons analysé les effets de différents terroirs sur le profil des arômes du moût de Sangiovese. Les composés volatils sont les principaux responsables des appréciations « frais » et « fruité » dans le vin. Ces composés sont sous l'influence des pratiques culturales et des éléments biologiques et climatiques et la composition des composés volatils peut fortement varier pendant la maturation. Les composés volatils sont normalement présents en quantité trace et nous avons utilisé la méthode SPME pour déterminer la composition aromatique des grappes de 'Sangiovese' à différentes périodes de la maturation et au moment de la récolte. Pour mieux comprendre le rapport génotype/environnement, nous avons aussi étudié le comportement agronomique et phénologique du 'Sangiovese' dans ces deux *terroirs*, ainsi que les données météorologiques.

#### Introduction

Le 'Sangiovese' est la variété la plus cultivée en Italie (69789 ha en 2000; ISTAT, 2000), surtout en Toscane (32555 ha; ISTAT, 2000) et elle est à la base de 12.5% des vins D.O.C. (*Denominazione di Origine Controllata*) et D.O.C.G. (*Denominazione di Origine Controllata e Garantita*). Le 'Sangiovese' est aussi cultivé en Californie (2214 ha; USDA, 2006), en France (1564 ha; Agreste, 2000) et dans d'autres Pays (Boselli, 2001). En Italie, 74 clones de 'Sangiovese' sont officiellement inscrits dans le Catalogue National des Variétés de Vigne. Récentes études ont identifiés l'origine

géographique du ‘Sangiovese’ dans le Sud de l’Italie (Di Vecchi Staraz et al., 2007) et sa parenté directe avec le ‘Ciliegiolo’ (Crespan et al., 2002; Vouillamoz et al., 2004) et des variétés du Sud de l’Italie (Di Vecchi Staraz et al., 2007). Cependant, c’est dans la zone de Montalcino (Département de Sienne, Italie), qu’on produit utilisant le ‘Sangiovese’ l’un des vins le plus réputé du monde : le « Brunello di Montalcino ». Les sols de ce territoire sont très diversifiés. Le climat est typiquement méditerranéen, les précipitations (moyenne annuelle 450-500 mm) sont concentrées au printemps et à l’automne (Consorzio del Vino Brunello di Montalcino, 2005). Dans cette zone, considérée excellente pour la culture du ‘Sangiovese’, nous avons étudié le rapport génotype/environnement. Pour ce faire, nous avons analysé les effets des différents *terroirs* sur le profil des arômes du moût à l’aide des composés volatils. Les composés volatils sont les principaux responsables des appréciations « frais » et « fruité » dans le vin. Ces composés (terpènes, C<sub>13</sub> –norisoprenoids, dérivés de benzène et alcools aliphatiques) sont présents dans la baie, principalement dans l’épiderme. Leur concentration est sous l’influence des pratiques culturales et des éléments biologiques et climatiques. Nous avons donc analysé les éventuelles différences agronomiques et productives du ‘Sangiovese’ clone « SS-F9 A5-48 » dans deux parcelles près de Montalcino, à l’aide d’index analytiques liés à la zone de production (*terroir*), ainsi que les composés phénoliques de la grappe.

## Matériel et méthode

### *Matériel végétal*

Parmi les clones officiels de ‘Sangiovese’ autorisés à la culture en Italie, nous avons étudié le « SS-F9 A5-48 », qui a été agréé en 1978. Évidemment il est certifié exempt de viroses et par rapport à d’autres clones, il possède des caractères distinctifs et adaptés à une production de qualité.

### *Description des parcelles étudiées*

Une des deux parcelles (T1) est située à Sesta (Castelnuovo dell’Abate, Sienne) dans le territoire communal de Montalcino chez le Domaine « Collosorbo ». Le Domaine possède 140 ha, dont 23 à vignoble. La parcelle étudiée, possède une extension de 0.5 ha sur un terrain presque plat, avec exposition Ouest/Sud-Ouest à une altitude de 250 m et à proximité d’un lac artificiel. La plantation, 2.50 x 0.80 m, a été réalisée en 2001, et elle est conduite en cordon court avec palissage vertical et 80 cm d’hauteur d’établissement. Le porte-greffe est le 420-A. Le sol est argileux, argileux-sableux avec présence de galet. L’autre parcelle étudiée (T2) est située près de Buonconvento, à 5 km de Montalcino chez le Domaine “Il Paradiso di Frassina”. Le Domaine possède 8 ha dont 5 à vignoble. La parcelle a une surface de 1 ha, à 350 m d’altitude en côte (pente de 6% à 8%), avec exposition Nord/Nord-Est, en zone très ventilée. La plantation, le porte-greffe et le mode de conduite sont identiques à la parcelle T1 et elle a été aussi réalisée en 2001. Le sol est argileux (argile 54%, limon 37%, sable 9%), lourd avec baisse perméabilité et forte rétention hydrique. La gestion agronomique des deux parcelles a été uniforme et conventionnelle (Jackson et Lombard, 1993).

### *Données météorologiques*

Les données météorologiques, en particulier température et pluviométrie, ont été enregistrées du mois d’avril à octobre, à l’aide de stations météorologiques situées dans les parcelles étudiées. Ces stations météo ont été mises à disposition par A.R.S.I.A.- Région Toscane ([www.arsia.toscana.it](http://www.arsia.toscana.it)).

### *Observations agronomiques et phénologiques*

Le débourrement a été suivi, de la première à la seconde décade d’avril, par la méthode de Baggiolini. La véraison a été relevée sur plusieurs grappes dans chaque parcelle. Le niveau de véraison a été évalué par les index suivants : 0=aucune baie de la grappe en véraison ; 1=20% des baies de la grappe en véraison ; 2=40% des baies de la grappe en véraison ; 3=60% des baies de la grappe en véraison ; 4=80 % des baies de la grappe en véraison ; 5=100% des baies de la grappe en véraison. Le suivi de la maturation a été réalisé de la moitié du mois d’août au 22 septembre, jour des vendanges. Afin de réaliser les courbes de maturation, nous avons réalisé chaque semaine un prélèvement des baies sur chaque parcelle pour un total de cinq prélèvements. A chaque prélèvement nous avons récolté, de façon aléatoire, trois échantillons de 2 kg de baies chacun. Les échantillons ont été réalisés en coupant le pétiole des baies afin d’éviter la rupture de l’épiderme de la baie et la perte de jus. Chaque

échantillon était subdivisé en sous échantillons destinés à différentes analyses : a) 220 baies environ pour l'analyse de la maturité phénolique (méthode Glories): index de polyphénols totaux (OD 280 nm à pH 3.2), rapport marc/jus (g/l), poids moyen de la grappe (g), anthocyanes potentiels et extractibles (mg/l), anthocyanes extractibles (%) et tanins des pépins (%); b) 170 baies environ pour l'analyse de maturité technologique : sucres (g/l, par réfractomètre), pH, acidité totale (g/l, acide tartrique), acide malique (g/l, méthode enzymatique), azote facilement assimilable; c) 100 baies environ pour l'analyse du profil anthocyanique par trois méthodes (selon l'O.I.V.): analyse HPLC des anthocyanes monomères et estérifiés, ainsi que des acides hydroxycinnamoyl tartaric. Les vendanges ont été réalisées le 22 septembre 2005 sur 10 plantes (choisies au hasard au début de l'expérimentation et préservées d'autres prélèvements). Chaque plante nous avons étudié le nombre de grappes, le poids moyen des grappes (g) et la production par souche (Kg). Enfin, nous avons analysé les effets des différents *terroirs* sur le profil des arômes du moût à l'aide des composés volatils, qui nécessitent d'un traitement préventif d'isolation et de concentration pour l'analyse chromatographique quantitative en phase gazeuse. Dans ce travail nous avons utilisé la méthode SPME pour déterminer la composition aromatique.

## Résultats

### *Données météorologiques*

Les données météorologiques des deux parcelles ont été récoltées. La saison a été caractérisée par des fortes précipitations et des températures élevées pendant l'été. Les températures moyennes ont été toujours plus élevées dans la parcelle T1 (à Castelnuovo dell'Abate). Le mois le plus chaud a été juillet dans les deux parcelles (température maximale de 24.9°, enregistrée dans la parcelle T1). Les précipitations ont été décroissantes du mois d'avril au mois de juillet (valeur minimum). Depuis août les précipitations ont repris et en septembre nous avons enregistré la précipitation maximale. En analysant l'évolution mensuel de la température moyenne et des précipitations enregistrées dans les deux parcelles, nous avons remarqué que le débourrement (deuxième décennie d'avril) et la véraison ont été légèrement plus précoce dans la parcelle T1. D'ailleurs, la somme thermique a été légèrement plus élevée dans la parcelle T1 que dans T2. Cependant, les deux parcelles ont assuré les exigences thermiques du clone étudié (1800°/j).

### *Données agronomiques et phénologiques*

Nous avons observé nombreuses différences de maturation entre les deux parcelles. L'évolution des sucres a été différente, mais aux vendanges nous avons observé presque la même quantité dans les parcelles T1 (218 g/l) et T2 (214 g/l), avec des valeurs dans la norme pour ce clone. L'acidité totale et le pH ont eu la même évolution dans les deux parcelles, mais le pH de T2 (pH=3.31) a été plus élevé à la fin. La quantité d'acide malique a été toujours plus importante chez T2 (quantité finale=2.12 g/l) par rapport à T1 (quantité finale=1.27 g/l), même si leur évolution a été similaire. L'évolution de l'azote facilement assimilable a été similaire, mais dans la parcelle T2 a souvent présenté des quantités plus élevées (valeur maximum: 142.27, enregistrée le 2 septembre). L'index des polyphénols totaux, plus élevé et stable dans T2, a fortement augmenté à fin août dans les deux parcelles pour ensuite se stabiliser et augmenter à nouveau lors de vendanges (T1=105.2 et T2=109.47). Le poids moyen des baies a été toujours plus élevé dans la parcelle T2, mais aux vendanges la valeur observée a été presque la même (T1=2.02 et T2=1.98). Le rapport marc/jus a eu une évolution similaire dans les deux parcelles, présentant une valeur identique aux vendanges (402 g/l). L'évolution des anthocyanes potentiels a été très différente, approchant 1510 mg/l dans T1 et 1446 mg/l dans T2. Pendant la maturation, même les anthocyanes extractibles ont été plus importants dans T1 (de minimum 120 mg/l), mais ils ont atteint des valeurs similaires aux vendanges (T1=1167.25 mg/l et T2=1225.58 mg/l). Leurs extractibilité a chuté à la mi-septembre, en particulier dans la parcelle T2 (de 27.29% à 15.23%). Par contre, le trend des tanins de la pellicule a été grandissant pendant toute la saison dans les deux parcelles. Le pourcentage des tanins des pépins après avoir accompli des évolutions très différentes dans les deux parcelles (plus important dans T2 avec un écart maximum=12%), ont atteint la même valeur aux vendanges (environ 55%). Dans les deux parcelles, les cinq composés des profils anthocyaniques ont évolué de façon similaire (Figure 1 et 2), en rejoignant la quantité maximale le 14 septembre pour décroître aux vendanges (22 septembre). Cependant, delphinidine-3-glucoside,

cyanidine-3-glucoside et péonidine-3-glucoside ont évolué différemment, alors que l'évolution de malvidine et petunidine a été la même. Concernant la production, nous avons observé le même nombre de grappe par souche (T1=7.1 et T2=7.6), mais le poids moyen des grappes a été plus élevé dans la parcelle T2 (370 g, T1=303 g). Donc, la production totale a été inférieure dans la parcelle T1.

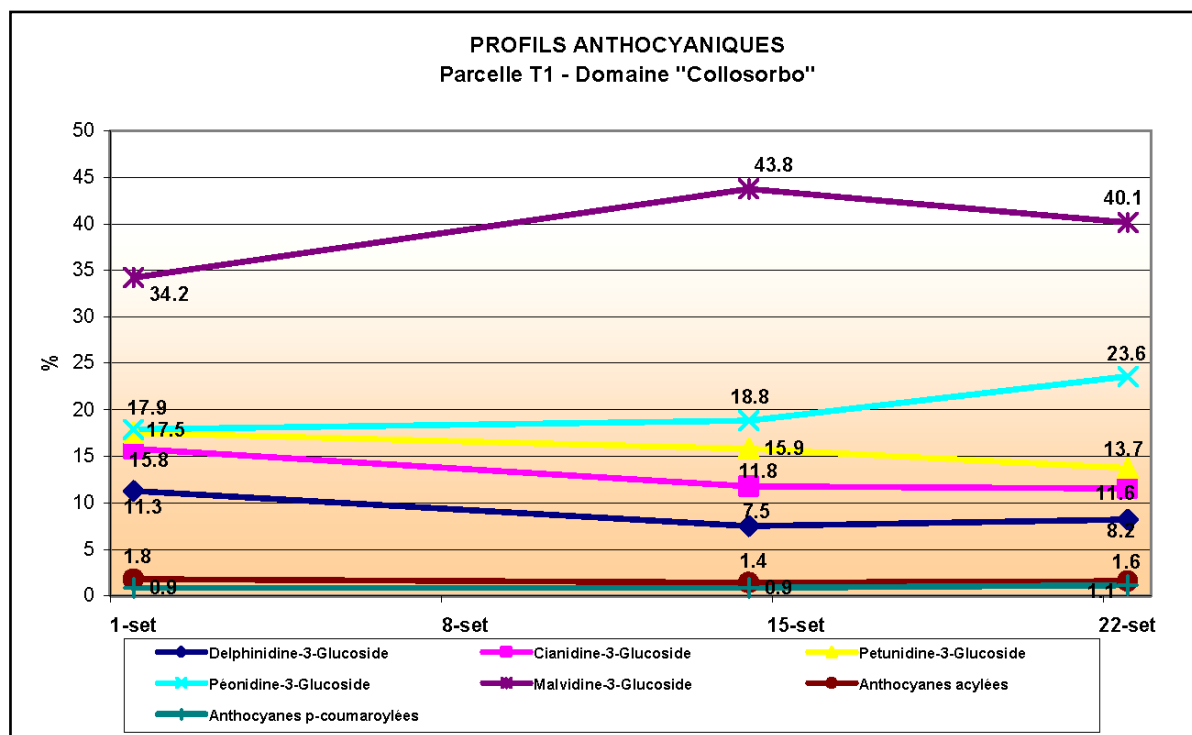


Figure 1 Profils anthocyaniques, réalisés utilisant 100 baies par trois méthodes (O.I.V.), observés dans la parcelle T1 (surface 0.5 ha, Castelnuovo dell'Abate, Sienne, Italie).

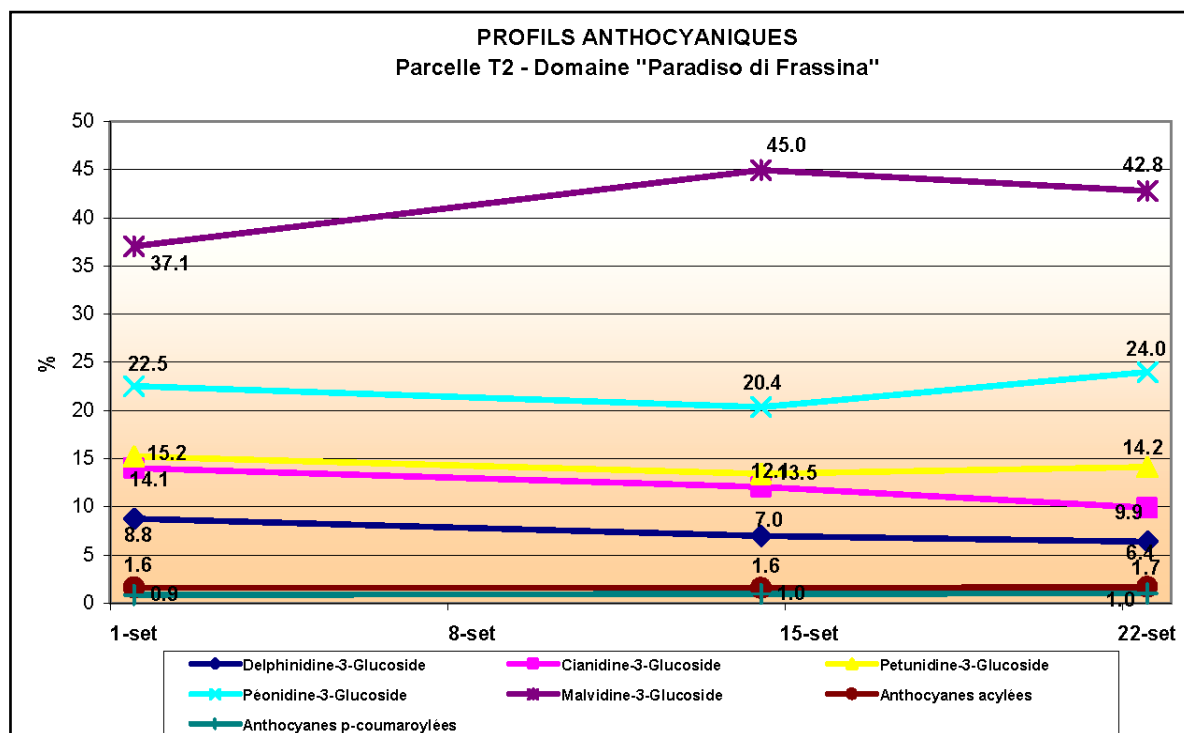


Figure 2 Profils anthocyaniques, réalisés utilisant 100 baies par trois méthodes (O.I.V.), observés dans la parcelle T1 (surface 1 ha, Montalcino, Sienne, Italie).

L'analyse SPME a été réalisée. Nombreux éléments volatils sont présents en quantité infime et nous avons donc regroupés les éléments volatils identifiés en cinq classes : alcools, aldéhydes, esters, composants terpéniques et aromatiques. La gamme des composés volatils est similaire dans les deux parcelles (Figure 1). Cependant, aldéhydes et esters sont plus importants dans la composition de l'échantillon issu de T1, alors que alcools et composants terpéniques et aromatiques sont quantitativement plus présents dans l'échantillon issu de T2 (Figure 3). Un des éléments [(E)-3-Hexen-1-ol] est présent dans l'échantillon T1 et absent dans T2, et un autre [allyle isothiocyanate] est présent dans T2 et absent dans T1.

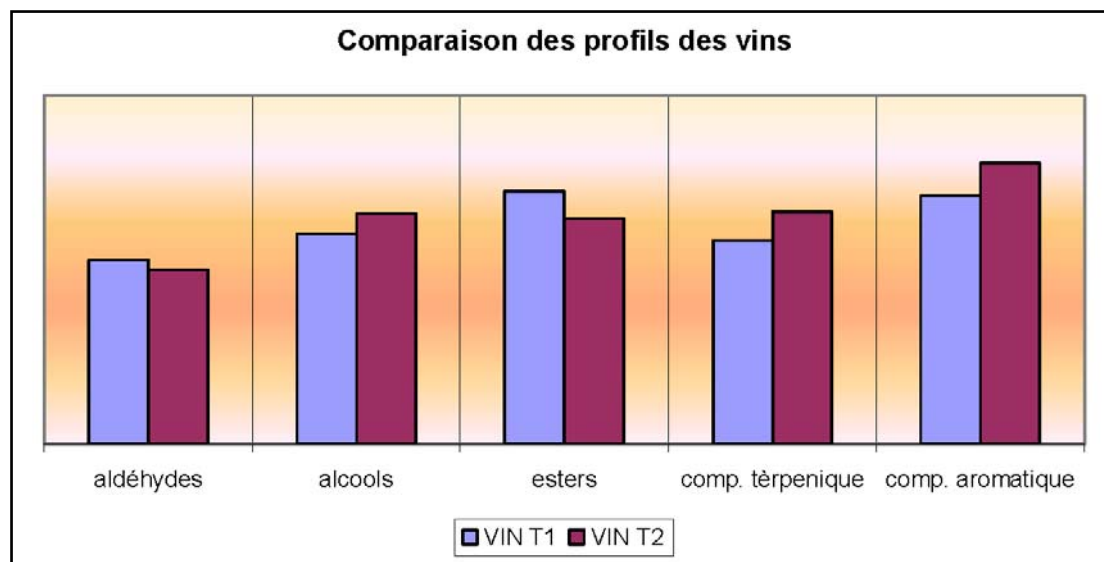


Figure 3 Comparaison proportionnelle entre les valeurs quantitatives obtenues dans l'analyse SPME des deux vins de 'Sangiovese' (T1=0.5 ha, Castelnovo dell'Abate ; T2=1 ha, Montalcino).

## Conclusions

Cette étude, en paramétrant le microclimat et la pédologie de deux terroirs, a permis de mettre en évidence certains caractères de qualité de la production du clone de 'Sangiovese' « SS F9 A5 48 » dans la zone de Montalcino (Sienne, Italie). Nous avons constaté que la majeure somme thermique dans la parcelle T1 a déterminé la précocité de son débourrement, mais a aussi favorisé une meilleure maturation (surtout concernant sucres et acide malique) dans la parcelle T2. L'élément le plus influencé par le microclimat a été l'extractibilité des anthocyanes, plus élevée dans la parcelle T2. D'ailleurs, dans une étude réalisée dans le même territoire, Brancadoro et al. (2004) avaient déjà mis en évidence que le microclimat influence fortement l'extractibilité des anthocyanes, alors que le sol influence plutôt le contenu en polyphénols totaux (Carra et Schugert, 2005; Tyerman et al., 2005). Le *terroir* de la parcelle T1 détermine une majeure production sans affecter appréciablement la qualité totale (Falcetti et al., 2005). En conclusion, les différences de microclimat dans la période avril-octobre n'ont pas déterminé des variations significatives dans les éléments qualitativement importants (Robinson et Davis, 2000) dans la production du clone 'Sangiovese' « SS F9 A5 48 », mettent en évidence aussi sa stabilité phénotypique. L'étude du rapport génotype/environnement souligne les caractères particuliers de chaque *terroir* et permet de valoriser la diversité des productions viticoles (Storchi et Tomasi, 2005; Toninato et al., 2005).

Enfin, les composés volatils identifiés, principaux responsables des appréciations « frais » et « fruité » dans le vin, semblent confirmer une légère différenciation entre les deux *terroirs* même à ce niveau. D'ailleurs, la génération des composés aromatiques est un processus dynamique pendant lequel la concentration des composés volatils change qualitativement et quantitativement. La composition a varié différemment dans T1 et T2 sous l'influence des éléments biologiques et climatiques différents dans les deux parcelles pendant la maturation (reste à évaluer aussi la participation de levures et enzymes). Même dans une gamme normale de concentration, ces différences quantitativement très petites sont au contraire très importantes d'un point de vue sensoriel (Lund et Bohlmann, 2006). Les

résultats de ces recherches peuvent aider les producteurs de vin dans le difficile contexte commercial actuel, où la compétition se déroule au niveau mondial, afin de renforcer l'identité et la qualité des vins. Par contre, la qualité potentielle ou réel d'un *terroir* doit être aussi évalué par l'appréciation sensorielle des vins produits et non seulement par une démarche analytique.

## Références bibliographiques

- AGRESTE, 2000. Recensement Agricole 2000: La viticulture en France métropolitaine. Ministère de l'Agriculture, Paris, France.
- BOSELLI, M. 2001. Il Sangiovese: importanza e diffusione, p. 25-30. In: Proceedings of the I International Symposium on 'Sangiovese', Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione in Agricoltura, Firenze, Italy.
- BRANCADORO L., FAILLA O. et SCIENZA A., 2004. Indagini sulla maturazione fenolica del Sangiovese nell'ambiente di Montalcino. Dipartimento di Produzione Vegetale, Sezione di Coltivazioni Arboree, Università di Milano.
- CARRA A. et SCHUGERT A., 2005. Biosintesi dei polifenoli durante lo sviluppo e la maturazione dell'acino. *Suppl. a L'Informatore Agrario*, **14**: 12-13.
- Consorzio del Vino Brunello di Montalcino, 2005. Il territorio di Montalcino: clima, suolo e posizione dei vigneti. [www.consorziobrunellodimontalcino.it](http://www.consorziobrunellodimontalcino.it).
- CRESPAN M., CALÒ A., COSTACURTA A., MILANI N., GIUSTI M., CARRARO R. et DI STEFANO R., 2002. Cilieggiolo e Aglianicone: unico vitigno direttamente imparentato col Sangiovese. *Riv. Vit.Enol.* **2/3**, 3-14.
- DI VECCHI STARAZ M., THIS P., LAUCOU V., BANDINELLI R., BOURSIQUOT J.-M., LACOMBE T., VARÈS D. et BOSELLI M., 2007. Genetic Structuring and Parentage Analysis for Evolutionary Studies in Grapevine: Kin Group and Origin of the Cultivar Sangiovese Revealed. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **132**: 514-524.
- FALCETTI M., STRINGARI G., BOGONI M. et SCIENZA A., 1995. Relationships among pedoclimatic conditions, plant available water and nutritional status of grapevines. *Acta Horticulturae* **383**: 289-297.
- ISTAT (Istituto Nazionale di Statistica), 2000. Quinto Censimento Nazionale dell'Agricoltura. Roma, Italy
- JACKSON D.I. et LOMBARD P.B., 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality. A review. *Am. J. Enol. Vitic.* **44**:409-430.
- LUND S.T. et BOHLMANN J., 2006. The molecular basis for wine grape quality- a volatile subject. *Science*, **311**: 804-805.
- ROBINSON S.P. et DAVIS C., 2000. Molecular biology of grape berry ripening. *Australian journal of grape and wine Research*, **6**: 175-188.
- STORCHI P. et TOMASI D., 2005. Ecologia viticola e zonazioni. Edagricole.
- TONINATO L., BERNAVA M., CRICCO J. et BRANCADORO L., 2005. Caratterizzazione dei terroirs di Vinci e Cerreto Guidi mediante le risposte del Sangiovese. *L'Informatore Agrario*, **2**: 7-13.
- TYERMAN S.D., TILBROOK J., PARDO C., KOTULA L., SULLIVAN W. et STEUDLE E., 2004. Direct measurements of hydraulic properties in developing berries of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz and Chardonnay. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **10**, 170-181.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2006. Grape acreage report, 2005 California. [www.nass.usda.gov/Statistics\\_by\\_State/California/Publications/Fruits\\_and\\_Nuts/200603grpac.pdf](http://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/California/Publications/Fruits_and_Nuts/200603grpac.pdf)
- VOUILLAMOZ J.F., MONACO A., COSTANTINI L. et AL., 2007. The parentage of 'Sangiovese', the most important Italian wine grape. *VITIS* **46** (1): 19-22.