

# DIFFÉRENCIATION DES VINS DE TANNAT, MERLOT ET CABERNET-SAUVIGNON DE L'URUGUAY SELON LEUR COMPOSITION POLYPHÉNOLIQUE GLOBALE

## DIFFERENTIATION BETWEEN TANNAT, MERLOT AND CABERNET-SAUVIGNON URUGUAYAN WINES ACCORDING THEIR GLOBAL POLYPHENOLIC COMPOSITION

Gustavo GONZÁLEZ-NEVES<sup>1</sup>, Jorge FRANCO<sup>\*\*</sup>, Michel MOUTOUNET<sup>\*\*\*</sup>, Alain CARBONNEAU<sup>\*\*\*</sup>

1 : Laboratorio de Análisis y de Investigaciones, Instituto Nacional de Vitivinicultura, Dr. Pouey 463, Las Piedras, Uruguay, et Unidad de Tecnología de Alimentos, Facultad de Agronomía, av. Garzón 780, Montevideo, Uruguay

2 : Dpto. de Biometría, Estadística y Computación,

Facultad de Agronomía, av. Garzón 780, Montevideo, Uruguay

3 : Viticulture-Œnologie, Agro de Montpellier, 2 place Viala, Montpellier, France

**Résumé :** Une étude de la composition polyphénolique et de la couleur des vins Tannat, Cabernet-Sauvignon et Merlot provenant du sud de l'Uruguay est réalisée dans les millésimes 2001, 2002 et 2003. Les vins sont élaborés à l'échelle réduite, à partir de raisins provenant de vignobles représentatifs de la diversité régionale. Les vins de Tannat sont les plus riches en polyphénols totaux, anthocyanes totales, catéchines et proanthocyanidines. Ils sont les plus intensément colorés et les plus rouges et ils ont aussi les plus hautes proportions d'anthocyanes ionisées, les tanins les plus polymérisés et les plus condensés. Les différences entre millésimes sont très importantes. Les vins de 2001 sont caractérisés par leurs faibles teneurs en polyphénols, notamment anthocyanes et proanthocyanidines et par la présence de tanins grossiers. Les vins de 2002 sont caractérisés par leur forte richesse en polyphénols, de fortes intensités colorantes, la couleur la plus rouge et la moins jaune. Les vins de 2003 sont différenciés par les caractéristiques des tanins. L'ensemble de résultats a permis de différencier les vins des trois cépages et les vins des trois millésimes à l'aide des Analyses Canoniques Discriminantes qui considèrent leur composition polyphénolique.

**Abstract :** The colour and polyphenolic composition of Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot red wines elaborated at a reduced scale in the south of Uruguay in 2001, 2002 and 2003 was carried out. The colour and polyphenolic composition of the wines was evaluated through different spectrophotometric indices. Tannat wines gave the highest total content of polyphenols, anthocyanins, catechins and proanthocyanidins. They also had the highest proportions of ionised anthocyanins and the most polymerised and condensed tannins, as well as the highest colour intensities, the highest proportions of red colour and the lowest yellow colour. The year of production was very important, as far as the polyphenols concentrations, values of the polyphenolic indices and colour of the wines are concerned. A Discriminant Canonical Analysis including all the indices of polyphenolic composition differentiated all the wines according to the grape variety. Tannat wines were particularly differentiated by the polyphenolic concentration, whereas Cabernet-Sauvignon and Merlot wines were differentiated specially by the characteristics of the tannins. A Discriminant Canonical Analysis confirms that the reactivity and the polymerisation of the tannins are the variables that better differentiates wines of 2001 from the rest. Wines of 2002 differentiate from the others especially due to the total polyphenolic concentration, whereas 2003 wines due to the characteristic of the tannins.

**Mots clés :** Tannat, Cabernet-Sauvignon, Merlot, composition polyphénolique, couleur du vin

**Key words :** Tannat, Cabernet-Sauvignon, Merlot, polyphenolic composition, wine colour

## INTRODUCTION

Les facteurs génétiques jouent un rôle fondamental sur la composition du raisin. Ces facteurs conditionnent notamment la composition polyphénolique de la baie (Bourzeix *et al.*, 1983 ; Roggero *et al.*, 1988 ; Souquet *et al.*, 1996), même si les concentrations des différents phénols dans les baies d'une même parcelle peuvent changer de manière significative d'un millésime à l'autre, en fonction des facteurs édaphiques et climatiques et des pratiques viticoles (Hrazdina *et al.*, 1984 ; Di Stéfano *et al.*, 1994 ; González-Neves *et al.*, 2003 ; Tomasi *et al.*, 2003).

La composition polyphénolique du vin présente des différences par rapport à celle du raisin, en fonction du processus de transformation et des réactions qui modifient la structure de ces composés lors de la vinification, de l'élevage et du vieillissement des vins (Glories, 1984 ; Cheynier *et al.*, 1997a et b).

L'objectif de ce travail est l'étude de la composition polyphénolique globale et de la couleur de certains vins des cépages Tannat, Cabernet-Sauvignon et Merlot produits dans le sud de l'Uruguay. Le but est aussi d'identifier les variables qui permettent de différencier davantage les vins de chaque cépage et de chaque millésime.

Pour réaliser ces objectifs, différentes modalités du vignoble (système de conduite, type de taille, éclaircissage de grappes) sont prises en considération pour avoir une variabilité représentative de la diversité régionale des vins des cépages concernés.

Les trois variétés retenues sont les cépages rouges de *Vitis vinifera* les plus répandus dans le vignoble uruguayen. Le Tannat est le cépage rouge le plus intéressant implanté dans le pays, puisqu'il est reconnu comme la variété la plus apte à donner leur typicité et leur originalité aux vins uruguayens (González-Neves, 1999 ; González-Neves et Gatto, 2001 ; González-Neves *et al.*, 2001).

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

### I - MATÉRIEL VÉGÉTAL

Les essais sont réalisés sur les années 2001, 2002 et 2003, à partir de vignobles commerciaux des cv. Tannat, Cabernet-Sauvignon et Merlot situés dans la région Sud de l'Uruguay. Les parcelles sont choisies en fonction des différentes pratiques viticoles employées (système de conduite, type de taille, éclaircissage de grappes) pour avoir une variabilité représentative de la diversité régionale.

Dans tous les cas, le dispositif expérimental est constitué de 30 souches par vignoble lesquelles ont été prises au hasard dans la parcelle.

Quatre situations sont étudiées pour le cépage Merlot, en considérant deux parcelles (l'une avec un vignoble conduit en lyre et l'autre en espalier) où nous avons réalisé un éclaircissage de grappes à la véraison comme alternative.

Pour le cépage Cabernet-Sauvignon, sont considérés trois vignobles dont deux conduits en lyre et l'autre en espalier. Dans le vignoble en espalier, nous avons considéré des plantes avec et sans éclaircissage de grappes à la véraison, dans les trois millésimes.

Pour le cépage Tannat, sont considérées trois parcelles dont deux avec une conduite en lyre et l'autre en espalier. Les plantes en lyre sont taillées dans une parcelle en Cordon de Royat et dans l'autre en Guyot.

### II - VINIFICATIONS

Deux vinifications par parcelle sont faites, avec 50 kg de raisin chacune. Les vendanges sont éraflées et les moûts sont obtenus avec un fouleur Alfa 60 R (ITALCOM, Italie) et la cuvaison est faite en cuves d'acier inoxydable de 100 litres.

La fermentation alcoolique est réalisée après l'ensemencement de levures sèches actives LW UY4 (DSM, Chile) à la dose de 15 grammes par hectolitre. LW UY4 est une souche expérimentale de *Saccharomyces cerevisiae* sélectionnée en Uruguay (Carballo *et al.*, 2003).

Les moûts sont additionnés de 5 grammes de dioxyde de soufre par 100 kg de raisin. Lors de la macération, deux remontages par jour sont réalisés. Les températures de fermentation sont contrôlées, comprises entre 27 et 30 °C pour tous les moûts.

Les décuvages sont faits après 6 jours de macération pour le Merlot et après 7 jours pour le Cabernet-Sauvignon et le Tannat. La durée de la macération est choisie pour chaque cépage en fonction du potentiel polyphénolique du raisin et des extractions de polyphénols totaux et d'anthocyanes vérifiées lors des vinifications du millésime 2001.

Le pressurage du marc est réalisé avec une presse manuelle en acier inoxydable. Les jus de presse et les jus de goutte sont réunis et les vins sont gardés en récipients de verre de 10 litres.

La fermentation malolactique est faite dans tous les cas, grâce aux basses teneurs en dioxyde de soufre dans les vins. Une correction de dioxyde de soufre (40 mg par litre) et deux soutirages sont faits avant l'analyse des vins.

### III - ANALYSES DES VINS

Les analyses des vins sont réalisées après la fin des fermentations malolactiques et exactement deux mois

après la fin des fermentations alcooliques, afin d'avoir les vins stabilisés tant du point de vue tartrique que biologique.

La composition polyphénolique est évaluée grâce aux indices classiques spectrophotométriques. Les polyphénols totaux sont déterminés à l'aide du réactif de Folin-Ciocalteu, selon Singleton et Rossi (1965) ; les anthocyanes totaux sont analysés par la méthode de Ribéreau-Gayon et Stonestreet (1965) ; les catéchines sont quantifiées grâce à la méthode de Swain et Hillis (1959) ; les proanthocyanidines sont déterminées selon Ribéreau-Gayon et Stonestreet (1966).

La couleur est estimée grâce aux indices de Glories (1984b) et à travers des variables CIELAB (C.I.E., 1986), calculées selon la méthode simplifiée proposée par Ayala *et al.* (1997).

D'autres indices spectrophotométriques, qui permettent d'évaluer les polyphénols (indices d'ionisation des anthocyanes, de gélatine, d'éthanol et d'HCl), sont déterminés selon les méthodes décrites par Glories (1978 et 1984), tandis que l'indice DMACH/LA est déterminé selon Vivas *et al.* (1994). Cet indice exprime l'état de condensation des procyanidines, qui participent de la réaction avec le p-diméthylaminocinnamaldéhyde, par rapport aux teneurs en tanins totaux.

Les mesures sont réalisées à l'aide d'un spectrophotomètre Shimadzu UV-1240 Mini (Shimadzu Corp., Japon). Les mesures de la couleur sont faites à l'aide de cellules de verre de 1 mm de parcours optique, tandis que nous avons utilisé des cellules de verre de 1 cm pour déterminer les indices de composition polyphénolique.

Toutes les analyses sont faites avec deux répétitions, après avoir centrifugé les vins à 3,500 rpm pendant 3 minutes grâce à une centrifugeuse MSE Mistral 2000 (Sanyo Gallenkamp, Grande-Bretagne).

#### IV - ANALYSE STATISTIQUE

Les analyses statistiques des résultats sont réalisées à l'aide des logiciels Statgraphics Plus version 4.1 (Stat Graphics Corp., Etats-Unis, 1999) et S.A.S./Stat Software Release 8.2 (S.A.S. Corp., États-Unis, 2001).

Les analyses de la variance entre cépages et entre millésimes sont faites, suivies des séparations de moyennes par le test de Tukey au risque d'erreur de 5 p. cent.

Des analyses multidimensionnelles (Analyses Canoniques Discriminantes) sont faites à partir des résultats des analyses de la composition polyphénolique.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### I - COMPOSITION POLYPHÉNOLIQUE ET COULEUR

Les vins de Tannat sont les plus riches en polyphénols totaux, anthocyanes totales, catéchines et proanthocyanidines (figures 1 à 4). Les teneurs en polyphénols totaux des vins de Cabernet-Sauvignon et de ceux de Merlot n'ont pas montré de différences statistiques, sauf en ce qui concerne les vins de 2003 (figure 1). Les vins de Cabernet-Sauvignon sont plus riches en anthocyanes que ceux de Merlot (figure 2).

Les différences entre les vins des divers cépages ne sont pas liées seulement à leur richesse en différents composés. En effet, la structure moléculaire des polyphénols a présenté des différences notables, comme l'indiquent les valeurs des divers indices évalués (tableau I).

Les vins de Tannat ont les plus hautes proportions d'anthocyanes en état ionisé, sauf en 2001. De plus, les valeurs moyennes de l'indice d'HCl et de l'indice DMACH/LA indiquent que ces vins ont en général les tanins les plus polymérisés et les plus condensés (Glories, 1978 ; Vivas *et al.*, 1994).

Les valeurs du rapport DMACH/LA, qui montrent le degré de condensation des tanins (Vivas *et al.*, 1994), n'ont pas toujours présenté une coïncidence avec celles de l'indice d'HCl, qui sont liées au degré de polymérisation des tanins (Glories, 1978). Selon Vivas *et al.* (1994), les différences observées entre DMACH/LA et l'indice d'HCl peuvent être expliquées par des modes de condensation et des encombrements stériques variables des molécules de tanins.

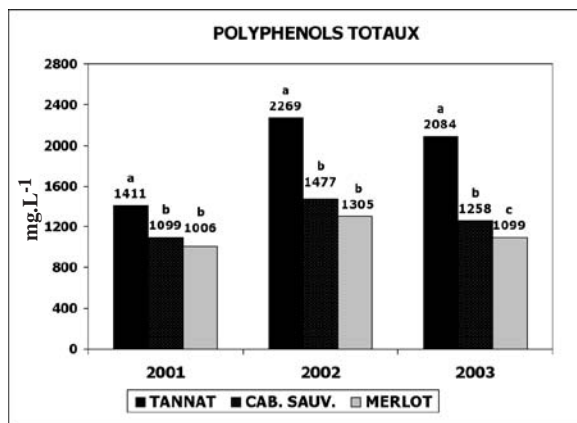
Les valeurs de l'indice de gélatine indiquent que les vins de Merlot ont les tanins les plus réactifs vis-à-vis des protéines ; ceci peut signifier qu'ils sont les plus « durs » et les plus astringents (Glories, 1978), malgré leurs moindres teneurs en tanins par rapport aux vins des autres cépages (figure 4).

En termes généraux, les caractéristiques des vins expérimentaux coïncident avec celles reportées précédemment pour des vins commerciaux produits en Uruguay avec les cépages étudiés (González-Neves, 1999 ; González-Neves et Gatto, 2001 ; González-Neves *et al.*, 2001).

En ce qui concerne la couleur, les vins de Tannat présentent les intensités colorantes les plus fortes, les valeurs les plus faibles de luminosité ( $L^*$ ), les majeures proportions de rouge et les proportions les plus basses de jaune, dans les trois millésimes (tableaux II et III). D'ailleurs, si les différences vérifiées pour la couleur des vins sont en relation avec leur composition polyphéno-

lique, les valeurs du pH peuvent avoir une incidence non négligeable sur les caractéristiques chromatiques correspondant aux vins de chaque cépage.

Les vins de Merlot ont les valeurs les plus basses du pH, tandis que ceux de Cabernet-Sauvignon ont les valeurs les plus hautes de ce paramètre dans les trois millésimes (résultats non montrés). L'acidité du vin a une incidence



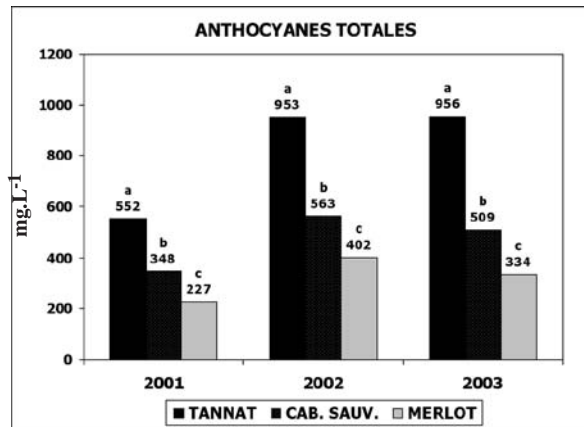
**Figure 1 - Teneurs moyennes en polyphénols totaux des vins de chaque cépage dans chaque millésime.**

Les valeurs sont exprimées en mg d'acide gallique par litre. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas différentes par le test de Tukey au risque d'erreur de 5 p. cent.

Total polyphenol average contents in each varietal wines for each vintage

très importante sur la proportion de molécules d'anthocyanes qui est sous forme de cation flavilium (Glories, 1984a).

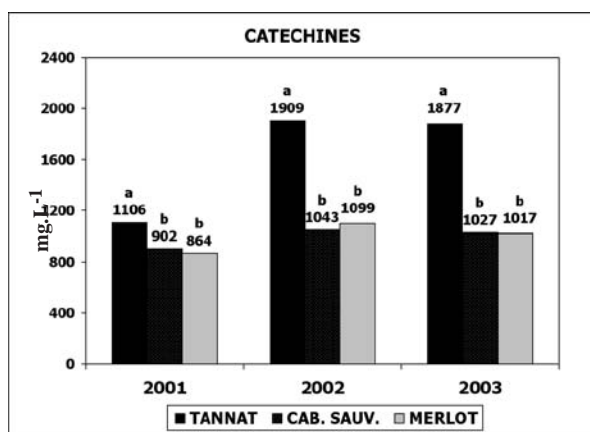
En coïncidence, les vins de Cabernet-Sauvignon ont toujours présenté les moindres proportions d'anthocyanes ionisées (tableau I). Ceci peut expliquer les faibles différences de couleur constatées entre ces vins et ceux de



**Figure 2 - Teneurs moyennes en anthocyanes totales des vins de chaque cépage dans chaque millésime.**

Les valeurs sont exprimées en mg d'équivalent de malvidine-3-glucoside par litre. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas différentes par le test de Tukey au risque d'erreur de 5 p. cent.

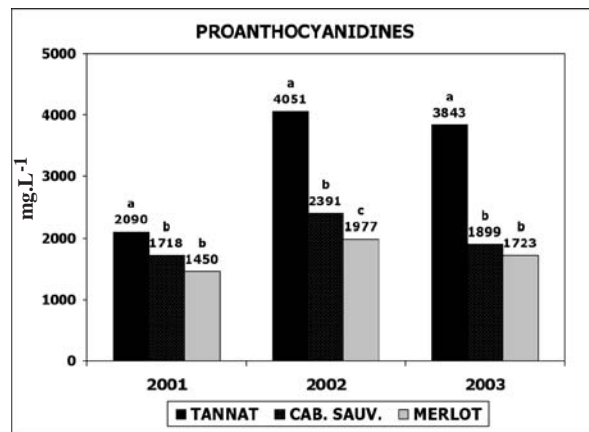
Total anthocyanin average contents in each varietal wines for each vintage



**Figure 3 - Teneurs moyennes en catéchines des vins de chaque cépage dans chaque millésime.**

Les valeurs sont exprimées en mg de D-catéchine par litre. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas différentes par le test de Tukey au risque d'erreur de 5 p. cent.

Catechin average contents in each varietal wine for each vintage



**Figure 4 - Teneurs moyennes en proanthocyanidines des vins de chaque cépage dans chaque millésime.**

Les valeurs sont exprimées en mg de chlorure de cyanidine par litre de vin. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas différentes par le test de Tukey au risque d'erreur de 5 p. cent.

Proanthocyanidin average contents in each varietal wine for each vintage

Merlot (tableau II), malgré les différences significatives constatées entre leurs teneurs moyennes en anthocyanes totales, car les vins de Merlot ont présenté les plus faibles concentrations de ces composés toutes les années (figure 2).

Les valeurs moyennes des indices de couleur obtenues pour les vins de Cabernet-Sauvignon et de Merlot n'ont pas présenté de différences significatives. Pourtant, en termes généraux les vins de Cabernet-Sauvignon ont des valeurs plus fortes de l'intensité colorante que ceux de Merlot. Les vins de Merlot ont présenté des valeurs plus faibles de la teinte en 2002 et en 2003 ; ceci est dû à des proportions de rouge plus fortes et des proportions de jaune plus faibles que celles mesurées pour les vins de Cabernet-Sauvignon (tableaux II et III).

L'effet millésime est très important. Les différences entre les concentrations polyphénoliques et les valeurs des divers indices polyphénoliques et chromatiques des vins de chaque millésime sont notables, avec une variabilité très importante selon l'année (figures 1 à 4 et tableaux I, II et III).

Les vins obtenus en 2001 sont caractérisés par des teneurs polyphénoliques significativement plus basses que celles vérifiées pour les vins issus en 2002 et en 2003 (figures 1 à 4). La couleur des vins de 2001 est bien moins intense, moins obscure (valeurs élevées de luminosité), moins rouge et plus jaune que celles des vins des autres millésimes (tableaux II et III). Les vins de 2001 ont aussi les valeurs les plus hautes des indices de gélatine et DMACH/LA (tableau I), ce qui signale la présence de tanins peu condensés et très réactifs (Glories, 1978 ; Vivas *et al.*, 1994).

Les vins de 2002 sont significativement plus riches en polyphénols et ils présentent une couleur significativement plus intense et plus obscure, avec une proportion moyenne majeure de rouge et inférieure de jaune que ceux produits dans les autres années (figures 1 à 4 et tableaux II et III).

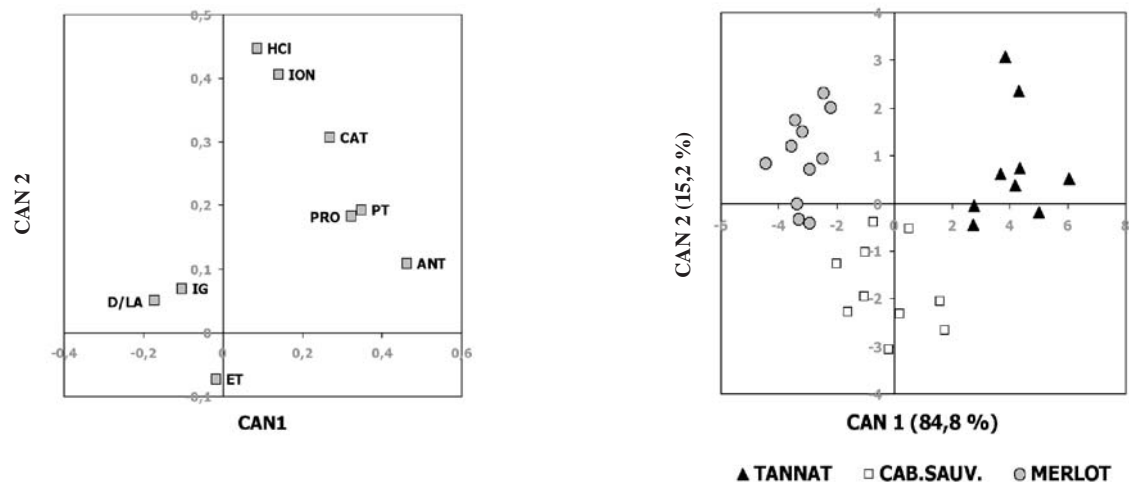
Ces résultats peuvent être associés aux conditions du climat de chaque millésime ; l'année 2001 a été la plus pluvieuse et la plus chaude dans les mois qui précèdent la vendange, l'année 2002 a été la plus sèche en janvier et février et l'année 2003 a présenté les nuits les plus

**Tableau I - Valeurs moyennes des indices polyphénoliques dans les vins de chaque cépage dans chaque millésime.**

Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas différentes par le test de Tukey au risque d'erreur de 5 p. cent.

**Polyphenolic index average values in each varietal wines for each vintage**

		<b>Tannat</b>	<b>Cabernet-Sauvignon</b>	<b>Merlot</b>
<b>Indice d'ionisation</b>	<b>2001</b>	20,9 a	15,7 b	21,9 a
	<b>2002</b>	52,2 a	26,3 b	32,5 b
	<b>2003</b>	40,1 a	22,2 c	30,2 b
<b>Indice d'HCl</b>	<b>2001</b>	21,9 a	19,5 ab	18,4 b
	<b>2002</b>	28,5 a	19,8 b	21,6 b
	<b>2003</b>	24,7 a	11,7 b	26,3 a
<b>Indice de gélatine</b>	<b>2001</b>	77,4 b	73,7 b	84,3 a
	<b>2002</b>	53,6 c	65,2 b	78,4 a
	<b>2003</b>	54,8 b	54,2 b	70,6 a
<b>Indice d'éthanol</b>	<b>2001</b>	13,1 b	14,2 b	18,0 a
	<b>2002</b>	12,1 b	15,9 a	13,6 b
	<b>2003</b>	21,4 a	19,3 ab	16,4 b
<b>DMACH / LA</b>	<b>2001</b>	42,6 b	42,5 b	45,5 a
	<b>2002</b>	27,6 c	31,8 b	40,3 a
	<b>2003</b>	34,5 b	44,9 a	42,6 a



**Figure 5 - Corrélations canoniques et distribution des échantillons correspondant à chaque cépage sur le plan défini par les deux fonctions discriminantes canoniques obtenues à partir de l'analyse de la composition polyphénolique.**

PT = Teneurs en polyphénols totaux; ANT = Teneurs en anthocyanes; CAT = Teneurs en catéchine; PRO = Teneurs en proanthocyanidines; IG = Indice de gélatine; HCl = Indice d'HCl; ET = Indice d'éthanol; D/LA = DMACH / LA; ION = Indice d'ionisation.

**Canonical correlations and sample distribution corresponding to each grape variety on the plane defined by the two discriminant canonical functions obtained from polyphenolic composition analysis.**

**Tableau II - Indices classiques de la couleur des vins.**

Valeurs moyennes pour chaque cépage dans chaque millésime. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas différentes par le test de Tukey au risque d'erreur de 5 p. cent.

**Classical indexes of wine colour**

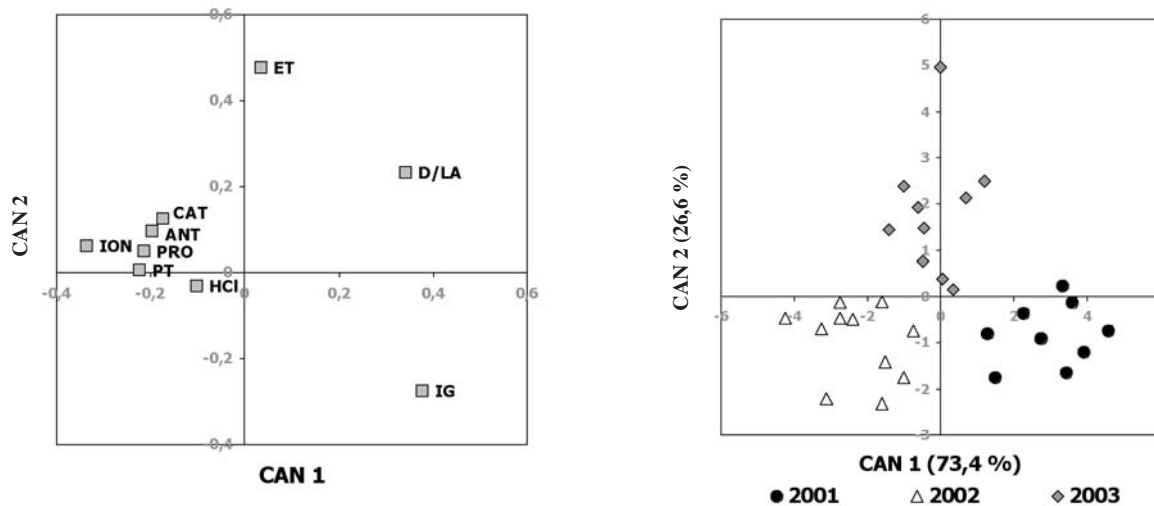
		<b>Tannat</b>	<b>Cabernet-Sauvignon</b>	<b>Merlot</b>
<b>Intensité colorante</b>	2001	10,18 a	5,94 b	5,59 b
	2002	27,18 a	12,93 b	11,31 b
	2003	21,43 a	10,07 b	9,63 b
<b>Teinte</b>	2001	0,697 c	0,793 b	0,866 a
	2002	0,587 b	0,717 a	0,691 a
	2003	0,585 c	0,720 a	0,678 b
<b>% Jaune</b>	2001	35,7 c	38,7 b	40,5 a
	2002	32,5 b	36,5 a	36,0 a
	2003	32,1 c	36,3 a	35,4 b
<b>% Rouge</b>	2001	51,4 a	48,9 b	46,8 c
	2002	55,5 a	51,0 b	52,3 b
	2003	54,8 a	50,5 c	52,2 b
<b>% Bleu</b>	2001	12,9 ns	12,4 ns	12,7 ns
	2002	12,0 ab	12,5 a	11,7 b
	2003	13,1 a	13,2 a	12,4 b

**Tableau III - Indices CIELAB de la couleur des vins.**

Valeurs moyennes pour chaque cépage dans chaque millésime.

CIELAB indexes of wine colour.

		Tannat	Cabernet-Sauvignon	Merlot
<b>C*</b>	2001	41,2 a	29,6 b	28,3 b
	2002	39,2 b	43,7 ab	45,1 a
	2003	41,8 ns	41,5 ns	43,0 ns
<b>L*</b>	2001	53,4 b	69,4 a	71,0 a
	2002	26,3 b	47,8 a	52,1 a
	2003	30,1 b	53,4 a	55,0 a
<b>a*</b>	2001	40,4 a	28,8 b	26,9 b
	2002	37,0 b	41,2 ab	43,2 a
	2003	40,4 b	40,8 ab	42,3 a
<b>b*</b>	2001	7,3 ns	6,7 ns	8,7 ns
	2002	12,7 ns	14,2 ns	12,8 ns
	2003	10,4 a	7,0 b	7,4 b



**Figure 6 - Corrélations canoniques et distribution des échantillons correspondant à chaque millésime sur le plan défini par les deux fonctions discriminantes canoniques obtenues à partir des indices de composition polyphénolique.**  
 PT = Teneurs en polyphénols totaux; ANT = Teneurs en anthocyanes; CAT = Teneurs en catéchines; PRO = Teneurs en proanthocyanidines; IG = Indice de gélatine; HCl = Indice d'HCl; ET = Indice d'éthanol; D/LA = DMACH / LA; ION = Indice d'ionisation.

Canonical correlations and sample distribution corresponding to each vintage on the plane defined by the two discriminant canonical functions obtained from polyphenolic composition indexes.

fraîches. Ces conditions ont une incidence très importante sur la synthèse polyphénolique (Hrazdina *et al.*, 1984 ; Tomasi *et al.*, 2003).

## II - DIFFÉRENCIATION DES VINS EN FONCTION DU CÉPAGE ET DU MILLÉSIME

Les différences de composition polyphénolique entre les vins de chaque cépage ont été de telle magnitude que nous avons établi une discrimination parfaite entre eux, à l'aide des analyses à variables multiples réalisées à partir de l'ensemble des résultats obtenus. Ainsi, les résultats d'une première Analyse Canonique Discriminante permettent de signaler que les concentrations en polyphénols totaux, en anthocyanes et en proanthocyanidines, l'état d'ionisation des anthocyanes et le degré de polymérisation des tanins, sont les facteurs les plus importants de différenciation entre les vins des trois cépages (figure 5).

La première fonction discriminante canonique explique 84,8 p. cent de la variance totale, la deuxième fonction discriminante canonique explique 15,2 p. cent de la variance. La distribution des scores à l'aide des deux fonctions montre que les vins de Tannat sont situés sur les valeurs les plus positives de l'axe défini par la première fonction, qui sont davantage en relation avec les teneurs en anthocyanes, en polyphénols totaux, en proanthocyanidines et en catéchines. Les scores correspondant aux vins de Merlot sont situés vers l'extrémité négative de l'axe horizontal, qui est liée aux valeurs de l'indice DMACH/LA et à celles de l'indice de gélatine, mais ces vins ne sont pas parfaitement différenciés de ceux de Cabernet-Sauvignon sur cet axe.

En revanche, les échantillons de Cabernet-Sauvignon sont différenciés des autres notamment sur l'axe défini par la deuxième fonction. Les scores correspondant aux vins de cette variété sont situés sur les valeurs les plus négatives de l'axe, davantage liées à l'indice d'éthanol mais aussi aux indices de gélatine et DMACH/LA. Les scores des vins de Merlot et de Tannat sont situés vers les valeurs positives de l'axe qui sont liées à l'indice d'HCl et à l'indice d'ionisation.

L'effet millésime est montré par une autre Analyse Canonique Discriminante, qui a permis de différencier les vins issus chaque année selon leur composition polyphénolique. Les caractéristiques des tanins (leur réactivité, leur degré de polymérisation et leur proportion à l'état colloïdal) sont les facteurs qui pèsent davantage sur cette différenciation (figure 6).

La première fonction canonique, qui explique 73,4 p. cent de la variance totale, est déterminée davantage par l'indice de gélatine, l'indice DMACH/LA et l'indice d'ionisation des anthocyanes. La deuxième fonction

canonique, qui explique 26,6 p. cent de la variance, est liée notamment aux valeurs de l'indice d'éthanol et de l'indice de gélatine.

Les vins issus en 2002, qui ont leurs scores situés sur les valeurs les plus négatives de l'axe défini par la première fonction, sont bien différenciés de ceux produits en 2001, qui sont situés sur les valeurs les plus positives. Les vins issus en 2003 sont mieux différenciés des autres sur l'axe vertical où leurs scores sont situés sur les valeurs les plus positives.

Cette distribution indique que les vins de 2001 sont différenciés davantage de ceux des autres années par la forte réactivité et la faible polymérisation de leurs tanins. Les vins issus en 2002 sont différenciés davantage par leurs fortes teneurs en polyphénols totaux. Les vins issus en 2003 sont différenciés davantage par leurs proportions de tanins à l'état colloïdal et par le degré de polymérisation de ces molécules.

## CONCLUSIONS

Les facteurs génétiques sont à l'origine des différences de composition polyphénolique entre les vins. Les vins de Tannat sont les plus riches en polyphénols totaux, anthocyanes totales, catéchines et proanthocyanidines. Ils sont les plus intensément colorés et les plus rouges et ils ont aussi les plus hautes proportions d'anthocyanes ionisées, les tanins les plus polymérisés et les plus condensés.

Les différences entre millésimes sont très importantes. Les vins de 2001 sont caractérisés par leurs faibles teneurs en polyphénols, notamment anthocyanes et proanthocyanidines, et par la présence de tanins grossiers, qui sont les plus réactifs avec la gélatine et les moins polymérisés. Les vins de 2002 sont caractérisés par leur forte richesse en polyphénols, de fortes intensités colorantes, la couleur la plus rouge et la moins jaune. Les vins de 2003 sont différenciés davantage par le degré de polymérisation et les proportions de tanins à l'état colloïdal.

L'ensemble de résultats concernant à la composition polyphénolique globale a permis de différencier les vins des trois cépages et les vins des trois millésimes. La différenciation entre les vins de chaque cépage est faite davantage par leurs teneurs polyphénoliques (polyphénols totaux, anthocyanes, catéchines et proanthocyanidines), ainsi que par l'état d'ionisation des anthocyanes et le degré de polymérisation des tanins. La différenciation entre millésimes est faite davantage par les caractéristiques des tanins (leur réactivité, leur degré de polymérisation et leur proportion à l'état colloïdal).

Remerciements : Les auteurs remercient les établissements D., E. y G. Pisano, Establecimiento Juanicó, Viña Varela Zarranz,



et Viñedos y Bodegas Filgueira qui ont donné les raisins pour l'élaboration des vins. À Claude Flanzy et à Michel Bourzeix pour leurs commentaires concernant cet article. Au personnel du Laboratorio de Análisis y de Investigaciones de I.L.N.A.VI., Graciela Gil, Laura Barreiro, Darwin Charamelo, Gabriela Gatto, Rosa Bochicchio, Alicia Tessore et Juan Balado, qui ont participé activement à ce travail. À Georgina Bordo pour son aide dans l'informatisation des résultats, la réalisation des analyses statistiques et la traduction du résumé. G. González-Neves adresse sa reconnaissance au Programa de Desarrollo Tecnológico de la DINACYT (Dirección Nacional de Ciencia y Tecnología) de l'Uruguay pour le soutien financier reçu, dans le cadre de la bourse d'études PDT S/C/BE/04/10 et le Projet PDT S/C/OP/07/21.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AYALA F., ECHÁVARRI J. et NEGUERUELA A. 1997. A new simplified method for measuring the color of wines. I. Red and Rosé Wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, **48** (3), 357-363.
- BOURZEIX M., HEREDIA N. et KOVAC V., 1983. Richesse de différents cépages en composés phénoliques totaux et en anthocyanes. *Prog. Agric. Vitic.*, **17**, 421-428.
- CARBALLO M., ROUSSERIE H., CARRILES P., MAKLOUF M., CAMELIA N. et TOMASSO M., 2003. Aislación y selección de levaduras nativas del Tannat de la zona de El Colorado Canelones - Uruguay. In: *Compte Rendu IX Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología*. Santiago de Chile.
- CHEYNIER V., FULCRAND H., SARNI P. et MOUTOUNET M. 1997a. Reactivity of phenolic compounds in wine: diversity of mechanisms and resulting products. In *Compte Rendu Symposium In Vino Analytica Scientia*, Bordeaux, 143-154.
- CHEYNIER V., HIDALGO I., SOUQUET J. et MOUTOUNET M., 1997b. Estimation of the oxidative changes in phenolic compounds of Carignane during winemaking. *Am. J. Enol. Vitic.*, **48** (2), 225-228.
- DI STEFANO R., MORIONDO G., BORSA D., GENTILINI N. et FOTI S., 1994. Influenza di fattori climatici e colturali sul profilo antocianico varietale. *L'Enotecnico*, **XXX** (4), 73-77.
- GLORIES Y., 1978. Recherches sur la matière colorante des vins rouges. *Thèse Doctorat en Sciences*. Université de Bordeaux II.
- GLORIES Y., 1984. La couleur des vins rouges. 2<sup>e</sup>. Partie: Mesure, origine et interprétation. *Connaissance Vigne Vin*, **18** (4), 253-271.
- GONZÁLEZ-NEVES G. et GATTO G., 2001. Caracterización de la composición fenólica y el color de vinos tintos uruguayos de las variedades Tannat, Cabernet-Sauvignon y Merlot. *Inf. Tecnol.*, **12** (3), 9-14.
- GONZÁLEZ-NEVES G., 1999. Color y composición de vinos tintos jóvenes Tannat, Cabernet-Sauvignon y Merlot de Uruguay. *Vitic. Enol. Prof.*, **64**, 43-50.
- GONZÁLEZ-NEVES G., GÓMEZ-CORDOVÉS C. et BARREIRO L., 2001b. Anthocyanic composition of Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot young red wines from Uruguay. *J. Wine Res.*, **12** (2), 125-133.
- GONZÁLEZ-NEVES G., FERRER M., BARREIRO L., GIL G., CARBONNEAU A. et MOUTOUNET M., 2003. Composición de uvas tintas producidas en la región sur de Uruguay. Incidencia de la variedad de uva. In: *Compte Rendu Taller-Seminario Zonificación del cultivo de la vid, terroir - terruño y potencial de cosecha*. CYTED, Montevideo, 98-111.
- HRAZDINA G., PARSONS G. et MATTICK L., 1984. Physiological and biochemical events during development and maturation of grape berries. *Am. J. Enol. Vitic.*, **35** (4), 220-227.
- RIBÉREAU-GAYON P. et STONESTREET É., 1965. Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. *Bull. Soc. Chim.*, **9**, 2649.
- RIBÉREAU-GAYON P. et STONESTREET E., 1966. Dosage des tanins du vin rouge et détermination de leur structure. *Chimie Anal.*, **48**, 188-196.
- RIBÉREAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A. et DUBOURDIEU D., 1998. *Traité d'œnologie. 2. Chimie du vin. Stabilisation et traitements*. Ed. Dunod, Paris.
- ROGGERO J., LARICE J., ROCHEVILLE-DIVORNE C., ARCHIER P. et COEN S., 1988. Composition anthocyanique des cépages. I. Essai de classification par Analyse en Composantes Principales et par Analyse Factorielle Discriminante. *R.F.C.E.*, **112**, 41-48.
- SINGLETON V. et ROSSI J., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic and phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, **16**, 144-158.
- SOUQUET J., CHEYNIER V., SARNI-MANCHADO P. et MOUTOUNET M., 1996. Les composés phénoliques du raisin. *J. Int. Sci. Vigne et Vin*, **33** (N° HS), 99-107.
- SWAIN T. et HILLIS W., 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.*, **10**, 63-68.
- TOMASI D., PITACCO A. et PASCARELLA G., 2003. Bunch and berry temperature and anthocyanin synthesis and profile in Cabernet sauvignon. *Riv. Vitic. Enol.*, **4**, 3-15.
- VIVAS N., GLORIES Y., LAGUNE L., SAUCIER C. et AUGUSTIN M., 1994. Estimation du degré de polymérisation des procyanidines du raisin et du vin par la méthode au p-diméthylaminocinnaldéhyde. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, **28** (4), 319-336.