Connaissance Vigne Vin, 1987, **21,** N° 2, 93-111.

ÉTUDE SUR LE «TSIPOURO», EAU-DE-VIE DE MARC TRADITIONNELLE DE GRÈCE, PRÉCURSEUR DE L'OUZO.

E. SOUFLEROS* et A. BERTRAND**

* École de Technologie Alimentaire, Institut d'Enseignement Techologique (T.E.I.), Thessalonique (Grèce).

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

INTRODUCTION

Dans toute la Grèce, depuis fort longtemps, on produit traditionnellement, dans les exploitations familiales, de l'eau-de-vie de marc de raisins (ANOMYME, 1842-1843) connue sous différentes dénominations suivant la région (Tsipouro, grappa, tsikoudia, raki, etc...).Tous ces mots indiquent que l'origine de ces eaux-de-vie est le marc de raisins. «*Tsipouro*» désignait initialement le marc de raisins après fermentation; ce terme a été ensuite étendu à son distillat. «Grappa» provient d'un mot latin qui indique la grappe de raisin ou les parties qui la composent, employé — peut-être — afin de distinguer ce distillat de celui d'autres fruits. «Tsikoudia» est un terme limité à l'île de Crète signifiant le distillat du marc; il dérive du mot local «tsikouda» qui veut dire marc de raisins fermentés. «Raki» est un reste de la langue turque, dû à l'occupation de la Grèce durant quatre siècles. En Turquie, ce mot caractérise le distillat du produit de la fermentation de raisin sec à pépins qui est du même genre que l'arrack, consommé au Proche-Orient. Pour la Grèce, le raki signifie, entre autres, distillat du marc de raisins avec ou sans graines d'anis.

Le Tsipouro issu du marc de raisins fermentés, après une simple ou double distillation avec ou sans graines d'anis ou d'autres plantes aromatiques est limité aujourd'hui à une production familiale d'un volume pour toute la Grèce d'environ 70 à 80.000 hl par an. Bien que le volume soit peu élevé, l'importance de cette eau-de-vie est très grande car, d'une part la production est liée à la tradition et au revenu agricole de la famille grecque et, d'autre part, elle est le précurseur de «l'ouzo» (fine anisette), apéritif national grec dont le volume commercialisé chaque année est de l'ordre de 500.000 hl.

A partir des entreprises artisanales productrices depuis longtemps et exportatrices, à l'époque, de l'eau-de-vie de marc sont apparues les industries vinicoles et les distilleries.

Le «tsipouro» est une boisson liée à l'hospitalité grecque, destinée surtout aux hommes, car elle se boit sèche; elle est forte en alcool et brûlante. Elle est irremplaçable

quand il s'agit d'accompagner les hors-d'œuvre traditionnels que l'on offre chez les paysans grecs ou dans les cafés des villages.

Nous avons étudié le «tsipouro» produit dans la région de Naoussa qui préserve une longue tradition viti-vinicole. La région de Naoussa est située en Grèce du Nord, en Macédoine occidentale, à l'ouest de Thessalonique.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

I. — VINIFICATION

Dans la région de Naoussa on cultive le cépage indigène *xynomavro* (SOUFLEROS, 1978 : SOUFLEROS et *al.,* 1979), qui donne un vin rouge d'appellation d'origine de qualité supérieure.

La vinification des raisins, par les paysans-producteurs de l'eau-de-vie de marc, se réalise d'une manière très artisanale. La fermentation de la vendange non éraflée et peu foulée s'effectue dans des cuves ouvertes en bois, d'une capacité de 500 à 1000 litres, sans addition d'anhydride sulfureux et sans contrôle de la température. Au bout d'une vingtaine de jours de cuvaison, on soutire le vin ; on récupère le marc qui contient encore 30-40 p. 100 de vin. Ce marc, sans être pressé, constitue la matière première qui donnera après distillation l'eau-de-vie de marc.

II. — DISTILLATION

La distillation du marc s'effectue à l'aide d'alambics discontinus de 130 litres de capacité. Ils sont du type charentais mais avec certaines différences : ils ne possèdent ni «chauffe-vin» (préchauffage du vin par les vapeurs hydroalcooliques) ni serpentin-condenseur qui est remplacé par des plateaux perforés superposés sur lesquels se condensent les vapeurs d'alcools ; le vase cylindrique qui entoure les plateaux est plongé dans l'eau ; enfin, le chapiteau et le col de cygne sont simplifiés et de contenance plus faible (RODOVITIS, 1985).

Le marc additionné d'une petite quantité d'eau est placé dans la chaudière de l'alambic. Le chauffage est réalisé directement au bois. A Naoussa, on distingue soit de l'eau-de-vie de marc, d'une seule distillation (première chauffe), soit celle d'une double distillation (bonne chauffe). Dans le premier cas, des graines d'anis *(Pimpinella anisum)* et parfois d'autres produits aromatiques (girofle, cannelle, muscade menthe, orge, etc...) sont ajoutés dans le mélange marc-eau. Dans le second cas, les graines d'anis sont ajoutés dans le «brouillis» (distillat de la première chauffe) qui subit une deuxième distillation (bonne chauffe). Quelquefois, on mélange le produit de la première chauffe (le «brouillis») à une nouvelle partie du marc, additionné aussitôt des graines d'anis.

Pendant la distillation, on élimine uniquement la fraction qui s'écoule à la fin, les «queues» ou «secondes» aussi bien pour les eaux-de-vie de marc d'une seule distillation que pour celles d'une double distillation. Dans aucun cas, on ne sépare la fraction du début appelée «tête».

Le contrôle du distillat s'effectue, encore aujourd'hui, à l'aide de l'aréomètre Cartier, connu sous le nom de «gradometro».

III. — ÉCHANTILLONS ANALYSES

Nous avons analysé 14 échantillons d'eaux-de-vie de marc, 5 produites par simple distillation et 9 issues d'une double distillation. Douze eaux-de-vie ont été élaborées en 1981, une en 1980 et une autre en 1982. En outre, il y a de grandes différences concernant la quantité et le nombre des produits odoriférants ajoutés.

En vue d'une comparaison, nous avons également analysé 4 échantillons différents «d'ouzo», dont 3 sont parmi les plus fréquemment retrouvés sur le marché national.

IV — MÉTHODES D'ANALYSES

Par les méthodes classiques, nous avons déterminé : le titre alcoométrique (apparent et réel), la masse volumique, le pH, l'acidité totale, l'acidité fixe, l'acidité volatile et l'extrait sec.

Par les méthodes chromatographiques, nous avons déterminé les substances volatiles des eaux-de-vie réparties en deux groupes :

— celles qui sont dosées par injection directe du distillat : les alcools supérieurs, le méthanol, l'acétaldéhyde, l'acétal et l'acétate d'éthyle.

— celles qui nécessitent une extraction préalable par solvant : les esters supérieurs, les acides volatils, l'hexanol, le phényl-2 éthanol, le furfural et les substances aromatiques constituant des graines d'anis (*trans*-anéthole, *cis*-anéthole, aldéhyde anisique, estragole, eugénol, etc...)

Les alcools supérieurs et les autres corps du premier groupe sont dosés par injection directe de 2 μl du distillat, préalablement additionné de 10 p. 100 (v/v) d'étalon interne (méthyl-4 pentanol-2 à 5 g/l en solution hydroalcoolique à 10 p. 100) dans une colonne Carbowax + Hallcomid à 80° C, en isotherme (BERTRAND, 1968), (méthode officielle en France pour les analyses des eaux-de-vie). La colonne est en acier inoxydable (8 m x 1/8''), la phase stationnaire est constituée par le mélange Carbowax 400 (4 p. 100) + Hallcomid M 180L (1 p. 100), imprégné sur Chromosorb W (60/80 mesh). Le débit du gaz vecteur est de 20 ml/minute, les températures du four de l'injecteur et du détecteur sont respectivement de 80° C, 200° C et 200° C. L'appareil utilisé est de marque «Varian».

Les esters supérieurs et les autres substances du deuxième groupe sont dosés après extraction préalable par l'éther-hexane (BERTRAND, 1981); TORRES-ALLEGRE, 1982; RIZZON, 1985).

50 ml du distillat, ramené à 10 p. 100 d'éthanol par dilution, reçoit comme étalons internes l'octanol-2 à 20 mg par litre et l'acide heptanoïque à 70 mg par litre, en solution alcoolique à 10 p. 100 (4 p. 100 V/V). Le distillat ainsi préparé est additionné de 2-3 gouttes d'acide sulfurique au 1/3; les substances volatiles sont ensuite extraites successivement par 4 ml, 2 ml et 2 ml d'un mélange éther-hexane (1 : 1 v/v) par agitation à l'aide d'un barreau aimanté pendant 5 minutes. Après décantation entre chaque extraction, on rassemble les phases organiques. L'extrait du distillat ainsi obtenu est

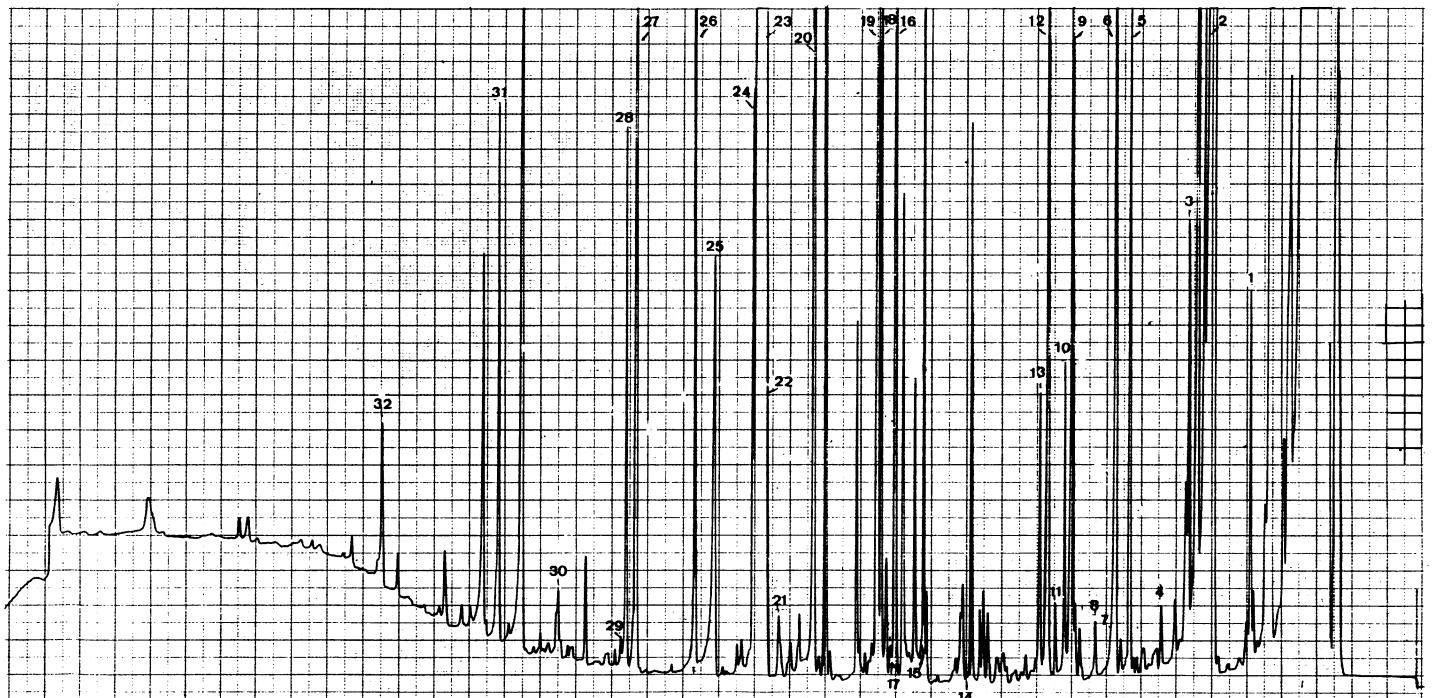


Fig. 1. — Chromatogramme de l'extrait par l'éther-hexane d'une eau-de-vie de macération à l'anis «Tsipouro»

IDENTIFICATION DES PRINCIPAUX PICS : 1 acétate de méthyl-3 butyle; 2 méthyl-3 butanol-1; 3 hexanoate d'éthyle; 4 acétate d'éxyle; 5 lactate d'éthyle; 6 hexanol-1; 7 trans-hexène-3 ol-1; 8 cis-hexène-3 ol-1; 9 trans-hexène-2 ol-1 + inconnu; 10 octanol-2 (étalon interne); 11 acide acétique; 12 octanoate d'éthyle; 13 furfural; 14 acide isobutyrique; 15 acide butyrique; 16 décanoate d'éthyle; 17 acide isovalérianique; 18 succinate de diétyle; 19 aldéhyde anisique; 20 cis-anéthole; 21 acétate de phényl-2 éthyle; 22 acide hexanoïque; 23 trans-anéthole; 24 dodécanoate d'éthyle; 25 phényl-2-éthanol; 26 acide heptanoïque (étalon interne); 27 estragole; 28 acide octanoïque; 29 tetradécanoate d'éthyle; 30 eugénol; 31 acide décanoïque; 32 acide dodécanoïque.

injecté (1 μl), sans concentration, sans division durant 15 secondes (système «Splitless»), dans une colonne capillaire FFAP en silice fondue de 50 m x 0,22 mm, la température du four étant programmée de 50 à 200° C à raison de 3° C/minute (figure 1). L'appareil utilisé est de marque «Intersmat».

Les données fournies par les chromatographes sont recueillies et traitées par un ordinateur-intégrateur-calculateur (Vista 402, chromatography Data System de marque Varian).

RÉSULTATS

Les résultats sont regroupés dans le tableau I. Pour les quatre échantillons «d'ouzo», les comparaisons portent essentiellement sur les déterminations classiques (titre alcoométrique, pH, acidités, masse volumique et extrait sec), ainsi que sur les composés provenant de l'anis, puisque l'ouzo est élaboré à partir d'alcool pur.

Outre l'éthanol, nous avons dosé 10 alcools, 11 esters, 8 acides volatils, 3 aldéhydes, 1 acétal et 4 dérivés phénoliques (*cis* et *trans*-anéthole, estragole et eugénol).

Dans les eaux-de-vie, TOURLIÈRE (1977) signale 275 composé identifiés et CAUMEIL (1983) 334. Notre recherche a été limitée aux substances qui jouent un rôle primordial sur la qualité du distillat, ou bien qui sont caractéristiques de ce type de produit.

DISCUSSION

I. — ANALYSES CLASSIQUES

Les résultats des analyses classiques ont fait l'objet d'un mémoire de stage (RODOVITIS, 1985).

1°) — *Titre alcoométrique.*

Nous constatons que le titre alcoométrique de cette eau-de-vie de marc présente une variation importante d'un échantillon à l'autre : de 46,7 p. 100 vol. à 56,2 p. 100 vol., c'est-à-dire une différence de 10 degrés environ. Ceci indique l'absence de normes à la production du «Tsipouro».

Nous observons également que les produits issus de distillation simple ont une teneur moyenne (50,3 p. 100) inférieure à celle du produit d'une distillation double (52,2 p. 100).

On peut toutefois noter que, pour la commercialisation, les spiritueux sont en général ramenés à une teneur en alcool à 40 p. 100 vol., ce qui n'est pas le cas du Tsipouro.

2°) — *Acidité réelle (pH).*

Le pH de nos échantillons varie de 4,15 à 7,0 avec une moyenne de 5,43. Suivant la bibliographie (CAUMEIL, 1983; DANILATOS et HARVALIA, 1981; LAFON et *al.*,1973; QUADY et GUYMON, 1973) le pH de l'eau-de-vie de vin venant d'être distillée se situe aux environ de 5. Signalons que nos échantillons sont en général jeunes (1-2 ans) et que la vendange n'a pas été sulfitée.

TABLEAU I. — Composition chimique des eaux-de-vie

	Distillation simple					Distillation double	
	1	2	3	4	5	6	7
Ethanol (% vol)	50,00	49,00	51,10	52,00	49,20	53,50	54,50
pH	4,60	4,15	5,00	4,55	6,25	6,60	7,00
Acidité totale (1)	84,0	49,0	47,0	37,50	19,5	4,5	5,5
Masse volumique	0,9299	0,9318	0,9303	0,9254	0,9337	0,9269	0,9232
Extrait sec (g/l)	0,08	0,55	0,03	0,10	0,33	0,24	0,95
Méthanol	50,4	65,1	75,4	62,3	56,9	53,6	65,9
Propanol-1	22,3	14,7	25,0	16,8	22,0	20,3	28,2
Méthyl-2 propanol-1	37,8	37,6	54,0	51,7	40,7	37,9	29,2
Méthyl-2 butanol-1	27,7	29,9	33,9	49,5	27,0	34,7	21,6
Méthyl-3 butanol-1	108,0	123,9	131,3	172,7	115,4	133,6	91,6
Hexanol-1	2,2	3,2	4,3	1,6	3,2	1,8	2,3
Cis-hexène-3 ol-1	0,2	0,2	0,2	0,04	0,3	0,2	0,1
Phényl-2 éthanol	2,9	19,4	9,3	13,1	13,3	6,8	2,8
Σ Alcools supérieurs	201,1	228,9	257,9	305,5	221,9	235,3	155,7
Acétate d'éthyle	83,3	35,4	119,7	25,7	30,2	72,6	15,1
Lactate d'éthyle	161,8	352,0	272,1	408,2	120,0	152,0	28,1
Hexanoate d'éthyle	0,5	0,6	0,4	1,2	0,7	0,5	0,5
Octanoate d'éthyle	2,0	2,1	1,1	3,8	0,8	2,4	1,8
Décanoate d'éthyle	2,3	1,0	1,3	3,1	0,3	2,9	2,0
Tétradécanoate d'éthyle	—	—	0,03	0,02	—	—	0,02
Acétate de méthyl-3 butyle	0,6	0,5	0,9	0,5	0,5	0,8	0,6
Acétate d'hexyle	0,2	0,1	0,1	0,4	0,1	0,3	0,7
Acétate de phényl-2 éthyle	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Succinate de diéthyle	2,5	6,0	3,5	7,3	3,1	3,9	2,2
Acide acétique	30,6	18,7	traces	14,9	14,1	15,1	5,3
Acide isobutyrique	0,2	0,2	0,5	0,1	0,3	0,1	traces
Acide butyrique	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces
Acides isovalérianiques	0,1	0,3	0,6	0,1	0,2	0,1	0,1
Acide octanoïque	0,9	1,0	0,4	1,2	0,5	0,5	0,3
Acide décanoïque	0,8	1,4	0,6	1,5	0,6	0,3	0,2
Acide dodécanoïque	0,2	0,4	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1
Acétaldéhyde	8,3	6,5	40,8	8,0	6,5	4,7	4,7
Furfural	0,6	0,5	0,8	0,6	0,6	0,5	0,5
Acétal	11,0	6,6	49,1	9,4	6,0	6,2	4,2
Aldéhyde anisique	15,9	4,3	7,0	10,6	8,6	17,4	19,1
Cis-anéthole	0,4	0,6	0,4	1,3	0,3	0,4	0,4
Trans-anéthole	158,7	43,6	102,3	111,9	77,1	173,0	181,8
Estragole	1,1	1,9	1,5	3,4	3,5	1,4	1,8
Eugénol	0,9	0,1	0,1	0,3	0,2	1,8	0,3

(1) Exprimée en acide acétique.

de marc de raisins (tsipouro) et d'ouzo

Sauf indication les chiffres représentent des g/hl AP.

Distillation double							Ouzo			
8	9	10	11	12	13	14	A	B	C	D
55,00	56,20	54,40	53,60	46,70	50,90	49,30	41,45	42,38	42,20	38,80
4,60	6,30	6,30	5,00	6,07	4,73	4,85	8,72	9,92	8,73	8,91
8,7	4,3	4,8	58,2	12,0	110,8	27,4	0,0	0,0	0,0	0,0
0,9231	0,9220	0,9296	0,0246	0,9397	0,9299	0,9347	0,9571	0,9499	0,9518	0,9532
0,43	0,91	0,14	0,14	0,20	0,33	0,07	22,70	5,52	10,24	0,25
74,2	77,6	75,6	70,6	84,0	63,6	62,7	8,4	traces	24,9	7,4
18,3	27,1	29,0	21,4	26,0	19,1	23,6	4,8	38,9	3,9	—
42,7	63,2	33,5	46,9	41,3	65,2	51,8	—	—	—	—
39,6	27,1	20,2	26,7	24,7	48,2	32,0	—	—	—	—
143,7	103,5	85,6	107,4	111,5	170,1	29,3	traces	traces	0	0
2,6	2,4	2,8	3,2	3,1	2,1	4,3	0,04	—	—	—
0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	—	—	—	—
18,9	11,0	4,4	5,4	16,6	23,4	15,6	0,1	—	—	0,5
265,9	234,6	175,6	211,3	223,5	328,4	256,8				
27,5	113,6	49,1	34,9	40,9	107,9	56,6	—	—	—	1,7
284,4	202,6	212,9	256,7	167,1	432,7	140,3	—	—	—	—
0,6	0,4	0,5	0,4	0,5	0,7	1,0	—	—	—	—
2,6	2,1	2,0	1,9	1,4	2,3	4,0	0,04	0,02	0,01	0,11
4,1	3,0	1,8	2,0	1,2	3,1	3,5	0,02	0,03	0,03	0,5
0,12	0,06	—	0,04	—	0,06	—	—	—	—	0,01
0,6	0,9	0,3	0,4	0,5	1,3	0,8	0,4	1,6	0,5	0,1
0,4	0,5	0,3	0,1	0,3	0,6	0,2	—	—	—	0,02
0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	—	—	—	—
8,6	4,7	3,8	2,1	2,3	5,5	1,6	0,1	0,1	0,0	0,5
10,5	9,5	7,7	35,3	20,6	70,3	17,1	—	—	—	—
traces	traces	traces	0,1	0,2	0,3	0,2	—	—	—	—
traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	—	—	—	—
0,4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	—
0,7	0,5	0,3	0,5	0,7	0,8	1,1	0,04	0,02	0,03	0,14
1,0	0,6	0,3	0,7	0,8	1,0	1,3	0,04	0,03	0,04	0,17
0,4	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,02	0,09	0,02	0,05
23,1	23,9	8,4	6,6	6,6	25,2	28,8	—	—	—	—
0,8	0,9	0,3	1,2	0,6	0,5	0,8	0,05	—	—	—
62,9	30,7	13,6	10,2	8,1	24,7	20,3	—	—	—	—
14,3	16,8	16,5	8,8	11,7	24,9	11,8	1,0	0,6	0,9	2,6
0,4	0,5	0,3	0,7	0,4	0,6	0,8	0,1	0,2	0,1	0,1
151,7	177,5	161,8	99,6	112,7	195,7	110,1	32,8	45,3	28,8	33,5
6,8	5,0	1,9	1,8	2,9	3,5	3,5	0,6	0,6	0,4	0,7
0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,04	0,1

«L'ouzo», par contre, a un pH situé entre 8,72 et 8,92, probablement dû aux produits anisés.

3°) — *Acidité totale et acidité volatile.*

La vendange n'ayant pas reçu d'anhydride sulfureux et nos échantillons étant fraîchement distillés, ils n'ont pas d'acidité fixe ; en conséquence, l'acidité totale est constituée principalement par l'acide acétique. L'acidité totale ou volatile varie de 4,3 à 49,0 g d'acide acétique par hl d'alcool pur, exceptés deux échantillons dont l'acidité est beaucoup plus élevée : 84 et 110 g/hl AP.

Une comparaison avec les données bibliographiques (AMERINE et *al.,* 1967) ; KONSTANTINIDIS et *al.,* 1952 ; DANILATOS et HARVALIA, 1981 ; BAUDOIN, 1893) concernant l'acidité totale des distillats issus du vin ou du marc, montre que nos résultats sont voisins de ceux-ci. Plus précisément pour l'eau-de-vie jeune on cite des valeurs d'acidité entre 4 et 80 g/hl AP, tandis que pour l'eau-de-vie de marc on cite 72,4 g/hl AP.

Il est certain que le stockage du marc durant quelques jours facilite diverses attaques bactériennes.

4°) — *Masse volumique du distillat de marc.*

Elle varie de 0,9220 à 0,9397 g/cm^3, tandis que celle de l'ouzo est plus élevée et s'échelonne de 0,9499 à 0,9571 g/cm^3. Cette différence est probablement due aux quantités inégales du sucre rajouté.

5°) — *Extrait sec.*

On sait que l'extrait sec est constitué de caramel, de tanin, de sucre, de glycérol, d'acides fixes, d'huiles essentielles et de matières minérales.

Les échantillons analysés présentent une variation de l'extrait sec de 0,03 à 0,99 g/l probablement en raison des différents additifs cités plus haut. Ces différences des teneurs en extrait sec sont encore plus nettes pour les échantillons d'ouzo ; il va de 0,25 à 22,7 g par litre.

Pour l'eau-de-vie de marc, la bibliographie donne une fourchette entre 1,0 et 2,0 g par litre (BAUDOIN, 1893).

Ce faible taux de l'extrait de «tsipouro» s'explique par le fait que nos échantillons d'une part sont pauvres en tanins, car ils ne sont pas restés longtemps en fûts et, d'autre part que les quantités rajoutées en huiles essentielles et surtout en sucre sont faibles car les consommateurs préfèrent une eau-de-vie dure et rude.

II. — ANALYSES CHROMATOGRAPHIQUES

1°) — *Alcools.* Outre l'alcool éthylique, nous avons dosé 10 alcools, certains étant présents à l'état de traces.

Méthanol. Le méthanol est un constituant indésirable et son rôle néfaste sur la santé des consommateurs est bien connu. Il est toujours présent en petites quantités dans le vin et son distillat. Ayant pour origine les pectines des raisins, la teneur en méthanol est plus importante dans les vins de presse ou les eaux-de-vie de marc. Des efforts, afin d'abaisser la teneur en méthanol aux environs de 50 g/hl AP seraient souhaitables pour les consommateurs (TOURLIERE, 1977). Nos échantillons ne dépassent pas beaucoup ce chiffre (50,4 à 84,0 g/hl AP pour le «tsipouro». L'ouzo, qui est élaboré à partir d'alcool éthylique rectifié, en contient beaucoup moins (24,9 g/hl AP).

Selon les auteurs, les quantités de méthanol présentes dans les distillats de vin varient de 16 à 50 g/hl AP (vin de goutte) (DANILATOS et HARVALIA, 1981); de traces à 188 g/hl AP (AMERINE, 1967); de 14,4 à 43,0 g g/hl AP (RIBÉREAU-GAYON, 1971); de 30 à 310 g/hl AP (CORDONNIER, 1971). Par ailleurs, les distillats de marc contiennent des quantités beaucoup plus élevées : de 530 à 1590 g/hl AP (CORDONNIER, 1971), de 39 à 2860 g/hl AP (AMERINE, 1967) et de 205 à 1157 g/hl AP (BERTRAND, 1975).

En conclusion, nos échantillons se situent bien dans une fourchette basse du point de vue de la teneur en méthanol.

Alcools supérieurs. Les alcools supérieurs dosés sont : le propanol, le méthyl-2 propanol-1 (isobutanol); les méthyl-2 butanol-1 et méthyl-3 butanol-1 (pentanols), le phényl-2 éthanol, l'hexanol-1, le *trans*-hexène-3 ol-1, le *cis*-hexène-3 ol-1 et le *trans*-hexène-2 ol-1.

Parmi ces alcools (SOUFLEROS, 1978) le propanol-1 a une odeur assez neutre et on le considère comme le type idéal pour des eaux-de-vie très allégées (TOURLIERE, 1977); le méthyl-2 propanol-1, le méthyl-2 butanol-1 et le méthyl-3 butanol-1 ne semblent pas avoir des caractères favorables sur la qualité du vin; cependant, leur teneur est retenue comme un des critères de la qualité des eaux-de-vie (BERTRAND, 1975).

L'hexanol existe en petites quantités dans les distillats d'origine viticole (TOURLIERE, 1977); il provient du raisin, ce n'est pas un produit secondaire de la fermentation. Il aurait un rôle positif sur les caractères organoleptiques à partir de 0,5 g/hl AP, mais lorsque sa teneur s'élève aux environs de 10 g/hl AP, son odeur végétale devient dominante et rend le produit désagréable.

Le phényl-2 éthanol à l'état pur a une odeur agréable rappelant la rose (RIBÉREAU-GAYON, 1971). Sa concentration dans les distillats est assez faible.

Nos analyses donnent les résultats suivants (en g/hl AP) :

	«Tsipouro»	«Ouzo»
Propanol-1	14,7 à 29,0	traces à 38,9
Méthyl-2 propanol-1	29,2 à 65,2	
Méthyl-2 butanol-1	20,2 à 49,5	
Méthyl-3 butanol-1	85,6 à 172,7	traces
Hexanol-1	1,6 à 4,3	traces
Phényl-2 éthanol	2,8 à 23,4	traces à 0,5
Cis-hexène-3 ol-1	0,04 à 0,30	
Autres alcools	traces à très petites quantités	

Une comparaison de ces teneurs avec celles de la bibliographie nous montre que les teneurs correspondantes des eaux-de-vie de vin grecques (DANILATOS et HARVALIA, 1981) sont un peu plus élevées, exceptée celle de phényl-2 éthanol qui est inférieure. Des résultats concernant des cognacs et armagnacs, ne donnent pratiquement pas de différences (RIBÉREAU-GAYON, 1971 ; LAFON et *al.,* 1973 ; CORDONNIER, 1971), de même CORDONNIER (1971) et BERTRAND (1975) donnent également des chiffres concernant des échantillons d'eaux-de-vie de marc. Leurs valeurs, à l'exception du propanol-1 qui est presque le double, sont pratiquement en accord avec celles retrouvées dans nos échantillons.

NYKANEN et SUOMALAINEN (1983) donnent des teneurs qui sont légèrement différentes quand ils se réfèrent au «marc» et beaucoup plus élevés quand ils se réfèrent aux «marc and grappa» et «pomace» brandies.

En général, dans nos échantillons, les trois alcools les plus abondants après l'éthanol, sont : le méthyl-3 butanol-1, le méthyl-2 propanol-1 et le méthyl-2 butanol-1 ; ils représentent à eux seuls 80 à 90 p. 100 des alcools supérieurs dosés. Suivant les données bibliographiques (TSANTALIS, 1968, ainsi que d'autres auteurs), les alcools de vins contiennent, en général, beaucoup plus de pentanols que les alcools de grains. Le taux des alcools supérieurs dosés dans nos échantillons varie de 175,6 à 328,4 g/hl AP.

En ce qui concerne les échantillons d'ouzo analysés, à l'exception du propanol-1 (3,9 à 38,9 g/hl AP), les autres alcools supérieurs soit n'existent pas du tout, soit se trouvent à l'état de traces.

L'hexanol-1 est présent dans nos échantillons à des doses variant de 1,6 à 4,3 g/hl AP. Ces quantités sont plus élevées que celles des eaux-de-vie de vin, citées dans la bibliographie, sans toutefois arriver au seuil défavorable sur le plan organoleptique (10 g/hl AP). Suivant ONISHI et *al.,* (1978), l'hexanol des distillats de vin de différents cépages se situe entre 0,5 et 1,2 g/hl AP. SCHREIER (1979), également, cite des doses de 0,17 à 1,2 g/hl AP. En revanche, LAFON et *al.,* (1973) mentionnent que dans le cognac on trouve de 1,3 à 4,4 g/hl AP.

Parmi les alcools insaturés, *trans*-hexène-3 ol-1, *cis*-hexène-3 ol-1 et *trans*-hexène-2 ol-1 qui se trouvent en quantités très faibles, seul le *cis*-hexène-3 ol-1 est suffisamment bien séparé pour être bien dosé ; il varie de 0,04 à 0,30 g/hl AP. SCHREIER (1979) donne pour des différents brandies de vin, des teneurs également faibles : 0,006 à 0,20 g/hl AP.

Si nous tenons compte du seuil de perception (TOURLIERE, 1977) de certaines substances :

Méthanol	1000	g/hl AP
Propanol-1	100	g/hl AP
Méthyl-2 propanol-1	25	g/hl AP
Méthyl-2 butanol-1 + Méthyl-3 butanol-1	6	g/hl AP
Hexanol	0,5	g/hl AP

ainsi que de leurs teneurs dans les distillats, nous constatons que le méthanol et le propanol-1 ne participent pas à l'arôme.

2°) — *Les esters* jouent également un rôle dans l'arôme des eaux-de-vie (MEJANE, 1972). La participation des esters éthyliques est considérée comme la plus importante, en particulier celle des esters éthyliques d'acides de poids moléculaire élevé en C_6, C_8, C_{10}, et C_{12}. Ces composés sont caractérisés par des odeurs fleuries ou fruitées et sont les éléments à priori favorables (SOUFLEROS, 1978; PARFAIT et *al.,* 1972). L'acétate d'isoamyle, par exemple, rappelle l'odeur de banane tandis que le caproate d'éthyle donne l'odeur de violette ou d'ananas.

En revanche, il y a d'autres esters dont la présence, surtout à des quantité importantes, est nuisible : l'acétate d'éthyle, par exemple. Dans les grandes eaux-de-vie de vin, on ne peut pas tolérer des teneurs dépassant 50 g/hl AP (TOURLIERE, 1977). D'autres esters légers, tels que les esters des trois autres premiers acides (C_3, C_4, C_5) de la série aliphatique dégradent la qualité des eaux-de-vie.

Esters éthyliques. Dans nos échantillons, nous constatons que les esters éthyliques composent la plus grande partie des esters des eaux-de-vie. L'acétate d'éthyle et le lactate d'éthyle occupent la première place du point de vue quantité, avec une différence très importante avec les autres. Suivent le succinate de diéthyle, l'octanoate d'éthyle et le décanoate d'éthyle. Le dodécanoate et le tétradécanoate d'éthyle viennent après, en quantités très faibles ou à l'état de traces.

Acétate d'éthyle. On considérait que cet ester jouait un rôle bonificateur dans les eaux-de-vie. C'est à tort car «l'acétate d'éthyle leur apporte une odeur très éthérée et un fonds de sécheresse rude et désagréable à l'odorat et au palais» (TOURLIERE, 1977). Ses teneurs varient suivant l'origine de la matière première et son état de conservation avant distillation (marc piqué ou non).

Dans nos échantillons, la teneur en acétate d'éthyle varie de 15 à 120 g/hl AP avec une moyenne de 57,9. Cette teneur est considérée comme normale; toutefois, des valeurs légèrement inférieures sont données dans la bibliographie pour des eaux-de-vie (DANILATOS et HARVALIA, 1981 : 18-84 g/hl AP; ROUX, 1971 : 35-75 g/hl AP; CORDONNIER, 1971 : 20-100 g/hl AP, etc...). En revanche, pour les eaux-de-vie de marc, la bibliographie cite des valeurs beaucoup plus importantes que les nôtres (LAFON et *al.,* 1973 : 100-280 g/hl AP; CORDONNIER, 1971 : 230-330 g/hl AP).

Lactate d'éthyle. Le lactate d'éthyle a un rôle très important : il fixe les odeurs des eaux-de-vie et leur donne de la longueur (HARVALIA et DANILATOS, 1983). Il adoucit également les éléments à odeurs violentes et affaiblit le caractère de sècheresse de nombreux distillats (TOURLIERE, 1977; CAUMEIL, 1983).

Pour nos échantillons, les teneurs en lactate d'éthyle varient de 28 à 432,7 g/hl AP avec une moyenne égale à 227,9 g/hl AP. Les quantités communiquées dans la bibliographie (TOURLIERE, 1977 : 25-250 g/hl AP; LAFON et *al.,* 1973 : 15-73 g/hl AP; DANILATOS et *al.,* 1981 : 5-31 g/hl AP) ainsi que les teneurs habituelles fournies par les laboratoires d'analyses (Bordeaux) pour les eaux-de-vie, montrent que notre distillat

de marc a des quantités de lactate d'éthyle relativement élevées surtout dans certains cas, une attaque par les bactéries lactiques est probable pour ces cas là.

Esters éthyliques des acides en C_6, C_8, C_{10}, C_{12}, C_{14}. Ces esters, malgré leur faible participation quantitative aux substances volatiles, déterminent, pour une grande partie, le caractère aromatique des distillats. Ce sont des produits secondaires de la fermentation alcoolique. Toutefois, une fraction importante de ces esters reste fixée par les cellules de levures.

Un vin de lies, bien conservé, donne un distillat plus riche en esters d'acides gras qu'un vin clair. Pendant le chauffage des vins dans la chaudière, il se produit une lyse des levures des lies qui donne une formation supplémentaire d'esters éthyliques et acides gras. Ces esters passent à la distillation (CAUMEIL, 1983). La même chose peut se produire pour le distillat de marc, tel que le nôtre. Les teneurs sont les suivantes : Hexanoate d'éthyle : 0,4-1,2 g/hl AP; octanoate d'éthyle : 0,8-4,0 g/hl AP; décanoate d'éthyle : 0,3-4,1 g/hl AP; dodécanoate d'éthyle : traces à 0,12 g/hl AP. Parmi ces esters l'octanoate et le décanoate d'éthyle sont les plus importants. Cette observation est en accord avec CAUMEIL (1983) et SCHREIER et *al.,* (1979) qui parlent aussi du dodécanoate d'éthyle.

Le total des esters éthyliques des acides en C_6, C_8, C_{10}, C_{12} cités dans la bibliographie : TOURLIERE (1977), DANILATOS et HARVALIA (1981), SCHREIER et *al.,* (1979), LAFON et *al.,* (1973), ROUX (1971), PUECH (1986) peuvent varier pour les eaux-de-vie de vins clairs de 2 à 3 g/hl AP, tandis que pour les distillats de vins avec lies, les valeurs sont de 30 à 40 g/hl AP. Le cognac se situe entre ces deux extrêmes. Les autres eaux-de-vie de vin ont des teneurs beaucoup plus faibles.

De cette comparaison il s'en suit que notre distillat de marc («tsipouro») n'est pas privé de la présence avantageuse de ces esters.

Succinate de diéthyle. Les quantités de succinate de diéthyle dosées dans nos échantillons varient de 1,6 à 8,6 g/hl AP.

Pour les eaux-de-vie de vin, les différents auteurs donnent les quantités inférieures : SCHREIER et *al.,* (1979), jusqu'à 2,5 g/hl AP; DANILATOS et HARVALIA (1981) jusqu'à 1,9 g/hl AP et une valeur de 4 g/hl AP pour un seul échantillon. ROUX (1971) mentionne que les vins fermentés sur les marcs et laissés en quelques temps sur la levure sont beaucoup plus riches en succinate de diéthyle. Ceci explique les taux élevés dans nos échantillons.

Les quantités importantes de succinate de diéthyle peuvent avoir pour origine soit une attaque de l'acide tartrique par les bactéries lactiques, soit une attaque des sucres par des champignons (DITTRICH, 1977).

Esters acétiques de méthyl-3 butyle, d'hexyle et phényl-2 éthyle. L'odeur fruitée et fleurie de ces acétates rend leur présence favorable.

Les quantités dosées dans nos échantillons s'échelonnent pour les acétates de méthyl-2 et méthyl-3 butyle de 0,3 à 1,3 g/hl AP, pour l'acétate de phényl-2 éthyle de 0,1 à 0,2 g/hl AP et pour l'acétate d'hexyle de 0,1 à 0,7 g/hl AP.

ROUX (1971) donne pour les eaux-de-vie de vin les résultats suivants : acétates de méthyl-2 et méthyl-3 butyle : de 0,3 à 1,2 g/hl AP; acétate de phényl-2 éthyle : de traces à 0,3 g/hl AP. SCHREIER et *al.,* (1979) citent, pour ces trois acétates, des quantités relativement plus faibles que les nôtres. Par contre, ONISHI et *al.,* (1978) donnent des taux plus élevés pour les distillats de vin.

Par ailleurs, les analyses effectuées par l'un de nous montrent que les brandies peuvent contenir jusqu'à 3 g/hl AP d'acétates de méthyl-2 et méthyl-3 butyle, 0,3 g/hl AP d'acétate d'hexyle, 0,5 g/hl AP d'acétate de phényl-2 éthyle.

3°) — *Acides volatils* (acides gras). L'acide acétique constitue de 80 à 95 p. 100 du total des acides gras (SUOMALAINEN et *al.,* 1974). Les acides gras à chaîne courte : propionique, isobutyrique, isovalérianiques sont des composants mineurs, mais souvent leur odeur individuelle est aussi forte que l'odeur de l'acide acétique. Ces acides contribuent de manière significative à l'arôme des vins et des distillats. En revanche, les acides gras à longue chaîne de C_6 à C_{12}, se trouvent en général à des concentrations plus élevées mais leur odeur est plus atténuée.

Dans nos échantillons, nous avons trouvé pour l'acide acétique des valeurs qui vont de quelques traces à 70,3 g/hl AP et de très faibles quantités pour les acides propionique, isobutyrique, butyrique, et isovalérianiques de 0 à 0,6 g/hl AP.

L'acide hexanoïque n'a pas pu être dosé car il sort en même temps que le *trans*-anéthole et le dodécanoate d'éthyle.

Les acides octanoïque et décanoïque sont quantitativement les plus importants, après l'acide acétique et ils varient respectivement de 0,3 à 1,2 g/hl AP et de 0,2 à 1,5 g/hl AP.

L'acide dodécanoïque est en concentration plus faible; il s'échelonne de 0,1 à 0,4 g/hl AP.

Ces chiffres sont environ 5 fois moins élevés que ceux cités par PUECH (1986) dans le cognac et généralement observés lors d'analyses ordinaires dans des cognacs et armagnacs. Ceci tient essentiellement aux conditions de la fermentation en présence des parties solides qui conduit toujours à un taux plus faible en esters et acides gras, en raison de la richesse du milieu et des conditions d'aération.

4°) — *Aldéhydes et acétals.* Les aldéhydes aliphatiques se forment par oxydation des alcools au cours de la fermentation et du vieillissement du vin. Ils se produisent également pendant la distillation, notamment au début, ils participent, selon LITCHEV (1972), à la formation du fruité de l'eau-de-vie jeune. Au cours du vieillissement, on note aussi une augmentation de la teneur en aldéhydes des distillats à cause de l'oxydation.

Dans nos échantillons, nous avons dosé l'acétaldéhyde, le furfural et l'aldéhyde anisi que :

— l'acétaldéhyde provient principalement de l'oxydation de l'alcool éthylique au cours de la fermentation alcoolique, surtout si cette dernière est conduite en présence d'anhydride sulfureux.

— le furfural, selon LAFON et *al.,* (1973) se forme au cours de la distillation par déshydratation de sucres non fermentescibles (pentoses) par chauffage en milieu acide. Pour cette raison, le furfural se trouve à des taux plus élevés dans les eaux-de-vie de marc.

— les acétals se forment pendant le vieillissement des distillats par combinaison de l'alcool et des aldéhydes qui ne sont pas transformés en acides. Ils ont une grande puissance aromatique.

Les taux des aldéhydes (l'adéhyde anisique excepté) varient suivant l'âge (pour le cognac de 3 à 30 g/hl AP) et pour les eaux-de-vie de marc de 80 à 400 g/hl AP (LAFON, 1973). Le furfural se situe au voisinage de 1,5 g/hl AP pour le cognac. Des eaux-de-vie de vin grecques contiennent de 4 à 34 g/hl AP d'acétaldéhyde et de 0,2 à 1,6 g/hl AP de furfural (DANILATOS et HARVALIA, 1981). LITCHEV (1972) donne 10,0 g/hl AP pour les aldéhydes et 1,0 g/hl AP pour le furfural.

L'acétal, suivant CAUMEIL (1983), suit en teneur dans le cognac celle des aldéhydes. Dans les brandies italiens, il varie de 1,8 à 16,6 g/hl AP (AMERINE et *al.,* 1967).

Les taux que nous avons obtenus pour les eaux-de-vie de marc grecques (Tsipouro) sont les suivants : acétaldéhyde : 4,7-40,8 g/hl AP, furfural : 0,3-1,2 g/hl AP, acétal : 4,2-62,9 g/hl AP. Nous constatons que le furfural, substance à caratère toxique, (BAUDOIN, 1893) n'existe pas en quantité différentes de celles des eaux-de-vie de vin.

5°) — *Anéthole et autres composés de l'anis.* L'aldéhyde anisique, les *cis-* et *trans*-anéthole, l'estragole et l'eugénol constituent la plus grande partie des substances aromatiques des graines de l'anis (*Pimpinella anisum).*

— *L'aldéhyde anisique* est présent à des teneurs allant de 4,3 à 24,9 g/hl AP ($\bar{x}$ = 13,4 g/hl AP) et pour l'ouzo de 0,6 à 2,6 g/hl AP ($\bar{x}$ = 1,3 g/hl AP). Une comparaison avec des anisettes françaises montre que l'ouzo contient à peu près les mêmes doses, le distillat de marc en contient beaucoup plus.

— Le *cis*-anéthole varie de 0,3 à 1,3 g/hl AP ($\bar{x}$ = 0,5 g/hl AP) pour l'eau-de-vie de marc et 0,1 à 0,2 g/hl AP ($\bar{x}$ = 0,13 g/hl AP) pour l'ouzo. Ces quantités sont inférieures à celles communiquées dans la bibliographie (LIDDLE et BOSSARD, 1984).

— Le *trans*-anéthole constitue la plus grande partie des composés aromatiques de l'anis. L'acide hexanoïque et le dodécanoate d'éthyle, ont le même temps de rétention que lui et sont donc inclus dans ces doses, mais ils ne peuvent représenter qu'une part infime de ces valeurs (de l'ordre de 1 à 2 p. 100). En effet, l'acide hexanoïque est toujours présent dans les eaux-de-vie de vin et de marc mais en quantité inférieure à celle de l'acide octanoïque. De même, le dodécanoate d'éthyle est toujours en quantité inférieure à celle de l'octanoate d'éthyle. Compte tenu des teneurs existantes de cet acide et de cet ester en C_8 on peut donc affirmer que l'acide hexanoïque et le dodécanoate d'éthyle représentent une part infime des valeurs de *trans*-anéthole. Les quantités en *trans*-anéthole varient de 43,6 à 195,7 g/hl AP ($\bar{x}$ = 132,7 g/hl AP pour le distillat de marc et de 28,8 à 45,3 g/hl ($\bar{x}$ = 35,1 g/hl AP) pour l'anisette «ouzo».

— *L'estragole* se trouve dans nos échantillons en concentrations variant de 1,1 à 6,8 g/hl AP ($\bar{x}$ = 2,9 g/hl AP) pour l'eau-de-vie de marc et de 0,4 g/hl AP à 0,7 g/hl AP ($\bar{x}$ = 0,5 g/hl AP) pour l'ouzo. Ces teneurs, si on les compare à celles communiquées dans la littérature, sont élévées.

— L'eugénol s'échelonne de 0,1 à 1,8 g/hl AP ($\bar{x}$ = 0,4 g/hl AP) pour le distillat de marc et de 0,04 à 0,1 g/hl AP ($\bar{x}$ = 0,1 g/hl AP) pour l'ouzo. Ces quantités sont similaires à celles données par d'autres travaux.

A part ces quatre substances identifiées et dosées, l'essence d'anis se compose d'autres nombreux corps aromatiques, lesquels se trouvent en concentrations très faibles (LIDDLE et BOSSARD, 1984).

D'après nos analyses d'eau-de-vie de marc, nous constatons que la substance dominante est le *trans*-anéthole qui détermine l'odeur et le goût de cette boisson. Parmi les autres constituants, en taux moyens, l'anisaldéhyde représente 10 p. 100 du *trans*-anéthole et le *cis*-anéthole 0,4 p. 100, l'estragole 2,2 p. 100 et l'eugénol 0,3 p. 100.

Le pourcentage de *cis*-anéthole, substance qui est 5-20 fois plus toxique que le *trans*-anéthole (LIDDLE et BOSSARD, 1984), est similaire à celui que nous retrouvons dans les autres anisettes. il en est de même pour l'eugénol.

Le pourcentage de l'anisaldéhyde et de l'estragole par rapport à celui retrouvé dans des anisettes, où l'on ajoute de l'essence-anéthole et non pas de l'anis, est relativement élevé.

Par ailleurs, pour l'anisette industrielle "ouzo", les teneurs des substances dosées par rapport au *trans*-anéthole, sont en moyenne les suivantes :

l'anisaldéhyde . . . . . 3,7 p. 100,
le *cis*-anéthole . . . . . 0,4 p. 100,
l'estragole . . . . . 1,4 p. 100,
l'eugénol . . . . . 0,3 p. 100.

CONCLUSION

L'analyse de quelques eaux-de-vie de marc grecques aromatisées à l'anis et de quelques "ouzo", nous permet de faire les observations suivantes :

1° — Le titre alcoométrique de ces eaux-de-vie est relativement élevé et assez variable.

2° — Le pH et l'acidité totale ou volatile, à l'exception de quelques cas extrêmes bien limités, présentent des moyennes similaires à celles des autres eaux-de-vie de vin ou de marc.

3° — La masse volumique varie, en général, d'une manière limitée aussi bien pour le «Tsipouro» que pour l'«ouzo».

4° — L'extrait sec du distillat de marc est relativement faible, ceci parce que les échantillons sont jeunes (1-2 ans) et les quantités d'huiles essentielles rajoutées sont peu importantes. Par contre, l'extrait sec d'«ouzo» est plus variable et beaucoup plus important.

5° — La teneur moyenne en méthanol de notre eau-de-vie de marc est supérieure au seuil de 50 g/hl AP qu'on ne devrait pas dépasser. Cependant, elle est bien inférieure aux teneurs des autres eaux-de-vie de marc communiquées dans la littérature et souvent à celles des distillats de vin.

6° — Les alcools supérieurs se trouvent pratiquement en taux similaires à ceux cités par d'autres chercheurs pour les distillats de vin et un peu plus faibles par rapport à ceux communiqués pour les distillats de marc. L'ouzo ne contient presque pas d'alcools supérieurs.

7° — En ce qui concerne les esters, en principe, il n'y a pas de différences entre nos valeurs et celles de la littérature, à l'exception du lactate d'éthyle et du succinate de diéthyle dont les teneurs sont relativement élevées ; la présence de ces deux substances en quantités importantes laisse supposer que la conservation du marc de raisin n'a pas été parfaitement satisfaisante. A l'exception de cette particularité, on pourrait dire que le «Tsipouro» contient les esters favorables à son arôme à des teneurs habituelles.

8° — Les acides volatils ou gras sont environ 5 fois plus faibles que dans les cognacs et armagnacs en raison des conditions de vinification.

9° — Les aldéhydes et l'acétal se situent dans des marges habituelles. Particulièrement le furfural est inférieur aux doses citées par d'autres chercheurs.

10° — Parmi les composés de l'anis dosés dans nos échantillons le *trans*-anéthole, le *cis*-anéthole et l'eugénol se trouvent en teneurs habituelles par rapport à d'autres anisettes ; par contre, l'aldéhyde anisique et l'estragole sont en quantités plus élevées tant pour le distillat de marc «Tsipouro» que pour l'anisette industrielle «ouzo».

Manuscrit reçu le 10 septembre 1986; accepté pour publication le 2 mars 1987.

RÉSUMÉ

Le « Tsipouro » est une eau-de-vie de marc de raisins produite dans de nombreuses zones vinicoles de Grèce ; elle est le précurseur de l'ouzo, anisette mondialement connue.

Les auteurs étudient la composition de dix-huit échantillons de Tsipouro produit dans la région de Naoussa. Bien qu'il s'agisse d'une eau-de-vie de marc de raisins, les constituants favorables à la qualité se trouvent en quantités relativement importantes, tandis que les éléments indésirables ne dépassent pas les seuils acceptables et sont voisins de ceux rencontrés dans les eaux-de-vie de vins.

SUMMARY

"Tsipouro" is a spirit produced in several greek viticultural zones from grape pomace. it is the base of ouzo, an anisette which is known world wide.

The authors studied the composition of eighteen samples of Tsipouro produced in the Naoussa region. Even though this is a spirit produced from grape pomace, rather than wine,

the components which represent good quality were found in relatively high levels. Whereas, unfavourable elements did not exceed acceptable thresholds and were close to the levels found in eaux-de-vie produced from wine.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Tsipouro ist ein Tresterbranntwein welcher in zahlreichen Wein- baugegenden Griechenlands hergestellt wird. Er ist der Vorläufer des weltweit bekannten Aenis-Schnaps Ouzo.

Die Autoren untersuchen die Zusammensetzung von achtzehn Tsipouro-Proben welche in der Gegend von Naoussa produziert werden. Obwohl es sich beim Tsipouro um einen Tresterbranntwein von Trauben handelt, sind die inhaltsstoffe welche der Qualität förderlich sind, in relativ grossen Mengen vorhanden. Die unerwünschten Bestandteile hingegen, kommen in Konzentrationen vor, welche - kleiner als die Toleranzwerte - vergleichbar mit denen von Weinbränden sind.

RESUMEN

El "Tsipouro" es una aguardiente de orujo de uvas producta en numerosas zonas vinicolas de Grecia; esta aguardiente es el precursor del "ouzo", anisette mundialmente conocida.

Los autores estudian la composición de dies y ocho muestras de "Tsipouro" producto en la región de Naoussa. Aunque se trata de aguardiente de orujo de uvas, los componentes favorables a la cualidad se encuentran en cantidades relativamente importantes, mientras que los elementos que no se desean, no rebasan los limites aceptables y se aceran de los encontrados en las aguardientes de vino.

RIASSUNTO

Il "Tsiopouro" é un'acquavite di grappa prodotta in numerose aree vinicole di Grecia; è il precursore dell'ouzo, anisetta universalmente conosciuta.

Gli autori studiano la composizione di diciotto campioni di Tsipouro prodotto della regione di Naoussa. Quantunque sia un'acquavite di grappa, i costituenti favorevoli alla qualità si trovano in quantità relativemente importante, mentre gli elementi indesiderabili non suprano i limiti accettabili e sono vicini di quelli incontrati nelle acqueviti di vino.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AMERINE M., BERG H. et CRUESS W., 1967. The technology of wine making, *The avi publishing inc.,* U.S.A.

ANONYME. 1842-1843. Œnologia iti peri œnopiias kataskevis kai syntirisseon ton œnon. Typographion christou Athanassiou, Athinai (Œnologie : production et conservation des vins, Imprimerie Christos Athanassiou, Athènes).

BAUDOIN A., 1893. Les eaux-de-vie et la fabrication du Cognac. Paris, 49-70, 231-237.

BERTRAND A., 1968. Utilisation de la chromatographie en phase gazeuse pour le dosage des constituants volatils du vin. *Thèse 3e cycle, Université de Bordeaux.*

BERTRAND A., 1975. Recherches sur l'analyse des vins par chromatographie en phase gazeuse. *Thèse d'État, Université de Bordeaux II.*

BERTRAND A., 1981. Formation des substances volatiles au cours de la fermentation alcoolique. Incidence sur la qualité du vin. *Colloque Soc. Fr. Microbiologie. Reims,* 251-267.

CAUMEIL M., 1983. Le Cognac. Revue *Pour la Science,* Édition Française de «scientific Americain», décembre 1983. France, 48-57.

CORDONNIER R., 1971. Les arômes des vins et des eaux-de-vie. Leur formation et leur évolution. *Bull. O.I.V.,* n° 483, 1128-1148.

DANILATOS N. et HARVALIA A., 1981. Évaluation de la qualité des eaux-de-vie élaborées à partir de cépages indigènes. *Hellenica Œnologica chronica,* vol. 1, Athènes 111-128.

DITTRICH H., 1977. Mikrobiologie des Weines. *Eugen Ulmer, Stuttgart.*

HARVALIA A. et DANILATOS N., 1983. Modification au cours du vieillissement des eaux-de-vie de vin hellénique. *Hellenica Œnologica chronica,* vol. 3, Athènes 57-75.

KONSTANTINIDIS A., STEFANOPOULOS O. et MARANIS A., 1952. Apostagmata-Œnopnevmata (Distillats-Alcools), Théorie et technique de la distillation, Athènes.

LAFON J., COUILLAUD P. et GAY-BELLILE F., 1973. Le Cognac, sa distillation. *Éditions J.B. Baillière, Paris.*

LIDDLE P.A.P. et BOSSARD A., 1984. The analysis of anethole and anethole-flavoured beverages by gas chromatography. Flavour Research of alcoholic beverages. Instrumental and sensory analysis. Edited by L. Nykanen and P.Lethonen, Helsinki. 99-109.

LITCHEV D.V., 1972. Les arômes des vins et des eaux-de-vies. Leur formation et leur évolution. Bull. O.I.V., n° 494, 317-337.

MEJANE J., 1972. Industries Alimentaires et Agricoles (septembre, octobre) cité par TOURLIERE (1977).

NYKANEN L. et SUOMALAINEN H., 1983. Aroma of beer, wine and distilled alcoholic beverages. D. Reidel Publishing Compagny, Dordrecht, 10-15.

ONISHI M., CROWELL E.A. et GUYMON J.F., 1978. Comparative composition of brandies from thompson seedless and three white-wine grape varieties. *Amer. J. Enol Vitic.,* **29,** n° 1, 54-59.

PARFAIT A., NAMORY M. et DUBOIS P., 1972. Les esters éthyliques des acides gras supérieurs des rhums. *Ann. Technol. Agric.,* **21,** n° 2, 199-210.

PUECH J.L., 1986. Le vieillissement des eaux-de-vies. Journées des rencontres œnologiques de l'association des œnologues de la faculté de Montpellier.

QUADY A.U. et GUYMON J.F., 1973. Relation of maturity acidity and growing region of «Thompson seedless» and «French Colombard» grapes to wine aroma and quality of brandy distillate. *Amer. J. Enol. Vitic.,* **24,** n° 4, 166-175, U.S.A.

RIBÉREAU-GAYON P., 1971. Les arômes des vins et des eaux-de-vie. Leur formation et leur évolution. *Bull. O.I.V.* n° 483, 428-466.

RIBÉREAU-GAYON J., PEYNAUD E., SUDRAUD P. et RIBEREAU-GAYON P., 1975. Sciences et Techniques du vin, tome I, Dunod éd., Paris.

RIZZON L., 1985. Incidence de la macération sur la composition chimique des vins. *Thèse Docteur-Ingénieur, Université de Bordeaux II.*

RODOVITIS V., 1985. Apostagma stemphylon Naoussas (eau-de-vie de marc de raisins de Naoussa). Mémoire de stage présenté à l'École de Technologie Alimentaire, TEI de Thessalonique.

ROUX M.S., 1971. Les arômes des vins et eaux-de-vie. leur formation et leur évlution. *Bull. O.I.V.,* n° 484, 541-559.

SCHREIER P., DRAWAERT F. et WINKLER F., 1979. Composition of neutral volatile constituents in grape brandies. *J. Agric. Food Chem.,* **27,** n° 2, 365-372.

SOUFLEROS E., 1978. Les levures de la région viticole de Naoussa (Grèce). Identification et classification, étude des produits volatils formés au cours de la fermentation. *Thèse Docteur-Ingénieur, Université de Bordeaux II.*

SOUFLEROS E., PANERAS E. et SAPIS-DOMERCQ S., 1979. Étude écologique de la microflore levurienne de la région vinicole de Naoussa. *Connaissance Vigne Vin,* **13,** n° 2, 137-148.

SUOMALAINEN H., NYKANEN L. et ERIKSSON N., 1974. Composition and consuption alcoholic beverages. *Amer. J. Enol. Vitic.,* **25,** n° 4, 179-187.

TORRES ALEGRE V.M., 1982. Formation des acides gras et autres produits secondaires au cours de la vinification. *Thèse Docteur-Ingénieur, Université de Bordeaux II.*

TOURLIERE S., 1977. Commentaires sur la présence d'un certain nombre de composés accompagnant l'alcool dans les distillats spiritueux rectifiés et eaux-de-vie. *Ind.Alim. Agric.,* n° 94, 565-574.

TSANTALIS G., 1968. Gaschromatographische untersuchung der aromatstoffe von Branntweinen, Dissertation Doctors, Universität Karlsruhe.