METHODES DE CALCUL DU POINT DE MUTAGE A L'ALCOOL DES VINS DE BANYULS DANS LE CAS DE MUTAGES SIMPLES OU FRACTIONNES

J.P. CAMPADIEU
G.I.C.B. - 1, Rue Arago
66 - PORT-VENDRES

Ce travail a pour but d'apporter quelques données permettant, lors de l'élaboration des vins doux naturels, de déterminer avec précision le moment du mutage à l'alcool pour obtenir à partir d'un moût de composition connue, un vin doux naturel ayant un titre alcoolique total et une densité donnés.

RAPPELS

Historique. — La vigne, de tout temps, a existé autour du bassin méditerranéen. Mais ce sont les Corinthiens, métallurgistes grecs, venus extraire le fer et installer leurs forges dans le massif du Canigou, qui ont appris aux Ibères, au cours du VIII[e] s. av. J.-C., à cultiver la vigne. Il est intéressant de noter que le mont Canigou qui culmine à 2.785 mètres a été longtemps considéré comme le plus haut sommet des montagnes séparant la France de l'Espagne et que le nom grec « Pyrénées » lui a d'abord été attribué avant d'être étendu au reste de la chaîne, le « mont Pyrénées » signifiant à l'époque : la montagne du fer ou des forges.

Les coteaux ont de tout temps produit des vins capiteux ; les moûts à partir desquels ils étaient élaborés titrant parfois plus de 20° d'alcool en puissance, soit plus de 350 g de sucre par litre. Les vins obtenus étaient souvent mal équilibrés et donc de conservation difficile. Ils étaient toutefois recherchés par les anciens qui les caractérisaient par l'épreuve du flambage ; de là, vient certainement la première mise en évidence de l'alcool. C'est en 1290 que le Catalan Arnau de Vilanova, régent universitaire de Montpellier, médecin particulier des rois de Majorque, procéda aux premiers mutages à l'esprit de vin dans les caves du Mas Deu et de la commanderie de Bajoles.

L'alcool ajouté pendant la fermentation compensa la faiblesse alcoolique des vins élaborés jusqu'alors et permit d'obtenir un rapport alcool/sucre plus harmonieux, une meilleure conservation et la qualité y gagna. Cet usage se répandit ensuite dans les autres régions méditerranéennes.

Situation géographique. — Le Banyuls est un vin provenant exclusivement de la fermentation du raisin frais récolté dans le terroir délimité du cru de Banyuls.

Ce dernier, situé à l'extrême sud du Midi méditerranéen et adossé aux derniers contreforts des Albères, est limité à l'Est par la Méditerranée, à l'ouest et au sud par la frontière espagnole et au nord par la plaine fertile du Roussillon.

Il occupe une superficie de 3.000 hectares environ et sa production annuelle moyenne est de 50.000 hectolitres.

Les vignes sont plantées sur de courtes terrasses s'étageant à flanc de montagne sur des pentes abruptes plongeant vers la mer.

Normes légales d'élaboration des vins d'appellation d'origine contrôlée Banyuls et Banyuls Grand Cru. — La principale caractéristique de ces vins est de recevoir en cours de fermentation un apport d'alcool neutre, titrant 90° au minimum. Cet usage traditionnel a été codifié par le décret du 6 août 1936 pour les Banuyls et du 16 novembre 1962 pour les Banyuls Grand Cru.

Cépages

1° BANYULS

— 50 p. 100 au minimum de grenache noir.

— 90 p. 100 cépages nobles : Grenache, Macabeu, Malvoisie, Muscat.

— 10 p. 100 cépage accessoire : Carignan.

2° GRAND CRU

— 75 p. 100 au minimum de grenache noir.

— 90 p. 100 cépages nobles : Muscat, Malvoisie, Macabeu. Grenache.

— 10 p. 100 cépages accessoires : Carignan, Syrah, Cinsault.

Moût : il doit titrer au minimum 252 g. de sucre par litre.

Addition d'alcool (en alcool pur) : entre 5 et 10 p. 100 du volume du moût mis en œuvre.

Alcool acquis du vin fait : 15° au minimum.

Alcool total du vin fait : 21°5 au minimum pour le Banyuls et le Banyuls Grand Cru.

Sucre : Les Banyuls Grand Cru ayant une teneur en sucre inférieure à 54 g. par litre peuvent s'appeler : Dry, Sec ou Brut.

Vieillissement :

1 — Banyuls : blocage de la récolte sous forme de trois tranches égales, libérables dans les conditions suivantes :

— la première, le 1er septembre de l'année qui suit la récolte,

— la deuxième, le 1er janvier (4 mois plus tard),

— la troisième, le 1er mai (4 mois plus tard).

2 — Banyuls Grand Cru : il doit rester obligatoirement 30 mois **sous bois.**

Label : Les vins obtenus sont dégustés au cours du printemps qui suit la récolte pour les Banyuls et au bout de 30 mois pour les Banyuls Grand Cru par une commission officielle, désignée par le Ministère de l'Agriculture qui déclasse les vins s'ils ne sont pas conformes.

Rappel technique. — La tradition commerciale a établi entre producteur et acheteur (commerce de gros) un langage, propre à la région, qui caractérise le type de vin vendu, suivant qu'il est plus ou moins riche en sucre et en alcool, par son degré Baumé et sa teneur en alcool acquis.

Par exemple, les types de vins doux naturels les plus caractéristiques sont :

— type 5/15, correspondant à une densité de 1036 et à 15° d'alcool acquis,

— type 4/16, correspondant à une densité de 1029 et à 16° d'alcool acquis,

— type 3/18, correspondant à une densité de 1022 et à 17° d'alcool acquis,

— type 2/18, correspondant à une densité de 1014 et à 18° d'alcool acquis.

Il existe bien entendu une infinité de combinaisons entre les types ci-dessus ; il existe aussi, dans les appellations Banyuls et Banyuls Grand Cru, des types de vins plus secs et plus riches en alcool.

NOTA :

1° — Tous les exemples figurant dans ce travail ont été effectués en utilisant la table de correspondance entre la densité 15/4 et le degré Baumé DUJARDIN-SALLERON, dont nous nous servons habituellement (à notre connaissance, il n'existe pas à ce jour de table mentionnant la correspondance entre la densité 20/20 et le degré Baumé). D'ailleurs, dans le cas général des moûts de vins doux naturels dont la densité est comprise entre 1100 et 1120 et des vins faits où elle varie aux environs de 1020 pour un alcool acquis de 17° environ, le facteur correctif à appliquer sur densité 15/4, pour obtenir la densité 20/20, oscille autour de ± 0,1 g. et peut être tenu pour négligeable.

2° — Toutes les densités citées dans cette étude le sont sous la forme suivante : densité 20/20 x 1000.

I — ETABLISSEMENT DE LA FORMULE PERMETTANT DE DETERMINER L'ALCOOL TOTAL D'UN VIN, CONNAISSANT SA DENSITE ET SON DEGRE ALCOOLIQUE ACQUIS.

La connaissance de la teneur en alcool total est nécessaire quand, en cours de vinification, on veut élaborer un type de vin donné avec un moût de degré alcoolique en puissance donné (par exemple faire un type 2/19 avec un moût de 16°). Il faut savoir quelle est la valeur de l'alcool total du type 2/19 pour la porter dans la règle de mélange qui permettra de calculer la quantité d'alcool du mutage à ajouter au moût. Si on pose :

Aa : Alcool acquis du vin fait exprimé en degrés.

Dv : Densité du vin fait.

C : Contraction du mélange hydro-alcoolique titrant A degrés exprimée en p. 1000 (JAULMES, 1951).

Dr : Densité du vin privé d'alcool et ramené à un litre avec de l'eau.

AT : Alcool total du vin fait, exprimé en degrés.

Le poids de l'alcool acquis dans 1 litre de vin (en grammes) étant 8 Aa et le volume occupé par 8 Aa g d'alcool et qu'on remplace par le même volume d'eau pour ramener à 1 litre ayant pour valeur :

1000 — (1000 — 10 Aa + C), on obtient l'équation suivante :

$$Dv - 8\,Aa + 1000 - (1000 - 10\,Aa + C) = Dr.$$

D'où : $Dr = Dv + 2\,Aa - C$ (1)

Il ne reste plus ensuite qu'à évaluer la quantité de sucre contenue dans 1 litre ayant une densité = Dr. On peut employer la formule de SALLERON ou celle de JAULNES.

Avec la formule de SALLERON on a :

$$AT = \frac{2.667\ (Dr - 1000) - 30}{17} + Aa$$

Et avec celle de JAULMES :

$$AT = \frac{2,45\ \ (Dr - 1000) - 14}{17} + Aa$$

Applications de la formule $Dr = Dv + 2\,Aa - C$.

On voit que le calcul est exact jusqu'à l'obtention de Dr, ceci à condition que C soit juste.

De nombreux essais sur des vins de Banyuls ont montré qu'en prenant pour C la valeur de la contraction des mélanges hydro-alcooliques de même degré que l'alcool acquis du vin (cf. tables de JAULMES), Dr était identique à la densité mesurée par aréométrie.

La formule devient ensuite empirique, car pour trouver la richesse en sucre, puis l'alcool en puissance, il faut employer la formule de JAULMES ou celle de SALLERON. Dans ces formules, une valeur arbitraire est donnée à l'extrait sec réduit. SALLERON donne une valeur fixe de 30 g. JAULMES, d'après ses constatations, estime que le poids de l'extrait sec réduit est augmenté par rapport à la richesse en sucre dans une proportion de 9 p. 100 à partir d'une valeur fixe égale à 15,3 g.

De plus, si on compare les richesses en sucre données, pour la même densité, par les tables de JAULMES et celles de SALLERON, on s'aperçoit que la valeur donnée par la table de JAULMES est supérieure à celle donnée par la table de SALLERON, jusqu'à la densité de 1074 ; au-dessus, elle devient inférieure. Cela provient de l'augmentation du poids du sucre au-dessus de 1074 qui, lorsqu'on applique la formule de JAULMES donne à l'extrait sec réduit une valeur supérieure à 30 g.

On peut tirer de cela deux conclusions :

a) En ce qui concerne l'application directe de la formule : Dr = Dv + 2 Aa — C (cas des vins).

Au-dessous de la densité 1074, cette application sera toujours possible ; il est en effet, impossible que la teneur en sucre d'un vin doux naturel atteigne 167 g. par litre ; son alcool acquis serait alors inférieur à 15°, il vaut mieux employer la table de JAULMES pour transformer Dr en g de sucre par litre, lorsque la récolte est saine.

Quand la vendange est altérée, il est préférable d'employer la table de SALLERON qui donne une quantité de sucre plus faible et corrige ainsi l'élévation anormale de l'extrait sec réduit.

En ce qui concerne le cru Banyuls où ne sont élaborés que des vins de macération, donc possédant une teneur en extrait sec réduit élevée, il est préférable d'utiliser la table de SALLERON quand la récolte est saine.

b) En ce qui concerne l'évaluation de la richesse en sucre des moûts par aréométrie en cours de vendange, la densité de ces moûts est toujours supérieure à 1074.

Dans ce cas, inverse du précédent, il faudra employer la table de JAULMES quand l'extrait sec réduit sera anormalement élevé (vendange pourrie, cochylisée, etc...) ; la table de SALLERON sera utilisée dans le cas de récolte saine.

D'une façon empirique nous estimons que les vins doux naturels étant caractérisés par leur densité et leur alcool acquis, pour déterminer à partir de la densité la quantité de sucre correspondante, il vaut mieux, dans le cas d'une récolte où le rendement en jus est bon (moins de 130 kg de raisin entier pour 1 hl de moût), employer une formule dans laquelle l'extrait sec réduit à une valeur faible et qui donne plus de sucre

pour une densité donnée. Pour les moûts où d $>$ 1074 : formule de DUJARDIN-SALLERON, pour les vins où d $<$ 1074 : formule de JAULMES.

Dans le cas d'une récolte pauvre en jus et pourrie (plus de 135 kg de raisin entier pour 1 hl de moût), il vaut mieux utiliser une formule dans laquelle l'extrait sec réduit a une valeur élevée et qui donne moins de sucre pour une densité donnée. Pour des moûts où d $>$ 1074 : formule de JAULMES, pour les vins où d $<$ 1074 : formule DUJARDIN-SALLERON.

REMARQUE : Nous voyons qu'avec la formule Dr = Dv + 2 Aa — C il est possible de calculer l'alcool total approximatif du type de vin que l'on veut obtenir. On peut approcher de la valeur exacte en connaissant l'extrait sec réduit un peu avant le vinage de la façon suivante :

Doser les sucres réducteurs, l'alcool acquis et l'extrait sec réduit (ESR) du moût en cours de fermentation (selon les tables de PLATO).

— Dans la formule Dr = Dv + 2 Aa — C, la valeur de l'E.S.R. est de 30 g par l ; si l'on utilise la table DUJARDIN-SALLERON.

— Il faut tenir compte de la dilution provoquée par l'addition d'alcool car Dr est la densité du vin fait privé d'alcool, donc ayant subi un mutage ; l'E.S.R. sera calculé de la façon suivante :

$$\text{E.S.R. vin fait} = \frac{\text{E.S.R. moût} \times 100}{100 + V}$$

V étant le taux de mutage ou volumes d'alcool ajouté à 100 volumes de moût.

1) L'E.S.R. est supérieur à 30 g par l
soit $\times$ la différence. Augmenter l'alcool total du type de vin à obtenir de $= \frac{X}{17}$

2) L'E.S.R. est inférieur à 30 g par l
soit $\times$ la différence. Diminuer l'alcool total du type de vin à obtenir de $= \frac{X}{17}$

EXEMPLE : Moût en fermentation
Dv = 1033, alcool acquis 12°04, sucre 90,5 g par l (dosé par méthode chimique)

alcool total : 17°30 ; E.S. total : 127,5 g par l

E.S.R. : 127,5 — 90,5 = 37 g par l

Si le moût est muté à 10 p. 100 on a :

$$\text{E.S.R. vin fait} : \frac{3700}{110} = 33{,}6$$

$$X = 33{,}6 - 30 = 3{,}6$$

$$\frac{X}{17} = 0°21 \qquad 0°2$$

Augmenter de 0°2 l'alcool total prévu dans la règle de mélange.

Autres applications de la formule Dr = Dv + 2 Aa — C :

Cette formule peut faire gagner du temps à l'œnologue lorsqu'il effectue des dosages d'alcool total en série, en lui épargnant de doser les sucres qu'il peut calculer aisément avec une approximation assez bonne, à condition que l'extrait sec réduit du vin soit voisin de celui pris en considération dans les formules de SALLERON (soit 30 g par litre) ou JAULMES (variable), suivant que l'analyste s'adresse aux tables de l'un ou de l'autre de ces auteurs pour calculer l'alcool en puissance correspondant à Dr.

Cette formule permet aussi de calculer l'extrait densimétrique des moûts et des vins. Comme celle de TABARIE, elle détermine par le calcul la densité du vin privé d'alcool et ramené au volume initial avec de l'eau.

II. - CALCUL DE LA CONTRACTION INTERVENANT LORS DU MELANGE DU MOUT ET DE L'ALCOOL

Au moment où le mutage intervient il y a dans le moût en fermentation une certaine quantité d'alcool acquis, qui est variable selon le type de vin que l'on veut obtenir.

Quelles sont les valeurs minima et maxima de la contraction lorsqu'on élabore les quatre types courants suivants : 5/15, 4/16, 3/17, 2/18 ?

TABLEAU I

Détermination de l'alcool total des types courants de vins doux naturels à l'aide de la formule Dr = Dv + 2 Aa — C

TYPES DE VINS A OBTENIR	5/15		4/16		3/17		2/18	
Dr	1054		1047,5		1041,5		1035	
Etat de la vendange	saine	pourrie	saine	pourrie	saine	pourrie	saine	pourrie
Table utilisée	JAULMES	SALLERON	JAULMES	SALLERON	JAULMES	SALLERON	JAULMES	SALLERON
Sucre (g par l)	118	114	102	96,5	87,6	81	72	63
Alcool acquis	15	15	16	16	17	17	18	18
Alcool en puissance	6.88	6.64	5.94	5.61	5.09	4.70	4.17	3.64
ALCOOL TOTAL	21.88	21.64	21.94	21,61	22.09	21.70	22.17	21.64

REMARQUE

Nous voyons, selon que l'alcool en puissance est calculé d'après la quantité de sucre donnée par la table de SALLERON ou celle de JAULMES, que l'alcool total du même type de vin est plus ou moins élevé. Cela est parfaitement vérifiable dans la pratique et est lié à la teneur en extrait sec réduit qui varie avec chaque récolte et qui influe sur la densité du vin.

La contraction atteindra sa valeur minimum quand on devra élaborer un type doux : 5/15 par exemple, avec un moût de richesse saccharine élevée, 18° par exemple. L'alcool total d'un 5/15 est 21°6 (Tableau I).

Au moment du mutage le degré alcoolique total de ce moût devra être augmenté de 21°6 — 18 = 3°6. L'alcool acquis présent dans le moût sera également augmenté de 3°6 ; il sera donc égal à 15 — 3°6 = 11°4. La contraction au moment du mutage sera égale à : C de 15° — C de 11°4 = 1,2 — 0,85 = 0,35 p. 100 (table des contractions des mélanges hydro-alcooliques de JAULMES).

TABLEAU II

Détermination de l'alcool total d'autres types de vins doux naturels à l'aide de la formule Dr = Dv + 2 Aa — C
(cas d'une vendange pourrie)

TYPES de vins à obtenir	Dr	Sucre g/L-l d'après la table de SALLERON	ALCOOL TOTAL	Degré minimum du moût mis en œuvre avec un mutage à 10,52 p. 100 alcool à 95° (1)
5/16	1055	115	22°76	15°16
5/17	1056	118	23°94	16°46
5/18	1057	121	25°11	17°75
5/19	1058	123	26°23	18°99
5/20	1059	126	27°41	20°30
4/17	1048.5	98	22°76	15°16
4/18	1049.5	100.5	23°91	16°43
4/19	1050.5	103.5	25°08	17°72
4/20	1051.5	106	26°20	18°96
3/18	1042.5	82	22°80	15°2
3/19	1043.5	84.5	23°97	16°49
3/20	1044.5	87.5	25°14	17°79
2/19	1036	65	22°82	15°22
2/20	1036.6	66.5	23°91	16°43

(1) — 10,52 à 95° correspond à un mutage de 10 p. 100 en alcool pur.

La contraction atteindra sa valeur maximum quand on devra élaborer un type sec 18/2 par exemple avec un moût ayant une teneur en sucre faible : 14° par exemple. L'alcool total et l'alcool acquis du moût seront augmentés au moment du mutage de : 21°6 — 14 = 7°6.

L'alcool acquis sera égal à : 18 — 7°6 = 10°4.

Contraction = C de 18° — C de 10°4 = 0,76 p. 100.

En conclusion, nous voyons que la contraction, suivant les types de vins à élaborer et le degré du moût passe de 0,35 p. 100 à 0,76 p. 100, quand on envisage le cas des quatre types de vins doux naturels les plus courants.

TABLEAU III

Détermination de l'alcool total d'autres types de vins doux naturels à l'aide de la formule Dr = Dv + 2 Aa — C

(cas d'une vendange saine)

TYPES de vins à obtenir	Dr	Sucre g/l-1 d'après la table de JAULMES	ALCOOL TOTAL	Degré minimum du moût avec un mutage à 10,52 p. 100 alcool à 95° (1)
5/16	1055	119.7	23°04	15°47
5/17	1056	122.2	24°18	16°73
5/18	1057	124.6	25°32	17°99
5/19	1058	127.1	26°47	19°26
5/20	1059	129.5	27°61	20°52
4/17	1048.5	103.8	23°10	15°53
4/18	1049.5	106.2	24°24	16°79
4/19	1050.5	108.7	25°39	18°06
4/20	1051.5	111.1	26°53	19°32
3/18	1042.5	89.1	23°24	15°69
3/19	1043.5	91.5	24°38	16°95
3/20	1044.5	95	25°52	18°21
2/19	1036	73.2	23°30	15°75
2/20	1036.5	74.6	24°38	16°95

(1) — même remarque que celle du tableau II.

III. - ETABLISSEMENT DES FORMULES PERMETTANT DE DETERMINER LE POINT D'ARRET DANS DIFFERENTS CAS

a) Cas d'un mutage simple :

Soient : D la densité que l'on désire obtenir.

DX la densité au moment du mutage.

V le taux du mutage pour 100 parties de vin (c'est-à-dire le volume d'alcool à ajouter à 100 volumes de vin).

C la contraction pour 100 parties de mélange (pour la détermination de C se reporter aux tableaux IV, V, VI et VII, selon les cas).

At l'alcool total avant mutage.

d le nombre de degrés dont on doit augmenter l'alcool total du moût.

AT l'alcool total après mutage.

Tous les calculs suivants sont établis pour 100 ml de moût.

Calcul de V et de d

On a l'équation suivante :

$$At + d = \frac{100\ At + 95\ V}{100 + V - C}$$

L'alcool de mutage titrant presque toujours, 95 ou 96°, on a pris 95° comme valeur moyenne ; si ce degré est différent, utiliser la valeur exacte à la place de 95.

D'où on tire :

$$V = \frac{100\ d - cd - C\ At}{95 - At - d}$$

Si l'on pose : At + d = AT on obtient les deux formules suivantes :

$$V = \frac{100\ d - C\ AT}{95 - AT} \quad (2) \qquad \text{et} \qquad d = \frac{V\ (95 - At) + C\ At}{100 + V - C} \quad (3)$$

TABLEAUX DES CONTRACTIONS PAR TYPES DE VIN ET PAR DEGRE DE MOUT EN P. 1000

à utiliser dans le cas d'une vendange pourrie

TABLEAU IV

Alcool total calculé au moyen des tables de SALLERON (cf. tableau I)

Types courants de vins

DEGRE DU MOUT	TYPES DE VIN A OBTENIR			
	5/15	4/16	3/17	2/18
13°	7°8	8°1	8.4	8.5
14°	7.0	7.2	7.6	7.6
15°	6.1	6.4	6.7	6.7
16°	5.3	5.5	5.8	5.8
17°	4.4	4.6	4.8	4.8
18°	3.5	3.7	3.9	3.8

TABLEAU V

Alcool total calculé au moyen des tables de SALLERON (cf. tableau II)
Autres types de vins

TYPE DE VIN A OBTENIR	DEGRE DU MOUT					
	13°	14°	15°	16°	17°	18°
5/16	9.1	8.2	7.4	6.5	5.7	4.8
5/17	10.3	9.5	8.6	7.8	6.9	6.1
5/18	11.4	10.6	9.7	8.9	8.0	7.2
5/19	12.6	11.9	11	10.2	9.3	8.4
5/20	13.8	13.0	12.2	11.3	10.5	9.6
4/17	9.2	8.4	7.5	6.7	5.8	4.8
4/18	10.4	9.5	8.7	7.8	7.0	6.0
4/19	11.8	10.9	10.1	9.2	8.4	7.4
4/20	12.9	12.0	11.2	10.2	9.5	8.5
3/18	9.5	8.6	7.8	6.9	5.9	5.0
3/19	10.8	10.0	9.1	8.3	7.3	6.4
3/20	11.9	11.1	10.2	9.4	8.4	7.5
2/19	9.8	8.9	8.1	7.1	6.2	5.2
2/20	10.9	10.0	9.2	8.2	7.3	6.3

REMARQUE : Si on emploie un moût de degré différent, on interpole.
Si on veut faire un type de vin intermédiaire soit en degré Baumé, soit en alcool acquis, on interpole.

Exemple : — pour le type 4,5/17 on interpole entre le 4/17 et le 5/17
Pour le type 4/17,5 on interpole entre le 4/17 et le 4/18

TABLEAUX DES CONTRACTIONS PAR TYPES DE VIN ET PAR DEGRE DE MOUT EN P. 1000

à utiliser dans le cas d'une vendange saine

TABLEAU VI

Alcool total calculé au moyen des tables de JAULMES (cf. tableau I)
Types courants de vins

DEGRES DE MOUT	TYPES DE VIN A OBTENIR			
	5/15	4/16	3/17	2/18
13°	8.0	8.3	8.7	9.0
14°	7.2	7.4	7.9	8.1
15°	6.3	6.6.	7.0	7.3
16°	5.5	5.7	6.2	6.3
17°	4.6	4.9	5.2	5.4
18°	3.8	3.9	4.3	4.4

TABLEAU VII

Alcool total calculé au moyen des tables de JAULMES (cf. tableau III)

Autres types de vins

TYPES DE VINS A OBTENIR	DEGRES DU MOUT					
	13°	14°	15°	16°	17°	18°
5/16	9.2	8.4	7.5	6.7	5.8	5.0
5/17	10.4	9.7	8.8	8.0	7.1	6.3
5/18	11.5	10.7	9.9	9.0	8.2	7.3
5/19	12.8	12.1	11.2	10.4	9.5	8.7
5/20	13.9	13.2	12.3	11.5	10.6	9.8
4/17	9.6	8.7	7.9	7.0	6.2	5.2
4/18	10.7	9.8	9.0	8.1	7.5	6.3
4/19	12.0	11.2	10.3	9.5	8.6	7.7
4/20	13.1	12.2	11.4	10.5	9.7	8.8
3/18	9.8	9.0	8.1	7.3	6.3	5.4
3/19	11,2	10.3	9.5	8.6	7.7	6.8
3/20	12.2	11.4	10.5	9.7	8.8	7.8
2/19	10.2	9.4	8.5	7.6	6.7	5.8
2/20	11.3	10.5	9.6	8.7	7.8	6.9

Calcul de DX

On a l'équation suivante :

$$0{,}1\ DX + 0{,}8\ (*)\ V = \left[(100 + V) - C\ (**)\ \left(1 + \frac{V}{100}\right)\right] 0{,}001\ D$$

D'où on tire la valeur de DX :

$$DX = \left[(1000 + 10\ V) - 10\ C\ \left(1 + \frac{V}{100}\right)\right] 0{,}0001\ D - 8\ V\ (4)$$

(*) Si la densité est différente, utiliser la valeur réelle à la place de 0,8.

(**) " C " représente la contraction pour 100 parties du mélange moût-alcool ; les calculs portant sur 100 ml de moût, la quantité de vin après mutage devrait être égale à 100 + V.

La valeur de la contraction devient alors : $\dfrac{C\ (100 + V)}{100}$

ou encore : $C\ \left(1 + \dfrac{V}{100}\right)$

b) Mutage fractionné : (Cas d'un mutage réalisé en deux fois).

Le mutage en deux fois a pour but, dès que la première addition d'alcool est faite, de ralentir la vitesse de la fermentation qui se poursuit à une température plus basse et donne des vins plus fins et plus bouquetés ; la levure, gênée par la richesse en alcool, forme davantage de produits secondaires. La seconde addition doit être réalisée au moment opportun pour obtenir le type de vin désiré.

Dans la plupart des cas la première addition doit amener la teneur en alcool total aux environs de 18/20.

Suivant que l'on connaît le nombre de degrés dont on veut augmenter le moût lors de la première addition d'alcool, ou le volume d'alcool qu'on doit y verser, il faut calculer soit la quantité d'alcool à ajouter au moût, soit le nombre de degrés dont il sera augmenté.

Ensuite, il faut déterminer la densité à laquelle il faut effectuer le second mutage pour obtenir le type de vin voulu et surtout la densité-limite, DL, à ne pas dépasser pour effectuer le premier mutage ; si on la dépassait, le second mutage donnerait un vin ayant une densité trop basse.

Soient :

Ap = l'alcool en puissance du moût.

Aa = l'alcool acquis du type de vin que l'on veut obtenir.

m' = le nombre de degrés dont on veut augmenter Ap lors du premier mutage.

m'' = le nombre de degrés dont sera augmenté (Ap + m') après le second mutage.

d = m' + m'' = le nombre de degrés dont sera augmenté Ap après le second mutage.

V' = le volume d'alcool ajouté lors du premier mutage à 100 volumes de moût.

V'' = le volume d'alcool ajouté lors du second mutage à 100 volumes de vin.

C' = la contraction résultat de l'addition de V' (p. 100).

C'' = la contraction résultant de l'addition de V'' (p. 100).

AT_1 = (Ap + m') l'alcool total à obtenir lors du premier mutage.

$AT_2 = (AT_1 + m'') = (Ap + d)$ l'alcool total du vin à obtenir.

Calcul de C' :

Soient :

(Aa — d) l'alcool acquis avant le premier mutage.

(Aa — d + m') l'alcool acquis après le premier mutage.

Si l'on pose

C_1 = contraction de (Aa — d + m') degrés,

C_2 = contraction de (Aa — d) degrés.

On a : $C' = C_1 - C_2$

Calcul de V' et de m' :

On a l'équation suivante :

$$\frac{100\ Ap + 95\ V'}{100 + V' - C'} = Ap + m'$$

$$\text{d'où : } V' = \frac{100\ m' - C'\ m' - C'\ Ap}{95 - Ap - m'}$$

Si l'on pose : $Ap + m' = AT_1$ on obtient

$$V' = \frac{100\ m' - C'\ AT_1}{95 - AT_1} \quad (5)$$

$$m' = \frac{V'\ (95 - Ap) + C'\ Ap}{100 + V' - C'} \quad (6)$$

Calcul de C" :

Soit Aa l'alcool acquis du vin fait après le second mutage et (Aa — d + m') l'alcool acquis avant le second mutage.

Si l'on pose :

C_1 = contraction de Aa degrés

C_2 = contraction de (Aa — d + m') degrés.

On a : $C'' = C_1 - C_2$

Calcul de V'' et de m'' :

On a l'équation suivante :

$$\frac{100\ AT_1 + 95\ V''}{100 + V'' - C''} = AT_1 + m''$$

D'où on tire :

$$V'' = \frac{100\ m'' - C''\ m'' - C''\ AT_1}{95 - AT_1 - m''}$$

Si l'on pose :

$AT_1 + m'' = AT_2$, on obtient :

$$V'' = \frac{100\ m'' - C''\ AT_2}{95 - AT_2} \quad (7)$$

$$m'' = \frac{V''\ (95 - AT_1) + C''\ AT_1}{100 + V'' - C''} \quad (8)$$

Calcul de la densité DX à laquelle il faut ajouter V'' :

$$DX = \left[(1000 + 10\ V'') - 10\ C'' \left(1 + \frac{V''}{100}\right) \right] 0{,}001\ D - 8\ V'' \quad (9)$$

Calcul de la densité-limite DL à ne pas dépasser pour effectuer le premier mutage :

$$DL = \left[(1000 + 10\ V') - 10\ C' \left(1 + \frac{V'}{100}\right) \right] 0{,}001\ DX - 8 \quad (10)$$

La densité-limite DL au-dessous de laquelle on ne doit pas descendre et qui doit être calculée pour chaque vin est la densité à laquelle l'addition de V' donne une densité égale à DX.

Si la densité DL est atteinte avant d'avoir effectué le premier mutage, il faut muter en une seule fois, tout de suite, pour obtenir la densité désirée.

NOTE 1. — Si on veut calculer avec plus de précision m' et m'' dans

les formules (6) et (8), il faut remplacer C' par C' $(1 + \frac{V'}{100})$ et C'' par C'' $(1 + \frac{V''}{100})$, car C' et C'' sont la contraction de 100 parties du mélange moût-alcool, tandis que nous raisonnons sur 100 + V' d'une part et 100 + V'' d'autre part. Dans les formules (5 et 7), V' et V'' étant inconnus, il faudrait mettre à la place une valeur proche du taux de mutage cherché. Mais, dans tous les cas, l'erreur n'atteint pas 1 p. 100 ; cela est donc négligeable.

NOTE 2. — La valeur attribuée à C_2 dans le calcul de C' est ici celle de la contraction qui aurait lieu si le premier mutage était effectué immédiatement avant le second. La densité DX au moment du premier mutage serait donc égale à la densité-limite DL. Dans le cas général des mutages fractionnés, la première addition d'alcool est faite plus tôt, au tout début de la fermentation ; l'alcool acquis est à ce moment-là égal à environ 2 ou 3°. Si on se reporte à la table des contractions des mélanges hydro-alcooliques de JAULMES, on voit que, en réalité, C_2 devrait avoir une valeur un peu plus faible que celle de la contraction de (Aa — d) degrés.

En chiffrant cette différence en moins, dans le cas général où l'augmentation de l'alcool total par le premier mutage est de 3°/4°, pour l'emmener à 18°, et où ce mutage est effectué au début de la fermentation, on voit qu'elle est négligeable : (0,05 p. 100 environ en moins). Donc, pour les commodités de calcul, on donnera à C_2 sa valeur maxima, c'est-à-dire la contraction de (Aa — d) degrés.

Cas d'un mutage en deux fois (suite) :

Dans le cas général de l'élaboration des quatre types courants de vins doux naturels avec un moût de 15°, et pour une contraction de 0,6 p. 100, il y a 0,1 degré d'écart en plus si on ne tient pas compte de cette contraction dans le calcul de l'alcool de mutage.

En remarquant qu'au cours de la période qui suit le mutage on perd 0,1 à 0,2 degré par évaporation (soutirages à l'air), on voit qu'on peut ne pas tenir compte de C' et C'' dans le calcul de V' et V''.

Au contraire, on en tiendra compte pour calculer le point d'arrêt DX et la limite DL. Sans cela, le point d'arrêt trouvé serait faux **par excès** (exemple n° 2).

Le calcul est alors simplifié :

Calcul de C' :

$$C_1 = C \text{ de } (Aa - d + m')$$
$$C_2 = C \text{ de } (Aa - d)$$
$$C' = C_1 - C_2$$

Calcul de V' et de m' :

$$V' = \frac{100\ m'}{95 - AT_1} \quad (5 \text{ bis})$$

$$m' = \frac{V' (95 - Ap)}{100 + V'} \quad (6 \text{ bis})$$

Calcul de C'' :

$$C_1 = C \text{ de } Aa$$
$$C_2 = C \text{ de } (Aa - d + m')$$
$$C'' = C_1 - C_2$$

Calcul de V'' et de m'' :

$$V'' = \frac{100\ m''}{95 - AT_2} \quad (7 \text{ bis})$$

$$m'' = \frac{V'' (95 - AT_1)}{100 + V''} \quad (8 \text{ bis})$$

Calcul de DX :

$$DX = \left[(1000 + V'') - 10\ C'' \left(1 + \frac{V''}{100}\right) \right] 0{,}001\ D - 8\ V'' \quad (9 \text{ bis})$$

Calcul de DL :

$$DL = \left[(1000 + 10\ V') - 10\ C' \left(1 + \frac{V'}{100}\right) \right] 0{,}001\ DX - 8\ V' \quad (10 \text{ bis})$$

IV. - EXEMPLES DE DIFFERENTS CALCULS DE MUTAGE

Exemple n° 1 : Soit un moût titrant 16° d'alcool en puissance (ou d'alcool total) ; on veut après mutage obtenir un type 2/19.

Le moût mis en œuvre provient d'une récolte pourrie ; on admet

a priori que son extrait sec réduit sera plus important que s'il provenait d'une récolte saine. D'après le tableau II l'alcool total d'un type 2/19 est 22°82. Nous voyons que nous pouvons élaborer ce type de vin sans dépasser un mutage de 10 p. 100 en alcool pur puisque le degré minimum du moût à mette en œuvre est 15°22.

Le tableau V nous donne la contraction :

$$C = 7{,}1 \text{ p. } 1000 \text{ ou } 0{,}71 \text{ p } 100.$$

1) Cas du mutage simple, en tenant compte de la contraction dans le calcul de V :

$$V = \frac{100\ d - C\ AT}{95 - AT}$$

$$V = \frac{680 - 0{,}71 \times 22°8}{72{,}2} = 9{,}19 \text{ p. } 100 \text{ (taux de mutage)}$$

$$DX = \left[(1000 + 91{,}9) - 7{,}1\ (1 + \frac{9{,}19}{100})\right] 1{,}015 - 8 \times 9{,}19.$$

$$DX = 1026{,}9$$

Point de mutage = 1026,9

Lorsque la densité du moût en fermentation atteindra 1026,9, il faudra ajouter 9,19 hl d'alcool à 95° à 100 hl de moût pour obtenir le type 2/19.

2) Cas du mutage simple en ne tenant pas compte de la contraction dans le calcul de V :

$$V = \frac{100\ d}{95 - AT}$$

$$V = \frac{680}{72{,}2} = 9{,}41 \text{ p. } 100 \text{ (taux de mutage).}$$

$$DX = \left[(1000 + 94{,}1) - 7{,}1\ (1 + \frac{9{,}41}{100})\right] 1{,}015 - 8 \times 9{,}41$$

$$DX = 1027{,}3$$

Point de mutage = 1027,3.

Lorsque la densité du moût en fermentation atteindra 1027,3, il faudra ajouter 9,41 hl d'alcool à 95° à 100 hl de moût pour obtenir le type 2/19.

3° Cas de mutage fractionné, en deux fois, en tenant compte de la contraction dans le calcul de V' et V'' :

— Le premier mutage doit amener la teneur en alcool total à 18° ;

— Le second mutage doit l'amener à 22°80.

a) Calcul de C' et V' :

$$C' = C_1 \text{ de } (Aa - d + m') - C_2 \text{ de } (Aa - d)$$

$$C' = C_1 \text{ de } (19° - 6°8 + 2°) - C_2 \text{ de } (19° - 6°8)$$

$$C' = C_1 \text{ de } 14°2 - C_2 \text{ de } 12°2$$

$$\mathbf{C'} = 1{,}12 - 0{,}928 = 0{,}192 \quad 0{,}2 \text{ p. } 100«$$

$$V' = \frac{100\ m' - C'\ AT_1}{95 - AT_1} = \frac{200 - 0{,}2 \times 18}{95 - 18} = \frac{196{,}4}{77}$$

$$\mathbf{V'} = 2{,}55 \text{ p. } 100 \text{ (taux du premier mutage).}$$

b) Calcul de C'' et V'' :

$$C'' = C_1 \text{ de } (Aa) - C_2 \text{ de } (Aa - d + m')$$

$$C'' = C_1 \text{ de } 19° - C_2 \text{ de } 14°2$$

$$\mathbf{C''} = 1{,}64 - 1{,}12 = 0{,}52 \text{ p. } 100$$

$$V'' = \frac{100\ m'' - C''\ AT_2}{95 - AT_2} = \frac{480 - 0{,}52 \times 22°8}{95 - 22°8} = \frac{468{,}144}{72{,}2}$$

$$\mathbf{V''} = 6{,}48 \text{ p. } 100 \text{ (taux du second mutage).}$$

c) Calcul des densités DX et DL :

$$DX = \left[(1000 + 10\ V'') - 10\ C''\ \left(1 + \frac{V''}{100}\right)\right] \mathbf{0{,}001\ D - 8\ V''}$$

$$DX = \left[(1000 + 64{,}8) - 5{,}2\ \left(1 + \frac{6{,}48}{100}\right)\right] 1{,}015 - 8 \times 6{,}48$$

$$DX = \mathbf{1023,3}$$

$$DL = \left[(1000 + 10\,V') - 10\,C'\,(1 + \frac{V'}{100})\right] 0{,}001\,DX - 8\,V'$$

$$DL = \left[(1000 + 25{,}5) - 2\,(1 + \frac{2{,}55}{100})\right] 1{,}0233 - 8 \times 2{,}55$$

$$\mathbf{DL} = 1026{,}9.$$

Dès le début de la fermentation, et à condition que la densité soit supérieure à DL = 1026,9, il faudra effectuer le premier mutage.

L'alcool total sera ainsi porté à 18°. La fermentation se poursuivra beaucoup plus lentement et le second mutage devra être effectué lorsque la densité atteindra la valeur de 1023,3.

4° Cas du mutage fractionné, en deux fois, sans tenir compte de la contraction dans le calcul de V' et V'' :

$$V' = \frac{100\ m'}{95 - AT_1} = \frac{200}{77} = 2{,}59 \text{ p. } 100 \text{ (taux du premier mutage).}$$

$$V' = \frac{100\ m''}{95 - AT_2} = \frac{480}{72{,}2} = 6{,}64 \text{ p. } 100 \text{ (taux du deuxième mutage).}$$

Rappel : $C' = 0{,}2$ p. 100

Rappel : $C'' = 0{,}52$ p. 100

$$DX = \left[(1000 + 10\,V'') - 10\,C''\,(1 + \frac{V''}{100})\right] 0{,}001\,D - 8\,V''$$

$$DX = \left[(1000 + 66{,}4) - 5{,}2\,(1 + \frac{6{,}64}{100})\right] 1{,}015 - 8 \times 6{,}64$$

$$\mathbf{DX} = 1023{,}6.$$

$$DL = \left[(1000 + 10\,V') - 10\,C'\,(1 + \frac{V'}{100})\right] 0{,}001\,DX - 8\,V'$$

$$DL = \left[(1000 + 25{,}9) - 2\,(1 + \frac{2{,}59}{100})\right] 1{,}0236 - 8 \times 2{,}59$$

$$\mathbf{DL} = \mathbf{1027,3.}$$

COMPARAISON DES DIFFERENTS RESULTATS OBTENUS

Cas du mutage en une seule fois

Compte tenu de C dans le calcul de V	Sans tenir compte de C dans le calcul de V	Différence
V = 9,19 p. 100	9,41 p. 100	0,22 p. 100
AT du vin fait calculé = 22°81	22°96	0°15
DX = 1026,91 g	1027,3 g	0,4 g

Cas du mutage en deux fois

Compte tenu de C et C'' dans le calcul de V' et V''	Sans tenir compte de C et de C'' dans le calcul de V' et V''	Différence
V' = 2,55 p. 100	2,59 p. 100	0,04 p. 100
AT du vin fait calculé = 18°	18°03	0°03
V'' = 6,48 p. 100	6,64 p. 100	0,16 p. 100
AT du vin fait calculé = 22°80	22°94	0°14
DX = 1023,3 g	1023.6 g	0,3 g
DL = 1026,9 g	1027,3 g	0,4 g

On remarquera que, dans la pratique, il est difficile de déterminer avec précision la densité d'un moût saturé de CO_2, chaud et chargé d'impuretés, et que dans le tableau ci-dessus la différence n'atteint pas 0,5 g dans le calcul du point de mutage ; on peut donc considérer comme négligeable le fait de tenir compte de C dans le calcul de V, V' et V''.

Exemple n° 2 : Nous étudions dans cet exemple les valeurs des différences figurant dans les tableaux précédents dans le cas de l'élaboration d'un type surforce 4/20.

Moût de 15 ° — Type à obtenir : 4/20 — Récolte saine.

Alcool de mutage à 95°

D'après le tableau VII, nous voyons que C = 11,4 p. 1000 ou 1,14 p. 100.

D'après le tableau III, nous voyons que l'alcool total du type 4/20 est :

26°53. Nous voyons aussi que ce type de vin ne peut pas être élaboré en vin doux naturel (il faudrait un moût titrant 19°32), mais en vin de liqueur (le taux de mutage sera supérieur à 10 p. 100).

1) Cas de mutage simple en tenant compte de la contraction dans le calcul de V :

$$V = \frac{100\ d - C\ .\ AT}{95 - AT}$$

$$V = \frac{1153 - 1{,}14 \times 26°53}{95 - 26°53} = \mathbf{16{,}397}\ \ \mathbf{16°40} \quad \text{(taux de mutage)}$$

$$DX = \left[\left[(1000 + 164) - 11{,}4 \left(1 + \frac{16{,}4}{100}\right) \right] 1{,}029 \right] - 8 \times 16{,}4$$

DX = 1052,9 (point d'arrêt pour obtenir le type 4/20).

APPLICATION PRATIQUE : Soient 100 hl de moût à muter.

Lorsque la densité atteindra 1052,9, il faudra ajouter 16,4 p. 100 d'alcool à 95° pour obtenir le type 4/20 :

100,00 hl moût
\+ 16,40 hl alcool

116,40 hl
— 1,33 hl contraction $\quad \dfrac{(1{,}14 \times 116{,}40\ \text{hl})}{100}$

115,07 hl Volume de vin de liqueur obtenu du type 4/20.

2) Cas du mutage simple en ne tenant pas compte de C dans le calcul de V :

$$V = \frac{100\ d}{95 - AT}$$

$$V = \frac{1153}{95° - 26°53} = \mathbf{16{,}83}\ \text{p. 100 (taux de mutage)}$$

$$DX = \left[(1000 + 168{,}3 - 11{,}4 \left(1 + \frac{16{,}83}{100}\right) \right] 1{,}029 - 8 \times 16{,}83$$

DX = 1053,7 (point d'arrêt pour obtenir le type 4/20)

3) Cas de mutage en deux fois en tenant compte de la contraction dans le calcul de V' et V'' :

— Le premier mutage doit amener l'alcool total à 19 °.

— Le second mutage doit l'amener à 26°53.

a) Calcul de C' et V' :

$C' = C_1$ de $(Aa - d + m') - C_2$ de $(Aa - d)$.

$C' = C_1$ de $(20 - 11{,}53 + 4) - C_2$ de $(20 - 11{,}53)$.

$C' = C_1$ de $12°47 - C_2$ de $(8°47)$.

$\mathbf{C'} = 0{,}85 - 0{,}6 = 0{,}35$ p. 100.

$$V' = \frac{100\ m' - C'\ AT_1}{95 - AT_1} = \frac{400 - 0{,}35 \times 19}{95 - 19} = \frac{393{,}35}{76}$$

$\mathbf{V'} = \mathbf{5{,}17}$ p. 100 (taux du premier mutage).

b) Calcul de C'' et V'' :

$C'' = C_1$ de $(Aa) - C_2$ de $(Aa - d + m')$

$C'' = C_1$ de $(20°) - C_2$ de $(20 - 11{,}53 + 4)$

$C'' = C_1$ de $(20°) - C_2$ de $(12°47)$

$\mathbf{C''} = 1{,}74 - 0{,}95 = \mathbf{0{,}79}$ p. 100

$$V'' = \frac{100\ m'' - C''AT_2}{95 - AT_2} = \frac{753 - 0{,}79 \times 26°53}{95 - 26°53} = \frac{732{,}04}{68°47}$$

$\mathbf{V''} = 10{,}69$ p. 100 (taux de second mutage).

c) Calcul des points d'arrêts DX (second mutage) et DL (densité-limite) :

$$DX = \left[(1000 + 10\ V'') - 10\ C''\ \left(1 + \frac{V''}{100}\right)\right] 0{,}001\ D - 8\ V''$$

$$DX = \left[(1000 + 106{,}9) - 7{,}9\ \left(1 + \frac{10{,}69}{100}\right)\right] 1{,}029 - 8 \times 10{,}69$$

$\mathbf{DX} = 1044{,}48$ 1044,5 (point d'arrêt du second mutage).

$$DL = \left[(1000 + 10\,V') - 10\,C'\,(1 + \frac{V'}{100})\right] 0{,}001\,DX - 8\,V'$$

$$DL = \left[(1000 + 51{,}7) - 3{,}5\,(1 + \frac{5{,}17}{100})\right] 1{,}0445 - 8 \times 5{,}17$$

DL = 1053,3 (point d'arrêt limite).

APPLICATION.

Dès que la fermentation aura commencé, et à condition que la densité soit supérieure à DL = 1053,3, il faudra effectuer le premier mutage.

L'alcool total sera ainsi porté à 19°. La fermentation se poursuivra beaucoup plus lentement et le second mutage devra être effectué lorsque la densité atteindra la valeur de 1044,48 $\sim$ 1044,5.
Exemple de calcul : soient 100 hl de moût à muter.

Premier mutage :

100,00 hl
\+ 5,17 hl alcool à 95 ° (à ajouter vers 1090/1100)

105,17 hl
— 0,37 hl contraction du vin de liqueur obtenue après le premier mutage. $\frac{(0{,}35 \times 105{,}17\ hl)}{100}$

104,80

Second mutage :

$$\frac{104{,}80\ hl \times 10{,}69}{100} = 11{,}20\ hl \text{ alcool à } 95°.$$

Nous aurons donc :

104,80 hl
\+ 11,20 hl

116,00 hl
— 0,92 hl contraction de vin de liqueur fait du type 4/20. $\frac{(0{,}79 \times 116\ hl)}{100}$

115,08 hl

100 hl de moût auront finalement reçu 5,17 hl + 11,20 hl = 16,37 hl

d'alcool à 95° ce qui correspond bien au taux de mutage trouvé au paragraphe I qui est de 16,4 p. 100, soit 16,40 hl d'alcool à 95°.

De même, le volume de vin final sera de 115,08 hl contre 115,07 hl dans le paragraphe I.

4) Cas de mutage en deux fois, sans tenir compte de la contraction dans le calcul de V' et V'' :

$$\mathbf{V'} = \frac{100\ m'}{95 - AT_1} = \frac{400}{95 - 19} = \frac{400}{76} = 5{,}26 \text{ p. } 100 \text{ (taux du premier mutage)}$$

$$\mathbf{V''} = \frac{100\ m''}{95 - AT_2} = \frac{753}{95 - 26°53} = \frac{753}{68°47} = 10{,}99 \text{ p. } 100 \text{ (taux du second mutage)}$$

Rappel : C' = 0,35 p. 100
C'' = 0,79 p. 100

$$DX = \left[(1000 + 10\ V'') - 10\ C''\ (1 + \frac{V''}{100})\right] 0{,}001\ D - 8\ V''$$

$$DX = \left[(1000 + 109{,}9) - 7{,}9\ (1 + \frac{10{,}99}{100})\right] 1{,}029 - 8 \times 10{,}99$$

$$\mathbf{DX} = 1045{,}1 \text{ (point d'arrêt du 2ème mutage).}$$

$$DL = \left[(1000 + 10\ V') - 10\ C'\ (1 + \frac{V'}{100})\right] 0{,}001\ DX - 8\ V'$$

$$DL = \left[(1000 + 52{,}6) - 3{,}5\ (1 + \frac{5{,}26}{100})\right] 1{,}0451 - 8 \times 5{,}26$$

$$\mathbf{DL} = 1{,}054{,}2 \text{ (point d'arrêt limite).}$$

Comparons les différents résultats de l'exemple N° 2 :

Cas du mutage en une seule fois

Compte tenu de C dans le calcul de V	Sans tenir compte de C dans le calcul de V	Différence
V = 16,4 p. 100 AT du vin fait = 26°57	16,83 p. 100 26°83	0,43 p. 100 0°26
DX = 1052,9 g	1053,7 g	0,8 g

Cas du mutage en deux fois

Compte tenu de C et C'' dans le calcul de V' et V''	Sans tenir compte de C' et de C'' dans le calcul de V' et V''	Différence
V' = 5,17 p. 100 AT vin fait = 19°	5,26 p. 100 19°06	0,09 p. 100 0°06
V'' = 10.69 p. 100 AT vin fait = 26°55	10,99 p. 100 26°79	0,3 p. 100 0°24
DX = 1044,5 g	1045,1 g	0,6 g
DL = 1053,3 g	1054,2 g	0,9 g

Remarque : Dans le cas extrême de l'élaboration d'un type surforce 4/20 (type PORTO), si l'on ne tient pas compte de C dans le calcul de V, nous voyons que la différence n'atteint pas 0,5 p. 100 (0,43) dans le calcul de V et 1 g par litre (0,91) dans le calcul des divers points de mutage ; on peut donc tenir ces écarts pour négligeables et ne pas utiliser la valeur de la contraction dans le calcul du taux de mutage. Mais s'il n'en était pas tenu compte dans la détermination des points d'arrêts, nous aurions alors une différence notable dans la densité du type de vin obtenu :

En effet, si l'on reprend le paragraphe n° 2 de l'exemple n° 2 et si l'on ne tient pas compte de la contraction, on a :

$$DX = (1000 + 168{,}3)\ 1{,}029 - 8 \times 16{,}83 = 1067{,}5$$

alors que le point d'arrêt réel est : 1052,9

D'où une différence de ..... 0014,6 g

Si le mutage intervient à la densité de 1067,5, nous obtiendrons un degré Baumé de :

moût ..... 1000 ml à 1067,5 g
alcool ..... 168 ml à 800,0 g

mélange ..... 1168 ml à 1201,9 g

— C 13,31 ml ..... $\frac{(11{,}4 \times 1168)}{1000}$

1154,69 ml

d'où la densité du mélange après contraction :

$$\frac{1201{,}9 \times 1000}{1154{,}69} = 1040{,}8 \text{ ou } 5°6 \text{ Baumé au lieu de } 4° \text{ Baumé (cherché).}$$

Conclusion générale des exemples n° 1 et n° 2 :

Lors de la détermination du taux de mutage la valeur de la contraction provoquée par l'addition d'alcool pourra être négligée. Le taux de mutage sera alors très légèrement faux par excès. Le vin fait titrera quelques dixièmes de degré de plus en alcool acquis.

Chaque fois qu'un point d'arrêt sera calculé, il faudra obligatoirement tenir compte de la valeur de la contraction.

V. — FORMULES PRATIQUES

1. — Calcul de la densité du vin privé d'alcool et ramené à 1 litre avec de l'eau.

La formule ci-dessous permet de calculer approximativement la richesse en sucre d'un vin ou d'un moût. Elle permet également de calculer l'extrait densimétrique d'un vin ou d'un moût.

$$Dr = DV + 2\,Aa - C$$

Dr = densité du vin privé d'alcool et ramené à 1 litre avec de l'eau.

Dv = Densité du vin fait.

Aa = Alcool acquis du vin fait, en degrés.

C = Contraction du mélange hydro-alcoolique titrant Aa degrés, en p. 100.

2. — Calcul du taux de mutage :

a) en tenant compte de la contraction :

$$V = \frac{100\,d - C\,AT}{95 - AT} \qquad d = \frac{V\,(95 - At) + C\,At}{100 + V - C}$$

b) sans tenir compte de la contraction :

$$V = \frac{100\,d}{95 - AT} \qquad d = \frac{V\,(95 - At)}{100 + V}$$

V = Volume d'alcool à 95, à ajouter à 100 volumes de moût (taux de mutage).

Si le degré de l'alcool utilisé est différent de 95°, mettre le degré réel à la place.

d = Nombre de degrés dont doit être augmenté l'alcool total du moût ou du vin initial.

C = Contraction résultant de l'addition de V (pour 100 parties du mélange moût-alcool).

AT = Alcool total après mutage, en degrés.

At = Alcool total avant mutage, en degrés.

3. — Calcul du point de mutage :

Le point de mutage est donnée par la formule suivante :

$$DX = \left[(1000 + 10\ V) - 10\ C\ (1 + \frac{V}{100})\right] 0{,}001\ D - 8\ V$$

dans laquelle

DX est le point de mutage.

V le taux de mutage, en volumes d'alcool pour 100 volumes de moût.

C la contraction pour 100 parties du mélange moût-alcool.

D la densité à obtenir.

Si la densité de l'alcool utilisé est différente de 0,8, on emploie à la place la valeur de la densité réelle, (dans le cas de l'alcool dénaturé, par exemple).

VI — REMARQUES D'ORDRE PRATIQUE CONCERNANT LE MUTAGE A L'ALCOOL

1. — Lors de la détermination du point de mutage DX, il est nécessaire de majorer légèrement la densité D (densité à obtenir après mutage) d'une valeur égale à 2 ou 3 grammes. Cette majoration est indispensable pour tenir compte de la légère diminution de la densité du vin fait par rapport à celle du moût en fermentation, par clarification après augmentation de l'alcool acquis.

2. — La détermination de l'alcool total du moût doit être effectuée sur un échantillon prélevé dans une cuve bien homogénéisée. Si l'analyse porte sur un échantillon qui n'est pas représentatif de l'ensemble de la

cuve, le mutage sera effectué avec une quantité d'alcool calculée sur des bases fausses.

3. — Dans le cas de mutage avec l'alcool dénaturé, il faut prendre quelques précautions.

Pour préparer l'alcool dénaturé, il faut pomper l'alcool par le bas de la cuve de moût et bien brasser (le moût et l'alcool étant difficilement miscibles).

Un contrôle des densités au bas et à la partie supérieure de la cuve est indispensable après brassage.

En ce qui concerne l'opération du mutage il faut tenir compte de la longueur des tuyaux reliant la cuve contenant l'alcool dénaturé, à la cuve à muter, car ils peuvent contenir une quantité d'alcool dénaturé importante qui peut fausser le mutage par excès.

Calculer le volume d'alcool dénaturé à utiliser en lisant la jauge de la cuve contenant l'alcool dénaturé et non celle de la cuve mutée l'incidence de la contraction fausserait le mutage par excès).

4. — Le mutage à l'alcool pur est préférable lorsqu'on veut élaborer avec précision une cuvée de type donné; le volume et le degré de l'alcool nécessaire sont en effet plus facilement mesurables, à moins de disposer d'un compteur volumétrique précis dans le cas de l'emploi d'alcool dénaturé.

5. — Dans le cas de mutage sur marc, il faut utiliser le mutage fractionné qui diminue la perte d'alcool par évaporation, en abaissant la température de fermentation. La détermination du point de mutage est dans ce cas plus délicate parce que la prise de densité s'effectue uniquement sur le moût de coule. Il faut donc lessiver fréquemment le chapeau par des remontages quotidiens et déterminer la densité et l'alcool total sur un échantillon prélevé à la fin du remontage.

CONCLUSION

Le mutage à l'alcool des vins de Banyuls et des vins doux naturels en général est une phase très importante de leur élaboration.

L'addition d'alcool peut être plus ou moins importante, effectuée en une ou plusieurs fois sur le moût ou sur la vendange en fermentation et à différents moments de celle-ci.

La qualité et le type du produit obtenu dépendent donc étroitement du mutage à l'alcool. Il est indispensable, en vinification, de posséder une méthode de calcul du point de mutage qui soit précise, rapide et utilisable pour les différents types de vins à élaborer.

Manuscrit reçu le 3 septembre 1973.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

JAULMES P., 1951. **Analyse des vins,** 2ème éd. Poulain, Montpellier.