

la composition des grappes, on met de ce sirop et de ces écumes, le double de ce qu'il faudrait, si c'était du sirop de sucre et des écumes ordinaires. Le rum qu'on en distille est très bon, et on le nomme, à la Barbade, où il s'en fabrique beaucoup, esprit de rum ».

Moûts de mélasse.

La composition des moûts de mélasse présente de grandes variations, suivant que l'on veut avoir un produit plus ou moins aromatique.

Souvent, on se contente de diluer la mélasse avec de l'eau. C'est ainsi que l'on opère notamment en Guyane anglaise, où l'on ajoute aux mélasses finales la quantité d'eau nécessaire pour avoir une densité de 1060-1063. La proportion est de 15-16 volumes de mélasse pour 100 volumes d'eau et la teneur en sucres totaux de 9 % environ.

Aux Etats-Unis, les moûts de mélasse « blackstrap » destinés à la fabrication de l'alcool ont une densité un peu plus élevée : 1065-1075 en général. Dans certains cas cependant, celle-ci s'élève à 1080. Le taux normal de dilution est de 1 volume de mélasse pour 5 volumes d'eau.

Dans les colonies françaises (Martinique, Guadeloupe, Réunion), les moûts sont aussi parfois composés avec de la mélasse et de l'eau seulement. Plus fréquemment toutefois, on emploie une certaine quantité de vinasse. Celle-ci est de 10 à 30 % généralement à la Réunion et à La Guadeloupe.

A la Martinique, elle s'élève à 50-80 %. Dans quelques usines, elle atteint même 90 %. Il n'est plus alors employé d'eau, sauf en très petite quantité pour ramener au degré initial la densité de la vinasse, qui se concentre au fur et à mesure qu'avance la campagne rhummière. La proportion de mélasse (en volume) est habituellement de 10 % ; rarement elle atteint 15 %. Quant à la densité du moût, de 1040-1050 le plus souvent, elle s'élève à 1075-1080, lorsque l'on veut obtenir un rhum corsé. La teneur en sucre est d'ordinaire comprise entre 6 et 8 %. Exceptionnellement, pour la fabrication du rhum grand arôme, le moût, composé uniquement avec de la mélasse et de la vinasse très acide (15 gr. par litre) et de densité élevée (1090), atteint jusqu'à 1.115 : la fermentation est en ce cas très lente (9-10 jours). Dans les anciennes distilleries industrielles de Saint-Pierre, les proportions les plus employées étaient :

Mélasse	12 %	
Vinasse	60 —	
Eau	28 —	
Densité	1068 — 1071	—

Pour la fabrication de certains types de rhum, on prépare des moûts mixtes de vesou et de mélasse. Suivant Suzuki, on obtiendrait les meilleurs résultats au point de vue fermentation et rendement alcoolique, en employant un mélange de 60 % de vesou à 15° Brix et 40 % de mélasse à 20° Brix, additionné de 50 gr. de sulfate d'Ammoniaque par hectolitre de moût.

Moûts de mélasse et d'écumes.

Dans les débuts de l'industrie rhummière, les moûts étaient très généralement constitués par un mélange de mélasse, d'écumes de défécation et de vinasse.

Ducœurjoly (1802) indique, pour la composition des grappes, diverses formules, suivant la nature et la qualité des matières premières disponibles. Il conseille, par exemple, pour les débuts de la campagne, lorsqu'on ne dispose pas encore de sirop (mélasse), et par cuve de 300 gallons :

Ecumes	180
Eau	90
Levain (p. 324 bis)	30

Lorsque l'on commence à avoir quelques mélasses l'Auteur signale les combinaisons suivantes :

Ecumes	150	139
Vidanges	75	75
Eau	40	40
Levain	20	20
Sirop	15	26

Pour le temps de la récolte :

Ecumes	120	90	120	135	120
Vidanges	120	90	90	90	105
Eau	30	90	60	45	51
Sirop	30	30	30	30	24

Pour continuer à faire du rhum après la fin de la fabrication sucrière, quand on ne dispose plus d'écumes :

Vidanges	210	150	180	165
Eau	45	108	72	84
Sirop	45	42	48	51

Enfin pour les grappes sans écumes ni vidanges :

Eau commune	120
Eau de mer	50
Sirop	40
Eau bouillante	80
24 h. après, et lorsque l'on aura bien brassé et écumé, on ajoutera sirop	10

Soleau (1) écrivait en 1835, au sujet de la fabrication du rhum en Guyane anglaise :

« En général, on distille peu de mélasses, la vente en étant plus avantageuse et ne donnant pas d'ailleurs un rhum aussi parfait que celui que l'on obtient avec les écumes. Les proportions des différentes parties qui composent la pièce à grappe varient avec la quantité de mélasse que l'on a, ou que l'on veut distiller. Voici les proportions d'une pièce à grappe : elle contient 30 gallons d'écume, 30 d'eau, 30 de vidange, 10 de mélasse. On calcule que 6 parties d'écume correspondent en douceur à une partie de mélasse. Maintenant si l'on fait varier les quantités respectives d'écume et de mélasse, on s'arrange de manière à avoir, par la réduction et le nombre que l'on accorde aux écumes, 15 % de douceur, et à compléter les 100 parties en quantité par l'eau et le vidange ».

Porter indique comme proportions fréquemment utilisées dans les débuts du siècle dernier aux Indes occidentales :

Mélasse	10 %
Ecumes	30
Vinasse	20
Eau	40

La quantité de sucre était de 15 % environ.

A la Jamaïque, on employait de préférence :

Mélasse	6 %
Ecumes	36
Vinasse	50
Eau	8

La densité en moût était en moyenne de 1050 et sa teneur en sucre de 12 %. « Dans certaines distilleries, écrit Porter, le taux des sucres s'élève à 14 - 15 %, qu'il ne semble pas indiqué de dépasser, car la formation d'alcool en trop grande quantité empêche la fermentation de se terminer et le sucre de se transformer entièrement ».

Wray conseille un mélange à peu près semblable, constitué par 10 % de mélasse, 20 % d'écumes, 50 % de vinasse et 20 % d'eau.

(1) Ann. Marit. Col. 1835, t. 2, 40.

A l'heure actuelle, ce n'est plus guère qu'à la Jamaïque que l'on continue à utiliser les écumes. Dans ce pays, les proportions des ingrédients employés varient d'une distillerie à l'autre, suivant le type de rhum que l'on veut obtenir (*common clean*, *medium rum* ou *german rum*). Habituellement les moûts sont formés par 10 % de mélasse (70 à 85° Brix), 20 à 40 % d'écumes et 10 à 20 % d'eau.

La densité varie de 16 à 25° Brix, les moûts pour rhum grand arôme étant généralement plus épais que les autres. La teneur en sucre oscille entre 8 et 15 %; dans quelques rares cas, elle peut dépasser 16 %. L'acidité est relativement très élevée : de 10-15 gr. par litre (en acide sulfurique) en moyenne, elle s'élève parfois à 20 gr. et descend rarement au-dessous de 8 gr. Cette acidité, due à l'emploi d'écumes et de vinasses acides, est constituée, dans la proportion de 70 à 90 %, par des acides organiques fixes.

La durée de fermentation, de 4-6 jours pour les rhums légers, atteint 2-3 semaines dans le cas des rhums grand arôme.

Dans les distilleries non annexées aux usines à sucre, les écumes sont remplacées par du jus de cannes, qui est chaulé et souvent abandonné à lui-même pendant quelques jours dans une citerne à jus avant d'être utilisé.

Pour la fabrication du *german rum*, on ajoute en outre au moût une certaine quantité de liquides aromatiques, l'acide (acid) et l'arôme (flavour) obtenus en soumettant du jus de canne à un traitement spécial (Cf. chap. II). Arroyo donne l'exemple suivant de composition pour rhum grand arôme :

Mélasse	200 gallons
Ecumes	620 —
Vinasse	760 —
Liqueur de la citerne à bagasse	220 lbs
Eau : q. s. pour avoir une densité de	25° Brix

Pratique de la composition.

Autrefois, la composition du moût se faisait souvent en plusieurs étapes. « Aux îles sous le vent, écrit Porter, la vinasse et l'eau sont parfois mélangées ensemble en proportions égales. Lorsque ces ingrédients sont bien mélangés et qu'on a convenablement réglé la température, la fermentation est suffisamment avancée au bout de 24 heures, pour permettre d'ajouter la mélasse, qui est introduite dans la proportion de 3 gallons par 100 gallons de liquide en fermentation. Au bout de 1 - 2 jours, lorsque le tout est bien en fermentation, on verse à nouveau la même quantité de mélasse ». L'auteur conseille toutefois d'employer la mélasse en une seule fois, après le départ de la fermentation, les additions successives tendant à arrêter la fermentation et à allonger la durée de celle-ci.

Wray indique le processus suivant pour la composition d'une cuve de 1.000 gallons. « On y fait couler avant tout 200 gallons d'écumes bien clarifiées, 50 gallons de mélasse et 100 gallons de vinasse claire, on mêle le tout, puis on laisse la fermentation s'établir. C'est ce qui a lieu très promptement. Alors on ajoute 50 autres gallons de mélasse, 200 gallons d'eau et le mélange reste au repos pendant une heure pour que la fermentation soit générale. A ce moment, on fait couler dans la cuve 400 gallons de vinasse qu'on mêle intimement à la masse ».

Aujourd'hui encore dans certaines régions où les procédés de fabrication sont demeurés primitifs, on procède à la préparation du moût par étapes. Ainsi Prinsen-Geerligs signale le mode opératoire suivant observé par lui dans une distillerie de la presqu'île de Malacca. La mélasse est diluée avec de l'eau jusqu'à une densité de 15° Baumé et versée dans de grandes cuves que l'on remplit à moitié. Au bout de 3 jours, lorsque la fermentation est presque terminée, on remplit les cuves jusqu'au haut et on distille 3 jours après. « Si l'on avait rempli les cuves tout à fait dès le commencement, écrit l'auteur, l'élévation de la température et la formation d'acide acétique auraient été telles que le rendement du rhum aurait diminué de beaucoup ».

De Sornay, à l'île Maurice, indique un mode opératoire voisin. « Certains

distillateurs, au lieu d'effectuer la dilution de la mélasse avec de l'eau en une seule fois, diluent d'abord à 16 ou 17° Baumé, ensemencent et ce n'est que quand le ferment s'est bien développé (7 ou 8 heures après), qu'ils continuent l'addition d'eau froide pour arriver à 10° Baumé ».

En Haïti, on opère aussi la composition en plusieurs temps. On verse dans les cuves les quantités de sirop et d'eau nécessaires et, après que la fermentation a débuté, on ajoute la vinasse. Quelques-uns mettent pour commencer la première partie du sirop et l'eau, ensuite la seconde moitié du sirop, puis la vinasse (Pairault).

Par contre, dans les pays producteurs de rhum où les méthodes de fabrication se sont modernisées, on procède généralement à la composition des moûts en une fois. A signaler cependant qu'Arroyo a récemment préconisé une méthode de fermentation à moût épais dans laquelle l'addition de mélasse se fait en plusieurs étapes.

Suivant l'importance de l'installation, on procède à la composition soit dans les cuves de fermentation mêmes, soit dans un bac spécial (qui doit être de préférence en cuivre et de forme cylindrique) ou une fosse creusée dans le sol. La première façon de faire présente l'inconvénient, dans le cas où l'on pratique l'ensemencement, d'obliger à ajouter le levain au moût, alors qu'il est préférable de couler ce dernier sur le levain.

Aux Antilles françaises, si les petites distilleries agricoles effectuent habituellement le mélange dans les cuves de fermentation, les rummeries industrielles utilisent le plus souvent à cette fin une fosse à composition en maçonnerie, noyée dans le sol et enduite d'une chape de ciment. La capacité de celle-ci varie entre 5.000 et 10.000 litres.

Le mélange peut être réalisé de la façon suivante. On fait d'abord arriver la mélasse, dont le volume est mesuré par passage dans un bac spécial en charge, ou à l'aide d'une règle graduée disposée dans la fosse. On fait ensuite couler la vinasse, qui vient de la chaudière de l'appareil distillatoire directement sans être refroidie ou, plus souvent, après passage dans un réfrigérant tubulaire qui abaisse la température à 30°. Finalement, on complète avec de l'eau. Les volumes de vinasse et d'eau sont généralement mesurés au moyen de la règle graduée placée dans la fosse à composition. Dans d'autres cas, on laisse d'abord couler la vinasse, que l'on amène à la densité voulue par addition d'eau, puis la mélasse et enfin l'eau.

Le brassage est effectué dans les petites installations au moyen d'un mouvron, planchette de forme rectangulaire ou arrondie percée de trous, placée à l'extrémité d'un long manche. Dans les usines plus importantes on emploie un moulinet mécanique ou un injecteur d'air. Ce dernier n'est pas à conseiller lorsque l'on travaille des moûts stérilisés, car, à moins d'être filtré au préalable ou désinfecté par passage dans un liquide antiseptique, l'air injecté introduit dans le liquide des ferments étrangers. Comme l'entretien des filtres est une opération assez délicate, il est préférable de recourir, pour réaliser le brassage, à un agitateur mécanique.

Le plus souvent, on calcule les proportions des matières à utiliser pour obtenir une densité donnée, de la façon suivante :

On fait la différence entre la densité finale et les densités des deux matières composantes ; les restes, placés inversement indiquent les proportions à adopter. Soit, par exemple, à mélanger une mélasse à 1400 avec de l'eau, de façon à avoir un moût à 1050 de densité. On pose le calcul comme suit :

$$\begin{array}{rcl} 1400 & \backslash & 50 \\ & 1050 & \\ 1000 & / & 350 \end{array}$$

La proportion sera de 50 l. de mélasse pour 350 l. d'eau. Cette méthode de calcul ne donne que des résultats approximatifs, mais qui suffisent néanmoins dans les conditions de la pratique, où l'on ne cherche pas à obtenir une densité très rigoureuse.

Les bacs et la fosse de composition doivent être maintenus parfaitement

propres. Il sera bon, à la fin de la journée, de les laver à l'eau chaude ou avec de la vapeur d'échappement, puis avec une solution antiseptique. Le lendemain matin, laver de nouveau à l'eau chaude. Eviter soigneusement d'y laisser séjourner des fonds de moût.

Richesse saccharine et densité des moûts.

Pour que la fermentation alcoolique s'effectue dans de bonnes conditions, la concentration en sucre du moût doit être maintenue entre certaines limites.

Une densité trop faible favorise le développement de certains ferments parasites et gêne celui de la levure. Il n'est pas indiqué de descendre, bien qu'on le fasse quelquefois en distillerie de vesou, au-dessous de 1040 (à 15°C.), densité qui correspond à une teneur en sucre de 9-10 % dans le cas des moûts de jus de canne ou de sirop et de 7-8 % dans celui des moûts de mélasse ordinaires.

Il est d'autre part avantageux, au point de vue économique, de travailler des liquides aussi concentrés que possible. Ceci permet de diminuer la capacité de cuverie nécessaire (et par voie de conséquence les frais de premier établissement), les dépenses de combustible pour le fonctionnement de la colonne à distiller et des pompes, le volume de la vinasse obtenue.

Facteurs déterminant la concentration.

Les facteurs qui interviennent pour limiter la concentration sont : la durée de la fermentation, l'action des constituants du non-sucre, la tolérance des différentes races de levure à l'égard des produits du métabolisme cellulaire, enfin les températures atteintes au cours de la fermentation.

A partir d'une certaine concentration saccharine, voisine de 15 %, la transformation du sucre se ralentit rapidement, en raison de l'action inhibitrice exercée par l'alcool sur la levure. Dans la fabrication de l'alcool industriel il n'est pas indiqué, pour des raisons de prix de revient, de prolonger la durée de la fermentation au-delà de 48 heures. La concentration limite des moûts en sucre se trouve, en conséquence, située aux environs de 15 %.

Il n'en est plus de même en rhumerie, où le prix de revient n'a pas besoin d'être aussi serré. La prolongation de la fermentation se montre même avantageuse dans le cas des rhums à grand arôme, car elle s'accompagne d'une formation plus importante de produits secondaires aromatiques (esters, acides). Une fermentation de courte durée est indiquée, par contre, pour l'obtention des rhums légers. Le type d'eau-de-vie que l'on désire obtenir constituera, en conséquence, le principal facteur déterminant la richesse saccharine et la densité des moûts.

La nature et la proportion des éléments du non-sucre ont aussi leur importance. Les jus de canne, surtout s'ils ont été privés par la défécation d'une certaine quantité de matières azotées et phosphatées, ainsi que les sirops, sont d'ordinaire relativement pauvres en matières nutritives. Ce défaut s'accroissant par la dilution, il conviendra pour permettre la nutrition normale des ferments, d'élever la concentration saccharine aux environs du maximum toléré par la levure pour la transformation complète du sucre en alcool en un laps de temps normal.

Dans le cas des mélasses, au contraire, surtout lorsqu'elles ont été épuisées, la proportion élevée de certaines matières minérales peut gêner considérablement ou même arrêter la fermentation, si le taux de dilution de la matière première est voisin de la concentration maxima en sucre. La vinasse intervient dans le même sens, l'action inhibitrice des sels étant en ce cas augmentée de celle de certains acides organiques. L'effet dépressif des constituants du non-sucre est surtout prononcé vers la fin de la fermentation, lorsqu'il ne reste plus dans le moût que de faibles quantités de matières sucrées. La présence dans les vins de sucres résiduels tient souvent beaucoup moins au caractère infermentescible de ces derniers qu'à un équilibre défavorable entre

non-sucre et sucres, à l'épuisement du milieu en matières nutritives et à la production de toxines par la levure.

Aussi, la richesse saccharine des moûts de mélasse, particulièrement lorsque l'eau est partiellement ou totalement remplacée par de la vinasse, est-elle habituellement plus faible que celle des moûts de vesou ou de sirop : 9-12 % au lieu de 10-14 %. Parfois même, elle tombe à 7-8 %, bien que la densité du moût soit très élevée (1.100 et plus pour les moûts de rhum grand arôme à la Martinique).

Dans le cas des fermentations rhummières, interviennent, concurremment avec l'alcool, pour gêner la levure, les autres produits du métabolisme cellulaire : esters, alcools supérieurs et surtout acides. Le pouvoir antiseptique de ceux-ci, pratiquement négligeable dans la production de l'alcool industriel, est d'autant plus accentué que l'on vise à obtenir une eau-de-vie plus corsée, c'est-à-dire plus riche en principes aromatiques.

Le comportement des différentes races de levure dans les moûts à forte concentration saccharine est d'ailleurs très variable. Ci-après quelques résultats obtenus par Arroyo, à Port-Rico, en faisant fermenter par des levures pures des moûts présentant diverses richesses en sucre :

Sucres totaux gr. par 100 cc.	Sucres résiduaire gr par 100 cc.	Alcool % sucres totaux	Concentration saccharine optima
Levure N° 532			
10.14	0.71	43.75	13.04
10.87	0.89	43.68	
11.59	0.89	43.44	
12.32	1.07	43.17	
13.04	1.09	43.05	
13.77	1.32	41.91	
14.49	1.60	40.90	
15.22	2.05	38.42	
15.94	2.20	37.14	
Levure N° 766			
10.15	1.06	42.74	14.94
11.11	1.09	42.47	
12.06	1.16	42.44	
13.10	1.17	42.53	
13.48	1.37	42.24	
14.94	1.88	42.15	
16.03	2.15	39.27	
16.98	2.45	37.26	
17.04	2.60	34.86	
Levure N° 531			
10.12	0.45	47.28	15.67
12.20	0.60	46.81	
14.57	1.02	46.26	
15.12	1.25	45.21	
15.67	1.62	43.98	
16.37	1.90	41.34	
16.92	2.35	38.94	
17.48	2.81	35.63	

Les résultats ci-dessus ont été obtenus au Laboratoire, dans des conditions optimales de fermentation (température, acidité, etc.). Dans la fabrication industrielle, où les conditions optimales sont rarement réalisées, les concentrations en sucre doivent nécessairement être moins élevées.

On admet généralement que le taux des sucres des moûts pour rhums

légers ou moyens doit être compris entre 9 et 11 %. Dans certains cas, cependant, le taux est sensiblement augmenté et porté jusqu'à 16 %. C'est ce qui se produit notamment dans la fabrication du *German* rum de la Jamaïque, où interviennent des levures à scissiparité, particulièrement résistantes vis-à-vis de l'alcool et des acides. Mais alors, la durée de la fermentation est anormalement prolongée et le rendement en alcool souvent médiocre (1).

Ainsi que nous l'avons signalé antérieurement, l'élévation de la température accroît l'action antiseptique de l'alcool. Si de nombreuses levures peuvent être acclimatées aux concentrations alcooliques élevées, peu sont capables par contre de supporter les effets combinés des fortes concentrations et des températures élevées (Owen). En distillerie tropicale où, par suite de la température de l'eau de réfrigération, l'on ne peut généralement pas descendre au-dessous de 30° et où l'on monte quelquefois à 38-40°, il serait cependant possible, dans de nombreux cas, d'obtenir des fermentations bien meilleures, en acclimatant les levures ordinaires à ces conditions défavorables (Owen, Chaturvedi). Cette acclimatation s'accompagne d'ailleurs le plus souvent d'un ralentissement dans la rapidité de la fermentation.

L'état de développement de la levure intervient enfin dans la résistance au complexe température-alcool. Lorsque les moûts sontensemencés avec un levain insuffisamment mûr, renfermant une proportion importante de jeunes cellules, il n'est pas rare que la fermentation s'arrête prématurément, avant épuisement complet des sucres.

Augmentation de la concentration des moûts.

En outre de la sélection et de l'acclimatation des levures, divers procédés ont été préconisés pour permettre la fermentation des moûts à forte concentration saccharine. Ces procédés ont été étudiés en vue de la production d'alcool industriel. Des essais seraient à faire pour préciser l'action qu'ils peuvent avoir sur la formation des principes du bouquet et sur leur valeur en rhumerie.

Delbruck a observé que l'addition de grains de seigle aux solutions de sucre concentrées améliorerait la fermentation. Il a attribué cet effet à l'action mécanique exercée par les grains, qui facilitent l'élimination du gaz carbonique produit.

Owen a constaté que le charbon végétal et la bagasse de canne jouissaient de la même propriété. L'emploi de charbons activés, à la dose de 200 gr. environ par 1.000 litres, permet d'élever la densité initiale du mout à 30° Brix et plus, alors que le maximum de concentration généralement admis pour la fabrication de l'alcool d'industrie n'est que de 20° Brix. Au cours de ses recherches, Owen a observé que non seulement le rendement alcoolique des moûts à 35° Brix additionnés de charbon était aussi élevé que celui des moûts ordinaires à 18-20° Brix, mais encore que l'accélération de la fermentation était telle que le laps de temps exigé pour l'épuisement des matières sucrées était à peu près le même dans les deux cas.

La bagasse exerce également, même à l'état peu divisé, une action accélératrice très nette sur la fermentation des moûts de mélasse, particulièrement lorsque ceux-ci ont une densité élevée. Cette action est toutefois moins prononcée que dans le cas du charbon. Elle est d'autant plus grande que la quantité de bagasse est plus forte: cependant, au-delà de 25 gr. par litre, il n'y aurait plus accroissement appréciable de l'action stimulante.

La méthode de fermentation par reprise des levures (Cf. Supra) permet de relever sensiblement la densité des moûts. Dans le procédé Hildebrandt et Erb, le rendement en alcool est d'autant plus élevé que la teneur en sucre

(1) Toutefois par le procédé de reprise des levures, la richesse des moûts en alcool peut-être poussée à 12-13% et même 14%, suivant les observations faites en France en 1944, dans le travail des égoûts de sucrerie (Marillier).

est plus forte, ainsi que le montrent, par exemple, les chiffres suivants donnés par Owen (1):

Essais	Gr. de sucre par 100 gr. de moût	Rend. alcool. % Rend. théorique
1	12.67	83.7
2	17.01	86.6
3	19.22	87.7

Des résultats analogues ont été obtenus par Owen, en introduisant dans les moûts des levures autolysées provenant du traitement des fonds de cuve.

Enfin, Arroyo, en purifiant les mélasses de façon à éliminer les substances (gommes, matières minérales en excès) et les microorganismes indésirables, a pu obtenir d'excellentes fermentations avec des moûts contenant 18 à 22 % de sucre et donnant des vins à 10-11 % d'alcool. Au cours des essais effectués, la durée de la fermentation a varié habituellement entre 24 et 48 heures et le rendement alcoolique entre 90 et 100 % du coefficient de Pasteur.

Dans le *procédé à moût épais* d'Arroyo (2), la mélasse est diluée avec de l'eau, de façon à avoir une densité de 55-63° Brix, puis additionnée d'acide sulfurique concentré, en quantité suffisante pour abaisser le pH de 0.5, et, s'il y a lieu, de sels nutritifs (sulfate d'Am, superphosphate de chaux). Le moût épais ainsi obtenu est porté dans un réchauffeur tubulaire, à la température de 80°C. Pendant ce temps, les impuretés minérales ou organiques se précipitent, les microorganismes sont détruits par autolyse et le saccharose subit une certaine inversion. Le liquide clarifié est alors décanté et envoyé à la fermentation, tandis que le dépôt est repris dans un bac spécial avec deux ou trois fois son volume d'eau, pour récupérer les sucres qui y sont contenus. Après nouvelle décantation, on utilise l'eau claire surnageante pour préparer le moût normal et on jette le résidu.

Le moût épais clarifié venant de la cuve de décantation est refroidi, dans un échangeur de température, à 40° ou au-dessous, avant d'être envoyé aux cuves de fermentation, où on le dilue avec de l'eau.

On introduit d'abord dans la cuve, qui est fermée et munie d'un agitateur mécanique, la quantité d'eau nécessaire pour réaliser la dilution voulue, puis, progressivement et en agitant continuellement, 50 % du moût épais, de façon à obtenir un moût normal ayant comme densité 18 à 24° Brix. On ajuste l'acidité, de manière que le pH soit de 5.0 environ (variable suivant la race de levure utilisée), et finalement on ajoute un pied de cuve ou de levain, équivalent à 10 ou 15 % du volume total du moût. Au bout de 12 heures, lorsque le Brix est tombé de 55 à 63 %, on introduit à nouveau, en agitant doucement, 30 % de moût épais et, après six autres heures, les 20 % restant. La densité après mélange doit être un peu inférieure à la densité initiale : si celle-ci est de 22° Brix par exemple, la densité à la suite du premier apport de mélasse sera de 20° Brix et à la suite du second apport de 18° Brix environ.

Au cours de la fermentation, la température est maintenue entre 28 et 30°C, en faisant passer d'une façon continue le moût dans un réfrigérant extérieur, et le pH à 5.0-5.2, par addition de chaux ou, mieux, d'eau ammoniacale à 10 %. Pour réduire la quantité de mousse qui se forme au moment des additions de moût épais, on jette dans la cuve une petite quantité de produit abat-mousse (du « Turkey red oil » par exemple à raison de 1 l. d'huile pour 16.000 l. de moût). La fermentation est généralement terminée 15 à 30 heures après la dernière introduction de moût épais.

Ce procédé présente des avantages importants. Le moût est débarrassé, par l'épuration préliminaire, non seulement des ferments étrangers, mais encore d'une grande partie des impuretés minérales et organiques présentes dans

(1) Sugar XXXVI, N° 3, 26, 1942.

(2) U. S. Patent 420 898, 28 Nov. 1942. Par moût épais, l'A. entend un moût très concentré. En France, cette expression est réservée aux liquides contenant en suspension des matières solides (moûts de grains, de pommes de terre, etc...)

la mélasse et qui contrarient la fermentation. L'efficacité de la fermentation se trouve sensiblement augmentée, l'encrassement des colonnes réduit. La densité des moûts étant plus forte et la richesse alcoolique des vins élevée, la capacité de la distillerie est accrue de 35 à 50 %, les dépenses de main-d'œuvre et de combustible diminuées.

Nous reproduisons quelques données relatives à des fermentations effectuées par ce procédé dans une distillerie de Porto-Rico (1).

	Cuves N°							
	1	2	4	6	8	10	12	14
Brix du moût	27.8	27.8	27.8	28.2	27.2	27.5	28.6	27.9
Sucres totaux du moût (gr. par 100 cc.) . .	18.08	18.08	17.5	18.4	17.39	17.57	18.52	18.16
pH au départ	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95
Temp. au départ . . .	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
Temp. moyenne . . .	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	31.5	31.5	32.0
Durée de la ferm. . .	30.0	30.0	30.0	28.0	24.0	24.0	30.0	34.0
Brix final du vin . . .	8.4	8.3	8.4	8.7	8.5	8.7	8.9	8.7
pH final du vin . . .	4.7	4.7	4.6	4.6	4.5	4.6	4.7	4.7
Alcool en vol % de le vin	10.76	10.88	10.68	10.92	10.73	10.84	11.42	11.13
Rend. alcoolique (% coefficient Pasteur).	96.83	97.9	96.73	97.88	98.43	100.22	100.26	99.69

Adification.

L'acidité du moût influence profondément le processus de la fermentation alcoolique. La concentration en ions H agit à la fois sur le développement des ferments et sur la nature des produits formés. Une acidité insuffisante favorise la multiplication des bactéries, et provoque la formation par la levure d'une quantité relativement forte d'acides organiques aux dépens de la production de l'alcool. Un excès d'acidité paralyse la levure. L'acidification adéquate des moûts constitue en conséquence l'un des points les plus importants de la fabrication de l'alcool industriel et des eaux-de-vie.

Cette acidification est réalisée en rhumerie par l'addition d'acide sulfurique ou de vinasse acide. En distillerie de matières amylacées, on acidifie encore parfois, mais de plus en plus rarement, en soumettant le moût à une fermentation préliminaire par les bactéries lactiques.

Quand on ajoute à une solution de mélasse de l'acide sulfurique, celui-ci se porte d'abord sur les alcalis, qui sont neutralisés. Puis il met en liberté les acides organiques volatils. Lorsque la dose d'acide employée est assez forte, les acides organiques fixes sont déplacés à leur tour et l'excès d'acide sulfurique reste, le cas échéant, à l'état libre. Les matières azotées complexes sont plus ou moins dégradées, suivant la dose d'acide, et transformées en substances plus assimilables pour la levure. Enfin, l'acide sulfurique commence l'inversion du saccharose en glucose et lévulose. Cette action hydrolysante est cependant assez faible dans les conditions de la pratique: elle ne prend une certaine importance qu'à partir de 1 gr. d'ac. sulfurique libre par litre.

Pratique de l'acidification en rhumerie.

L'addition de l'acide sulfurique aux moûts de mélasse et de vesou est une pratique en usage depuis assez longtemps.

Pairault signale qu'à la fin du siècle dernier un grand nombre de distillateurs des Antilles françaises et de Guyane anglaise ajoutaient à leur compo-

(1) Sugar XXXVIII N° 2, 18, 1943.

tion de petites quantités d'acide sulfurique, en vue d'obtenir des fermentations plus pures. A l'heure actuelle, l'emploi d'acide sulfurique est généralisé, dans la fabrication des rhums ordinaires. Par contre, lorsqu'on veut avoir des rhums à grand arôme on évite soigneusement de l'utiliser, le degré d'acidité nécessaire à la levure étant obtenu par l'addition de vinasses ou d'écumes.

On a proposé, à diverses reprises, de substituer à SO_2H , divers autres acides minéraux ou organiques : acides chlorhydrique (Mohlant), fluorhydrique (Effront), phosphorique (Collette et Boidin), lactique, etc. L'emploi de ceux-ci ne s'est pas développé. L'acide chlorhydrique est cependant parfois utilisé en distillerie de mélasse de betterave, pour éviter les incrustations des colonnes et des évaporateurs de vinasse (formation de chlorure de chaux soluble).

Les quantités d'acide sulfurique ajoutées au moût sont assez variables suivant les pays, le type de rhum que l'on veut obtenir, la quantité et l'acidité de la vinasse entrant dans la composition, etc...

En Guyane anglaise, on emploie habituellement 1 l. d'acide pour 1.000 l. de moût. Il en est à peu près de même aux Etats-Unis. Dans le procédé Magné, fréquemment appliqué dans ce dernier pays, les cuves de fermentation reçoivent 0.80 à 1 l. d'acide par 1.000 l. de moût, les cuves intermédiaires 1.20 l. pour 1.000 l. et les appareils à levain une dose encore plus élevée.

A la Martinique on utilise dans la fabrication du rhum de mélasse ordinaire de 0.1 à 0.4 l. et dans celle du rhum de vesou de 0.2 à 0.5 l. de SO_2H , pour 1.000 l. de moût. L'acidité, compte tenu de celle fournie par la vinasse, est de 1,4-1,6 gr. par litre pour les moûts de jus de canne et de 3-4 gr. pour ceux de mélasse. Exceptionnellement, elle atteint jusqu'à 15 gr. dans le cas du rhum à grand arôme.

A la Guadeloupe, on ajoute aussi habituellement aux moûts de mélasse une petite quantité d'acide sulfurique, de manière à avoir une acidité de 2-3 gr. par litre, tandis qu'à Madagascar et à la Réunion, l'acide est rarement utilisé. Dans ces deux derniers pays, l'acidité initiale des moûts, constitués souvent par un simple mélange de mélasse et d'eau, est faible : 1,5 à 1,9 gr. environ par litre.

A la Jamaïque, l'acide sulfurique n'est jamais employé. Comme on fait entrer dans la composition des proportions élevées d'écumes, de vinasses et de jus fermenté (*acid, flavour*) très acides, l'acidité des moûts est cependant élevée : 10 à 20 gr. par litre.

Au sujet de l'influence de la vinasse sur la composition du distillat, on peut signaler notamment les observations de Kayser, qui a constaté une augmentation sensible du taux des acides volatils. Cet auteur a obtenu, entre autres, les résultats suivants, avec deux moûts à 12 % de mélasse en volume, le premier préparé avec de l'eau, le second en remplaçant la moitié de l'eau par un volume égal de vinasse :

	A	B
Acides volatils	102.5	226.7
Aldéhydes	75.9	75.3
Furfurol	1.7	2.7
Esters	272.5	248.6
Alcools supérieurs	48.0	43.5

Réglage de l'acidité.

Le plus souvent, en rhumerie, l'addition d'acide sulfurique est faite d'une façon empirique, sans tenir compte des variations de composition des matières premières et des exigences spéciales des ferments employés. C'est seulement au cours de ces dernières années que l'on a précisé les conditions d'une acidification rationnelle des moûts, par le contrôle du pH.

Dans les débuts du siècle, Pairault mettait les rhummers en garde contre l'emploi d'une quantité excessive d'acide sulfurique, qui paralyse à doses relativement faibles l'action de la sucrase. Il indiquait comme quantité maxima,