

## ANALYSE DU *CIS*- ET *TRANS*-RESVERATROL DANS LES VINS PRODUITS AU PORTUGAL

### ANALYSIS OF *CIS*- AND *TRANS*-RESVERATROL IN PORTUGUESE WINES

G. de REVEL, T. HOGG\* et Cristina SANTOS\*

Faculté d'Enologie, Laboratoire de Chimie Analytique,  
Université de Bordeaux II - 351, cours de la Libération, 33405 Talence cedex (France)

\*Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa,  
Rua Dr. Bernardino de Almeida, 4200 Porto (Portugal)

**Résumé :** Nous mettons au point une méthode d'analyse du resveratrol (*trans*-3,5,4'-trihydroxystilbene) à l'aide de la chromatographie en phase gazeuse et détection par ionisation de flamme (FID), après une extraction du vin par l'éther et silylation par l'hexaméthylsilazane (HMDS). Le seuil de détection est de 5 µg/l. Une séparation parfaite des différents isomères *trans* et *cis* du resveratrol est obtenue et permet leur détermination dans tous les vins étudiés. Ainsi nous montrons que l'isomère *cis* est toujours présent dans le vin et peut atteindre de 30 à 70 p. cent du resveratrol total. Nous présentons ici une première étude sur la composition en resveratrol des vins provenant de différentes régions du Portugal. Les vins analysés présentent des teneurs en isomères *trans* de l'ordre de 120 à 500 µg/l dans les vins blancs, et de 400 à 4500 µg/l dans les vins rouges. Une étude plus particulière du Vinho Verde (vin du Nord du Portugal) a été effectuée.

**Abstract :** *Trans*-resveratrol (*trans*-3,5,4'-trihydroxystilbene) has been reported as contributing to the health promoting properties of wine. In this study wines made exclusively from native Portuguese varieties were assayed for the levels of *trans*-resveratrol. The method developed uses GC-FID and GC-MS determinations of TMS derivatives; derivatisation by hexamethyldisilazane following ether extraction of wines. Two currently used food antioxidants nordihydroguaiaretic acid (NDGA) and 2',4',5'-trihydroxybutyrophenone (THBP), were employed as internal standards, being extracted and derivatised in exactly the same way as the determined resveratrol. These internal standards permitted the verification of a good linearity and reproducibility for this determination, with a detection limit of 5 µg/l. A characteristic of this method is the enhanced discrimination between *cis*- and *trans*- isomers of resveratrol with the consequent possibility of the determination of *cis*-resveratrol. The levels of resveratrol from wines of different regions of Portugal was studied. There appeared to be considerable variation in the concentrations encountered in the various wines although generally red wines contained much higher levels than white wines. The use of glucosidase enzymes in winemaking led to an increase of 3 - to 4 - fold in the levels of resveratrol encountered in Vinho Verde wines. Differences were noted between the resveratrol levels of specific varietal wines from the Vinho Verde.

**Mots clefs :** resveratrol, vin, analyse chromatographique

**Key words :** resveratrol, wine, GC analysis

### INTRODUCTION

Les effets bénéfiques du vin sur la santé ont toujours été une question très polémique. Récemment plusieurs études scientifiques font état des répercussions bénéfiques d'une consommation modérée de vin (SEIGNEUR et al., 1990) combinée avec un régime alimentaire de type méditerranéen. Une étude statistique effectuée dans la région de Toulouse a complété la notion du « French-Paradox » (REYNAUD et De LORGERIL, 1992). Les habitants de cette région, consommateurs d'aliments riches en lipides saturés ont

une mortalité coronarienne inférieure à celle des habitants des autres pays industrialisés, notamment Etats-Unis et Europe du Nord. Ces derniers ont une alimentation en lipides très similaire à celle des habitants d'Europe du Sud mais ils ne consomment pas ou peu de vin.

Parmi les constituants du vin, les composés phénoliques méritent de retenir l'attention pour leur pouvoir protecteur déjà bien connu (MASQUELIER, 1988). Plus récemment, diverses équipes à la suite des travaux de SIEMANN et CREASY (1992) ont démontré la présence du *trans*-resveratrol dans le vin

(JEANDET et al., 1993 ; LAMUELA-RAVENTOS et WATERHOUSE, 1993 ; MATTIVI, 1993). Le *trans*-resveratrol a déjà été mis en évidence dans les raisins dont les pellicules sont particulièrement riches. Cette molécule est une phytoalexine produite par le raisin en réponse à un stress ou à une agression fongique et le plus souvent à *Botrytis cinerea* (LANGCAKE, 1981 ; JEANDET et al., 1991). Ce composé dont l'effet protecteur avait déjà été signalé est également mis en évidence dans le vin. Le resveratrol a premièrement été signalé dans des végétaux d'origine asiatique dont la réelle qualité hygiénique a été démontrée (KIMURA et al., 1985).

Plusieurs travaux récents tentent de connaître l'influence de la technologie sur la teneur du vin en *trans*-resveratrol mais également l'importance des cépages utilisés et des régions productrices (MATTIVI, 1993 ; JEANDET et al., 1995 ; LAMUELA-RAVENTOS et al., 1995).

Dans ce travail, nous mettons en évidence la richesse des vins portugais en resveratrol et notamment les vins rouges de certaines régions. Dans une seconde partie, nous étudions, plus spécialement, les cépages de la région du Vinho Verde et l'impact de l'utilisation des enzymes à activités secondaires glucosidases. La méthode d'extraction et d'analyse que nous avons mise au point permet avec un équipement simple (un intégrateur lié à un chromatographe en phase gazeuse et détection en ionisation de flamme : GC-FID), le dosage du resveratrol avec une limite de détection de 5 µg/l. Cette méthode permet simultanément une détermination des formes isomères *trans* et *cis* du resveratrol (figure 1) et donc d'étudier leurs teneurs respectives dans le vin, sachant que seule la forme *trans* existe dans le raisin (JEANDET et al., 1991).

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les vins analysés pour la détermination du resveratrol sont d'origine commerciale, seuls les vins provenant des cépages de la région du Vinho Verde proviennent de microvinifications.

Les produits utilisés sont de pureté analytique : *trans*-resveratrol, Sigma n° R5010 ; acide nordihydroguaiarétique = 4,4'-(2,3-diméthyl-1,4-butanediyl bis [1,2-benzenediol], > 95 p. cent, Fluka n° 74540 ; 2',4',5'-trihydroxybutyrophénone, > 98 p. cent, Fluka n° 91948 ; éther éthylique, > 99,8 p. cent, Fluka n° 31690 ; éthanol absolu p.a., 99 p. cent, Merck ; hydrogénophosphate de disodium, > 99 p. cent, Merck ; sul-

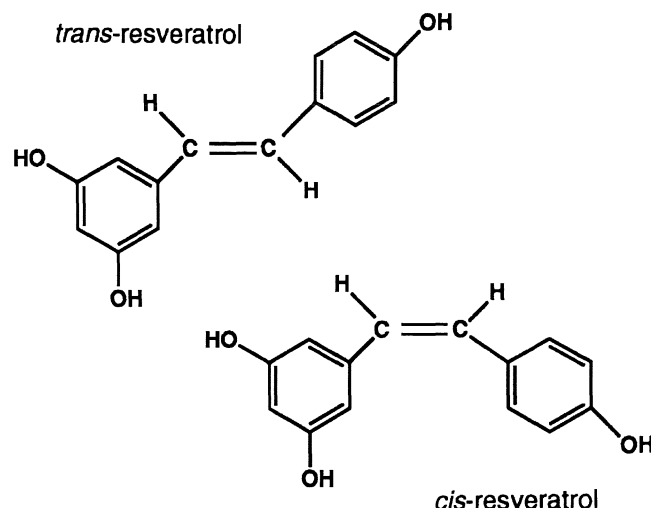


Figure 1 — structure du *trans*-resveratrol et du *cis*-resveratrol

fate disodique, 99 p. cent, Merck ; pyridine, Sigma n° P3776 ; hexaméthylidisilazane (HMDS), Sigma n° H4876 ; acide trifluoroacétique anhydre, 99 p. cent, Sigma n° T8258.

Les solutions étalons sont préparées et conservées dans l'éthanol à 50 p. cent volume. Les étalons internes, acide nordihydroguaiarétique (NDGA) et trihydroxybutyrophénone (THBP) ont une concentration de 500 mg/l. La concentration de la solution mère du *trans*-resveratrol est également de 500 mg/l. Ces solutions concentrées sont gardées à 4°C et protégées de la lumière pendant leur préparation, leur stockage et leur utilisation.

## I — PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

Une des originalités de la méthode modifiée de JEANDET et al. (1991), est d'utiliser des étalons internes (NDGA et THBP) qui vont subir tout le processus de préparation de l'échantillon et permettre ainsi une analyse performante. Ces deux molécules sont facilement extraites par l'éther. Elles comportent de nombreux sites de silylation et leur poids moléculaire élevé permet un temps de rétention proche de celui du resveratrol. Ces composés sont habituellement utilisés comme antioxydants alimentaires et leur méthode de détermination est similaire (KLINE et al., 1978). Le THBP est utilisé comme second étalon interne car très rarement, dans certains vins rouges, apparaît un pic important très proche du NDGA qui peut gêner le calcul si l'on ne possède pas une station de retraitement. Le rapport des surfaces des 2 étalons internes doit être sensiblement constant. Le coefficient de réponse du resveratrol par rapport au NDGA est d'environ 1.

À 50 ml de vin sont ajoutés 50 µl de la solution des étalons internes NDGA et THBP et 5 g de phosphate de sodium. Puis, il est effectué une extraction dans un ballon de 100 ml par 10, 5, 5 ml d'éther pendant 5 minutes. Les phases recueillies ensemble sont séchées par du sulfate de sodium (15 g). Ce dernier est lavé par 2 fois 10 ml d'éther et l'extrait assemblé est évaporé à sec (sans aucune trace d'eau) pour être dérivé. La formation de dérivés s'effectue par 0,2 ml de pyridine, 0,7 ml de HMDS et 0,1 ml d'acide trifluoroacétique anhydre dans un flacon fermé hermétiquement (RIBÉREAU-GAYON et BERTRAND, 1971). Les quantités de sel et de réactif ont été optimisées pour le dosage du resveratrol.

Après trois heures à 60 °C, l'échantillon est prêt à être injecté, il est gardé à température ambiante, protégé de la lumière. Dans ces conditions, il est pratiquement inaltérable. Un µl de l'extrait dérivé est injecté dans le chromatographe.

## II — ANALYSE CHROMATOGRAPHIQUE

Un appareil Carlo Erba 5300 mega series est utilisé, équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (FID). La colonne capillaire est une phase apolaire SE30 (30 m x 0,32 mm x 0,25 µm ; JW Scientific). La température du four est programmée de 60 °C à 260 °C à raison de

2°C/min, le palier isotherme final dure 20 minutes. Il est possible d'utiliser une méthode plus rapide sans aucune altération de la résolution : de 150°C à 260°C à raison de 2°C/min. Les températures de l'injecteur et du détecteur sont respectivement de 250 et 300°C. Le gaz vecteur est l'hélium 55, sa pression d'entrée est de 100 kPa, le débit de 2 ml/min, au diviseur de 30 ml/min. L'injection se fait sans division pendant 20 secondes. Une station de retraitement des données (Konikrom Data system) est utilisée. Les temps de rétention respectifs des isomères du resveratrol et des étalons internes sont, pour la première programmation de température : THBP = 63'80, *cis*-resveratrol = 81'15, *trans*-resveratrol = 94'20, NDGA = 99'27, et pour le second programme : THBP = 20'11, *cis*-resveratrol = 36'12, *trans*-resveratrol = 49'13, NDGA = 54'10 (figure 2). Le temps de rétention et le facteur de réponse du *cis*-resveratrol ont été déterminés après complète isomérisation du *trans*-resveratrol commercial.

Comme la solution hydroalcoolique du produit pur, le dérivé silylé du *trans*-resveratrol est également sensible à la lumière. Après 7 jours d'exposition sans protection particulière, 95 p. cent du resveratrol se trouvent sous forme *cis* (De REVEL, 1995). Il est donc recommandé de protéger constamment de toute source lumineuse les vins mais aussi l'échantillon après dérivatisation, soit par un verre opaque, soit par du papier d'aluminium.

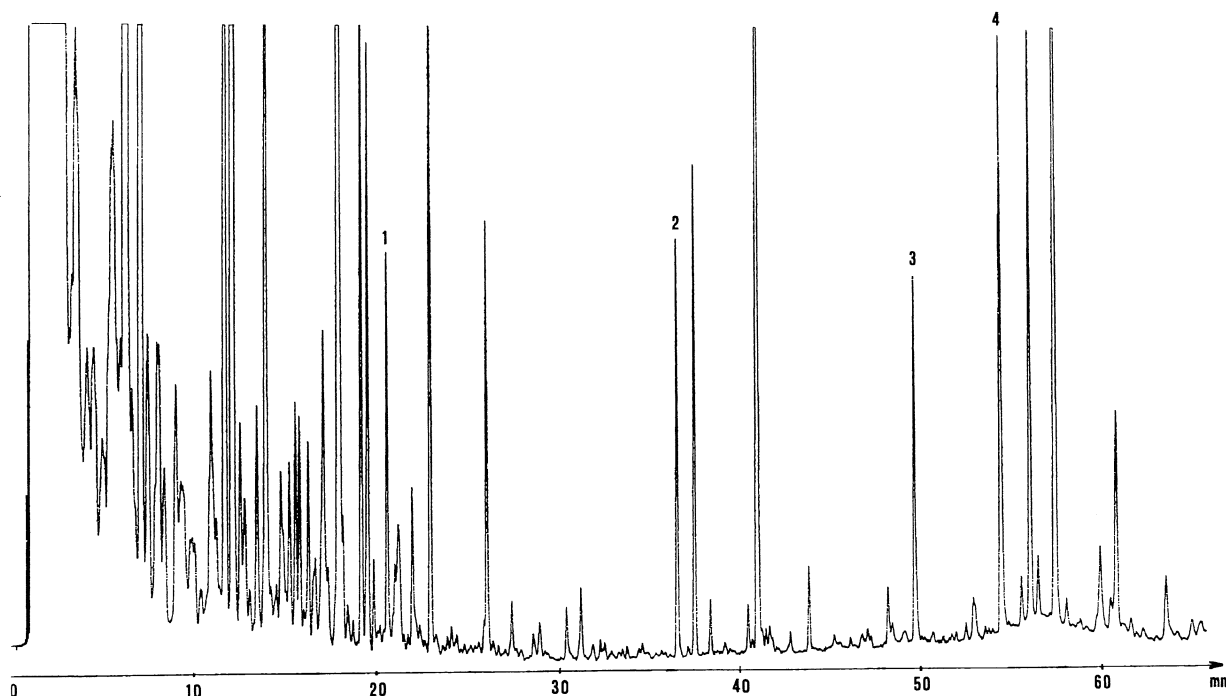


Figure 2 — Chromatogramme en phase gazeuse d'un vin rouge après dérivatisation (T.M.S.), détection par FID.

La température du four est programmée, à raison de 2°C/min, de 150°C à 260°C (20 minutes).

Pics : (1) 2',4',5'-trihydroxybutyrophenone (étalon interne), (2) *cis*-resveratrol, (3) *trans*-resveratrol, (4) acide nordihydroguaiarétique (étalon interne).

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### I — MÉTHODE DE DOSAGE

Dans les raisins, seule la forme *trans* est présente (JEANDET et *al.*, 1991). Dans le vin, après fermentation, les deux formes coexistent dans des proportions variables. La méthode présentée ici permet la parfaite séparation des deux isomères *cis* et *trans* du resveratrol et leur analyse par chromatographie dans les différents échantillons. Pour une injection de 1 µl la sensibilité est d'environ 5 µg/l.

Les résultats obtenus montrent une bonne linéarité. Des quantités connues rajoutées à un même vin sont retrouvées avec une précision satisfaisante aussi bien pour les vins blancs que pour les vins rouges (figure 3).

L'étude de la répétabilité du dosage a été effectuée avec 9 préparations et injections différentes du même vin. Les résultats pour le vin rouge sont présentés dans le tableau I. Le coefficient de variation est de 13 p. cent pour le *trans*-resveratrol et de 9 p. cent pour l'isomère *cis*.

Les contrôles par couplage chromatographique en phase gazeuse-spectrométrie de masse ont montré la fiabilité de la méthode (figure 4). L'ion moléculaire du dérivé TMS du resveratrol est de 444 et les ions caractéristiques sont M/Z = 444 / 429 / 355 / 323 / 223 / 221 / 207 / 179 / 165 / 147 / 133 / 115.

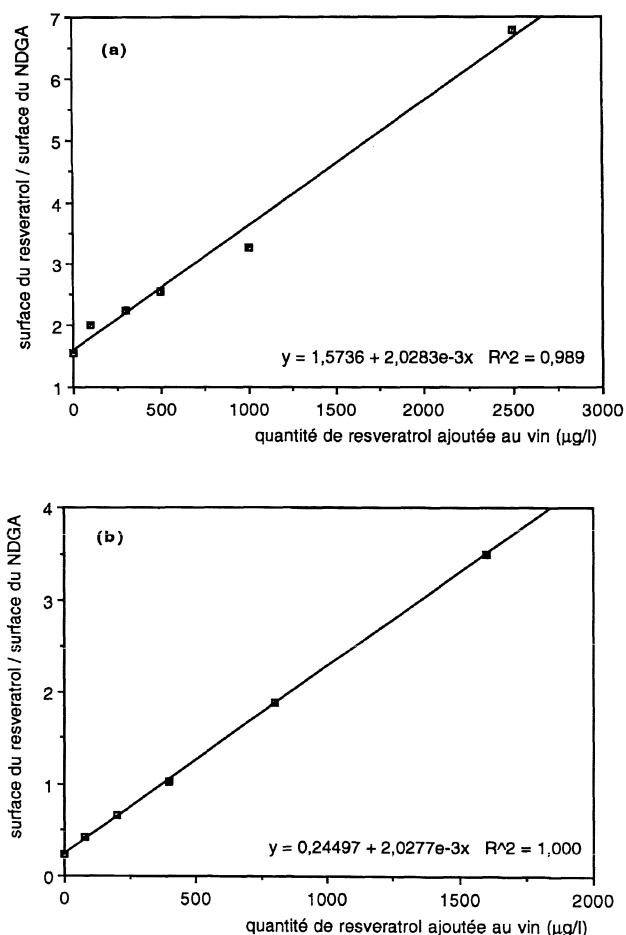


Figure 3 — Etude de la linéarité du dosage du *trans*-resveratrol dans un vin rouge (a) et dans un vin blanc (b)

TABLEAU I

Répétabilité du dosage du *trans*-resveratrol et du *cis*-resveratrol d'un vin rouge

<b>trans-Resveratrol :</b>									
échantillon n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
teneur (µg/l)	84,33	76,70	112,7	104,3	115,1	108,5	88,63	103,0	99,85
minimum (µg/l) =	76,70								
maximum (µg/l) =	115,1								
moyenne (µg/l) =	99,25								
écart type (sd) =	13,2								
coefficient de variation (RSD) =	13,3 %								
<b>cis-Resveratrol :</b>									
échantillon n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
teneur (µg/l)	228,1	219,8	207,4	206,5	208,7	170,6	191,2	183,7	216,6
minimum (µg/l) =	170,6								
maximum (µg/l) =	228,1								
moyenne (µg/l) =	203,6								
écart type (sd) =	18,43								
coefficient de variation (RSD) =	9,05 %								

TABLEAU II

Teneurs ( $\mu\text{g/l}$ ) en *cis* et *trans*-resveratrol rencontrées dans quelques vins portugais.

Origine	Millésime	<i>cis</i> -resveratrol	<i>trans</i> -resveratrol
<b>Vins blancs</b>			
Bairrada	1992	228	255
Douro	1993	121	257
Dão	1993	400	506
Vin de Porto blanc	—	16	10
Vinho Verde	—	129	127
Alentejo	1994	161	103
<b>Vins rouges</b>			
Vinho Verde	1989	2237	1263
Torres Vedras	1990	2005	4507
Dão	1990	640	2082
Dão	1991	617	1386
Alentejo	1991	67	78
(Cabernet Sauvignon)			
Douro	1991	951	1060
Douro	1991	793	666
Setubal	1992	570	572
Région Nord	1992	3029	322
Douro	1993	608	164
(vinho licoroso)			
Beiras	1993	422	668
(Cabernet Sauvignon)			
Alentejo	1993	1332	985
Dão	1994	3344	2575

## II — TENEURS EN RESVERATROL DE QUELQUES VINS

Nous avons analysé des vins portugais d'origines différentes et les teneurs rencontrées sont très hétérogènes (tableau II). Les deux isomères *cis* et *trans* du resveratrol sont toujours présents dans le vin.

Les teneurs en *trans*-resveratrol rencontrées dans les vins rouges peuvent être 10 fois supérieures à celles rencontrées dans les vins blancs. Dans les vins rouges, la concentration minimale en isomère *trans* est de l'ordre de 0,30 mg/l (à une exception près) et la concentration maximale de 4,51 mg/l alors que pour le *cis*-resveratrol, les concentrations sont de 0,42 mg/l minimum à 3,34 mg/l maximum. Dans les vins blancs secs, le *trans*-resveratrol présente une valeur minimale de 0,13 mg/l et maximale de 0,51 mg/l alors que pour l'isomère *cis*, elle est de 0,12 mg/l et 0,40 mg/l respectivement. Les vins portugais ne semblent pas présenter de variations significatives de leurs teneurs en resveratrol selon leur

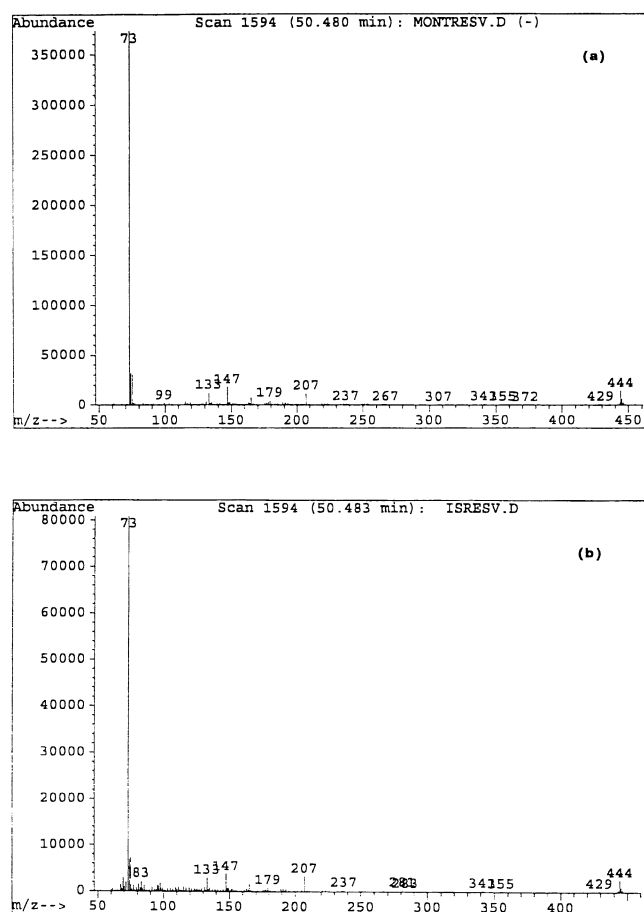


Figure 4 — Spectre de masse du dérivé TMS du *trans*-resveratrol dans un extrait d'un vin (a) et d'un standard (b)

origine géographique. Les différences rencontrées auraient plutôt pour origine des pratiques œnologiques différentes telles que le temps de macération ou la température de fermentation. Le resveratrol est en effet concentré dans la pellicule du raisin, la vinification dans le cas du vin rouge (fermentation en présence du marc, longue macération et utilisation du vin de presse) va favoriser l'extraction du resveratrol.

La répartition des isomères *cis* et *trans* n'est pas équivalente dans les différents types de vins ; le pourcentage de l'isomère *trans* varie de 34 à 76 p. cent de la teneur en resveratrol. Cette étude montre donc la présence de l'isomère *cis* du resveratrol en très grande concentration dans le vin à l'opposé de ce qui avait été montré dans le raisin. L'isomérisation par la lumière ne semble pas être à l'origine de telle quantité de *cis*-resveratrol, mais ce phénomène peut tout de même participer aussi bien au niveau du moût que du vin, et lors de l'exposition des bouteilles à la lumière.

D'autre part, nous constatons que, dans tous les vins dont le vieillissement est de type oxydatif, les valeurs en resveratrol (*cis* ou *trans*) sont très faibles. C'est le cas, en particulier, du vin de Porto. La disparition du resveratrol qui semble accompagner ce type de vieillissement pourrait se traduire par une formation de composé d'oxydation comme par exemple l'hydroxybenzaldéhyde.

À la suite des travaux de JEANDET *et al.* (1994) confirmant la présence dans le vin du dérivé glycoside du resveratrol, par l'activité d'enzyme  $\beta$ -D-glucosidase, nous avons recherché une éventuelle libération de la molécule du resveratrol lors de pratique œnologique impliquant l'utilisation d'enzyme exogène. Des vins, qui avaient été traités avec des enzymes à activité glucosidase secondaire, ont été analysés en vue de rechercher les concentrations des différents isomères du resveratrol (tableau III). Nous avons utilisé deux préparations enzymatiques différentes. Deux cépages de la région du Vinho Verde ont servi de base à l'expérimentation : Loureiro et Pederna. Les vins témoins, non additionnés d'enzyme, présentent des concentrations différentes selon l'origine, le vin vinifié à partir du cépage Loureiro étant le plus riche. Par l'utilisation des préparations enzymatiques, la concentration finale en resveratrol est doublée ou triplée en comparaison des vins témoins. Quel que soit le cépage, une concentration équivalente est rencontrée dans les vins traités. Il est à remarquer que la forme *cis* augmente également, bien que plus faiblement. L'utilisation d'enzyme favorise donc une libération du resveratrol dans le vin et semble diminuer la variabilité due aux cépages. Secondairement, la présence du resveratrol glycosidique est mise en évidence dans le produit du raisin comme il l'avait été dans d'autres végétaux.

TABLEAU III

**Effet de l'utilisation de deux enzymes commerciales à activité glucosidase secondaire sur les concentrations en *trans* et *cis* resveratrol ( $\mu\text{g/l}$ ) rencontrées dans les vin finis du millésime 1993**

	Forme <i>trans</i>	Forme <i>cis</i>	Total
<b>Cépage Loureiro</b>			
témoin	182	299	481
enzyme A	560	414	974
enzyme B	417	380	797
<b>Cépage Pederna</b>			
témoin	125	166	291
enzyme A	494	477	971
enzyme B	525	379	904

D'autre part, dans le cadre de l'étude des vins portugais, les vins du millésime 1994, provenant des différents cépages de la région du Vinho Verde (Nord du Portugal) ont été plus particulièrement étudiés (tableau IV). Il existe pour les vins rouges des variations considérables de la concentration en resveratrol et les cépages Verdelho et Borraçal semblent les plus riches. Il est remarquable de constater de telle variation, alors que les raisins provenaient du même domaine, avec un même microclimat et une pression fongique équivalente et ont été vinifiés de la même façon.

Comme nous l'avons remarqué dans l'étude plus générale des vins portugais, les vins blancs présentent ici aussi des concentrations inférieures aux vins rouges. Mais cette série de vins blancs est particulièrement pauvre en resveratrol (en comparaison du millésime 1993), une des explications pourrait être que l'année 1994 a présenté dans ce pays, une pression fongique plus faible.

Le resveratrol qui est produit par le raisin en réponse aux attaques de *Botrytis cinerea* (peu importante cette année) est alors en faible teneur dans le vin. Parmi les vins étudiés, les vins de trois cépages présentent des concentrations inférieures, il s'agit de Pederna, Azal et Avesso. Ces résultats succincts sont à compléter mais montrent déjà une très grande hétérogénéité selon les cépages. Il faudrait également envisager l'importance du glycoside lié au resveratrol pour une étude plus détaillée du potentiel de chaque cépage.

TABLEAU IV

**Concentrations en *cis* et *trans* resveratrol ( $\mu\text{g/l}$ ) dans différents vins de l'année 1994, issus des cépages de la région du Vinho Verde**

	Forme <i>trans</i>	Forme <i>cis</i>	Total
<b>Cépage rouge</b>			
Vinhão	195	226	421
Espadaneiro	—	353	353
Verdelho	1202	936	2138
Borraçal	1077	648	1725
<b>Cépage blanc</b>			
Loureiro	28	84	112
Pederna	—	45	45
Trajadura	45	93	138
Azal	—	68	68
Alvarinho	91	72	163
Avesso	—	31	31

## CONCLUSION

Cette première détermination du resveratrol dans les vins du Portugal a pu être effectuée grâce à une technique d'analyse relativement simple et fiable. Nous avons pu constater la grande richesse des vins du Portugal et montrer que cette molécule n'est pas spécifique aux vins septentrionaux. Une étude doit être mise en place en ce qui concerne les différents cépages du Portugal et particulièrement des cépages nationaux. L'influence de la technologie de vinification doit être précisée non seulement sur la concentration en *trans*-resveratrol mais également vis-à-vis de l'apparition du *cis*-resveratrol au cours des différentes étapes de la vinification et de l'élevage du vin.

**Remerciements :** La confirmation par analyse en GC-MS a été effectuée par nous même dans le laboratoire du Professeur A. Bertrand à la Faculté d'Enologie de Bordeaux que nous tenons à remercier pour sa disponibilité et ses conseils. Les auteurs tiennent à remercier F. Moura de la Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho et S. Rogerson de Escola Superior de Biotecnologia pour la mise à la disposition des vins.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- JEANDET P., BESSIS R. et GAUTHERON B., 1991. The production of resveratrol (3,5,4'-trihydroxystilbene) by grape berries in different developmental stages. *Am. J. Enol. Vitic.* **42**, n° 1, 41-46.
- JEANDET P., BESSIS R., MAUME B.F. et SBAGHI M., 1993. Analysis of resveratrol in Burgundy wines. *J. Wine Research.*, **4**, n°2, 79-85.
- JEANDET P., BESSIS R., SBAGHI M. et MEUNIER P., 1994. Occurrence of a resveratrol  $\beta$ -D-glucoside in wine: preliminary studies. *Vitis*, **33**, 183-184.
- JEANDET P., BESSIS R., MAUME B.F., MEUNIER P., PEYRON D. et TROLLAT P., 1995. Effect of enological practices on the resveratrol isomer content of wines. *J. Agric. Food Chem.*, **43**, n°2, 316-319.
- KIMURA Y., OKUDA H. et ARICHI S., 1985. Effects of stilbene on arachidonate metabolism in leukocytes. *Biochim. Biophys. Acta*, **834**, n°2, 275-278.
- KLINE D., JOE F. et FAZIO T., 1978. A rapid gas-liquid chromatographic method for the multi-determination of antioxidants in fats, oils and dried food products. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **61**, n°3, 513-519.
- LAMUELA-RAVENTOS R.M., WATERHOUSE A.L., 1993. Occurrence of resveratrol in selected California wines by a new HPLC method. *J. Agric. Food Chem.*, **41**, n°4, 521-523.
- LAMUELA-RAVENTOS R.M., ROMERO-PEREZ A.I., WATERHOUSE A.L. et TORREBORONA M.C., 1995. Direct HPLC analysis of *cis*- and *trans*-resveratrol and Piceid isomers in Spanish red *Vitis vinifera* wines. *J. Agric. Food Chem.*, **43**, n°2, 281-283.
- LANGCAKE P., 1981. Disease resistance of *Vitis vinifera* spp. and the production of the stress metabolites resveratrol, e-viniferin, a-viniferin and pterostilbene. *Physiological Plant Pathology*, **18**, 213-226.
- MATTIVIF., 1993. Resveratrol content in red and rosé wines produced in Trentino (Italy) and currently available on the market. *Riv. Vitic. Enol.*, **1**, 37-45.
- MASQUELIER J., 1988. Effets physiologiques du vin, sa part dans l'alcoolisme. *Bull. OIV*, **689**, 554-578.
- De REVEL G., 1995. Recherche du *trans*-resveratrol (*trans*-3,5,4'-trihydroxystilbene) dans les vins du Portugal. In : *3° Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo*. pp 371-379. 17-19 Mai. Evora.
- REYNAUD S. et de LORGERIL M., 1992. Wine alcohol, platelets and the French Paradox for coronary heart disease. *Lancet*, **339**, 1523-1526.
- RIBÉREAU-GAYON P. et BERTRAND A., 1971. Dosage simultané dans le vin des acides organiques, des polyols et des sucres. *C. R. Acad. Sci.*, **273 D**, 1761-1762.
- SEIGNEUR M., BONNET J., DORIAN B., BENCHIMOL D., DROUILLET F., GOUVERNEUR G., LARRUE J., CROCKETT R., BOISSEAU M., RIBÉREAU-GAYON P. et BRICAUD H., 1990. Effect of the consumption of alcohol, white wine, and red wine on platelet function and serum lipids. *J. Appl. Cardiol.*, **5**, 215-222.
- SIEMANN E.H. et CREASY L.L., 1992. Concentration of the phytoalexin resveratrol in wine. *Am. J. Enol. Vitic.*, **43**, n°1, 49-52.

Manuscrit reçu le 15 novembre 1995 ;  
accepté pour publication le 4 décembre 1995

