

CHAPITRE II

MATIERES PREMIERES UTILISÉES EN RHUMMERIE

Les matières premières employées à la fabrication du rhum sont, par ordre d'importance : les mélasses, les jus de canne et les sirops. Divers autres produits résiduels de sucrerie tels que les écumes de défécation, les eaux de lavage des appareils, etc., sont aussi envoyés éventuellement à la distillerie. Enfin, les vinasses résultant de la distillation des liquides fermentés, entrent fréquemment, en proportions plus ou moins importantes, dans la composition des moûts.

Jus de Canne

Ce n'est guère qu'aux Antilles françaises que le jus de canne, ou *vesou*, soit utilisé sur une échelle importante dans la fabrication du rhum. Ailleurs, il ne sert à cette fin que d'une façon exceptionnelle et en vue d'obtenir un produit le plus souvent consommé sur place.

A la Martinique et à la Guadeloupe, le rhum de vesou est fabriqué dans des établissements spéciaux traitant la canne uniquement en vue de la distillation, les « rhumeries agricoles ». Exceptionnellement, les usines à sucre envoient directement à la distillation les jus provenant de cannes gâtées ou insuffisamment mûres, et qui, en raison de leur coefficient glucosique élevé, donneraient de mauvais résultats en sucrerie. On a aussi parfois préconisé de réserver pour la distillation les jus du dernier moulin, qui sont plus riches en non-sucre et fermentent plus facilement que ceux des premiers moulins.

Extraction du vesou.

Le système primitif d'extraction du jus de canne était le moulin vertical à 3 rolls placés en ligne. Le cylindre médian recevait le mouvement d'un arbre de manège en l'air, mû par des bœufs ou des mulets, d'un engrenage de roue hydraulique, de moulin à vent ou de machine à vapeur, et le transmettait dans un sens inverse aux deux autres rolls latéraux par des roues dentées.

Un ouvrier présentait les cannes entre le cylindre du milieu et l'un des cylindres latéraux. Un autre ouvrier, placé du côté opposé du moulin, recevait les cannes pressées et les dirigeait aussitôt entre le roll du milieu et l'autre roll latéral, très rapproché, de sorte qu'elles ressortissent du côté du premier manœuvre. Le rendement en vesou n'était guère que de 50 % du poids des cannes mises en œuvre. Le taux de ligneux des anciennes variétés de canne (*Bourbon*, *Cristalline*) étant de 10 % en moyenne, il restait environ 40 % du vesou dans la bagasse.

Le moulin vertical a pratiquement disparu aujourd'hui ; il n'est plus en usage que dans quelques installations primitives des campagnes antillaises ou sud-américaines.

Il a été progressivement remplacé, depuis 1840, par le moulin horizontal à 3 rolls disposés en triangle. Dans les petites distilleries, le moulin est court,

de faible puissance et constitué par un seul train de cylindres. Dans les installations plus importantes, il est formé par 2 ou 3 trains de cylindres, réunis par un transporteur de bagasse et parfois précédés d'un défibreur. Les marques les plus répandues aux Antilles françaises sont les moulins Mariolle, Gilain, Société de constructions mécaniques de St-Quentin, Thiriau, Compagnie de Fives-Lille, Fletcher. L'alimentation est généralement assurée au moyen d'un monte-cannes, constitué par un système de deux chaînes sans fin reliées entre elles par des lattes en bois ou en métal.

Les moulins des distilleries agricoles sont encore assez souvent mûs par des roues hydrauliques. Toutefois, les grandes distilleries sont pourvues de machines à vapeur chauffées à la bagasse, susceptibles de mouvoir des moulins



FIG. 4. — Moulin vertical à manège en l'air (Martinique, XIX^e siècle).

puissants, qui permettent d'obtenir une extraction presque aussi bonne que dans les usines à sucre.

L'imbibition est une pratique généralisée. Si le moulin ne comporte qu'un seul train de rolls, la bagasse est soumise à la répression, après avoir été arrosée ou avoir macéré dans de l'eau pendant 15 à 20 minutes. Lorsque le moulin est double, l'eau d'imbibition est distribuée, généralement au moyen d'une rampe perforée, à la sortie du premier moulin. Enfin, quand il est triple, la bagasse est arrosée après le premier moulin avec les petits jus de 3^e pression et, à la sortie du second moulin, avec de l'eau. Lorsque celle-ci fait défaut, on utilise quelquefois pour l'imbibition de la vinasse, chaude ou froide.

Le taux d'imbibition est beaucoup plus élevé qu'en sucrerie. Fréquemment la quantité d'eau est réglée de telle sorte que le jus mélangé ait la densité requise pour la « composition » définitive du moût, soit 1040 environ. Elle varie en conséquence au cours de la campagne rhummière, suivant la richesse saccharine de la canne.

Dans quelques distilleries, l'imbibition est remplacée par la macération :

la bagasse au lieu d'être arrosée, passe dans un bain d'eau ou de petits jus, où elle séjourne 10 à 20 minutes avant d'être repressée. Ce système, qui a été abandonné en sucrerie de cannes (sauf dans les usines d'Australie (1), comme présentant l'inconvénient d'entraîner une trop forte dilution des jus sucrés et de provoquer l'acétification de ceux-ci, gagnerait à être appliqué davantage en distillerie, car il permet une bien meilleure extraction du sucre.

Le taux d'extraction, c'est-à-dire la quantité de sucre existant dans le jus extrait rapporté au sucre total de la canne, est très variable suivant les installations. Dans les petites distilleries, le pourcentage de sucre de la bagasse peut s'élever à 10 % et le taux d'extraction être seulement de 80-85 %. Au contraire, lorsque l'on dispose de moulins puissants, l'extraction est souvent,

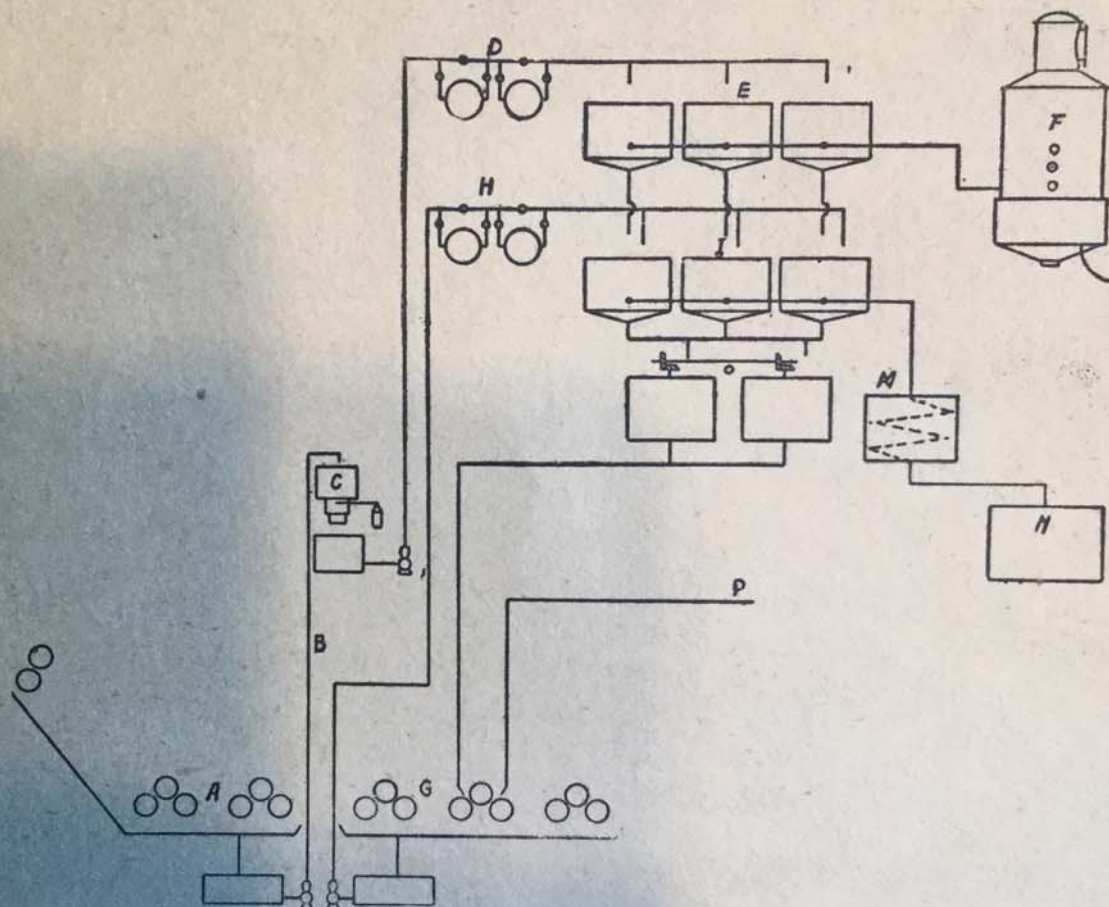


FIG. 5. — Fabrication simultanée de sucre et d'alcool.

en raison de la meilleure imbibition de la bagasse, aussi bonne que dans les usines à sucre (92-96 %). Enfin, si l'on pratique la macération, elle peut atteindre, dans d'excellentes conditions, jusqu'à 98 %.

Le jus dilué provenant du broyage de la canne s'écoule dans une cuvette placée sous les moulins. Il passe ensuite sur un tamis à folle bagasse. Celui-ci est constitué, dans les petites distilleries, par une simple plaque de cuivre perforée, et, dans les usines plus importantes, par un couloir long et étroit disposé parallèlement au bâtis des moulins. Il présente une partie horizontale portant une toile en cuivre et une partie inclinée aboutissant au niveau du transporteur intermédiaire du 2^e moulin. La fine bagasse retenue par le tamis est prise par une chaîne sans fin, à râclettes en bois, et rejetée après le 1^{er} moulin. Le jus tamisé est envoyé immédiatement à la fosse à composition, ou, plus souvent, directement aux cuves de fermentation.

Dans les petites installations, la bagasse, après la dernière pression, est reçue dans un grand panier qu'un ouvrier emporte jusqu'au générateur

(1) Il a aussi été repris à Java, il y a quelques années, sous le nom de procédé Nobel.

ou au hangar à bagasse. L'évacuation est assurée, dans les distilleries importantes par un transporteur mécanique.

A. C. Amador (1) préconise le procédé ci-après pour fabriquer simultanément, à partir de la canne, du sucre et de l'alcool (fig. 5) :

Le jus provenant du défibreux et des 2 premiers moulins est envoyé par pompage à la balance C, où il est pesé et chaulé. Il passe ensuite dans les réchauffeurs de jus D, et est soumis, dans les bacs E, à la défécation. Les jus clairs sont dirigés sur le bac d'alimentation du multiple effet, tandis que les boues subissent une deuxième défécation dans les bacs I, qui reçoivent le jus des derniers moulins, préalablement chauffé.

Les jus clairs de deuxième défécation, après avoir été refroidis par passage dans le réfrigérant M, sont envoyés à la distillerie, où on les soumet à la fermentation, tels quels ou après mélange avec de la mélasse. Les boues de seconde défécation sont reçues dans les bacs mélangeurs O, diluées avec de l'eau chaude et employées pour l'imbibition de la bagasse, à l'entrée du quatrième moulin, si l'installation comporte 5 trains de moulins.

Cette façon de faire permet de réserver pour la sucrerie des jus purs et concentrés, d'où économie très appréciable de combustible réalisée dans l'évaporation du jus, obtention d'un sucre de plus belle qualité, réduction de la quantité de mélasses, etc...

Composition du vesou.

Le jus de canne provenant des moulins se présente sous l'aspect d'un liquide trouble, portant en solution du saccharose, des sucres réducteurs, des gommes, des sels d'acides organiques et minéraux, des matières colorantes, des matières albuminoïdes, et en suspension des particules de bagasse et de la terre. Parmi ces substances, les unes sont à l'état de solution colloïdale (matières protéiques, gommes, matières colorantes, silice libre), les autres à l'état de solution vraie (sucre, protéoses, acides aminés et sels minéraux).

La composition est assez variable suivant le stade de maturité de la canne, la variété, les facteurs qui ont présidé au développement végétatif de la plante (nature du sol, engrais, climat) et le mode d'extraction du jus (pression des moulins, imbibition à chaud ou à froid, etc.).

Honig (2) indique la composition centésimale suivante de la canne arrivée à complète maturité et le taux de répartition des divers constituants entre le jus et la bagasse :

	Quantités existant dans la canne	Proportions passant dans	
		le jus	la bagasse
Saccharose	10.50 — 15.00	94 — 96	4 — 9
Sucres réducteurs	0.60 — 2.00	90 — 95	5 — 10
Matières azotées	0.03 — 0.10	40 — 60	40 — 60
— cireuses	0.05 — 0.10	20 — 40	60 — 80
— minérales totales	0.50 — 1.50	55 — 85	15 — 45
SiO ₂	0.15 — 0.50	20 — 50	50 — 80
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0.03 — 0.08	30 — 70	30 — 70
CaO + MgO	0.02 — 0.06	75 — 85	15 — 25
K ₂ O	0.05 — 0.70	90 — 95	5 — 10
Na ₂ O	0.01 — 0.05	75 — 90	10 — 25

(1) Fabricación simultánea de azúcar crudo y alcohol, in Almanaque 1946, 312. Ministerio de Agricultura, Cuba.

(2) Arch. Suikerind. Ned. Indië XLII, 249, 1934.

Le jus de canne normal provenant des moulins aurait, suivant Hardy, la composition ci-après (en poids) :

Eau	80 — 85 %
Saccharose	10 — 18 —
Sucres réducteurs	0,3 — 3,0 —
Matières organiques div.	0,5 — 1,0 —
Matières minérales	0,2 — 0,5 —

La composition centésimale moyenne du *non-sucre* serait, d'après le même auteur :

Matières hydrocarbonées :

Hémicellulose et pentosanes	8,5
Pectines et gommés	1,5

Matières azotées organiques :

Matières protéiques	7,0
Protéoses (albumoses et peptones)	2,0
Acides aminés (glycine, ac. aspartique, etc.)	9,5
Amides (asparagine)	15,5
Acides organiques (autres que les ac. aminés)	13,0
Cires et graisses	17,0
Matières colorantes (chlorophylle, tannins, etc.)	17,0
Sels minéraux (phosphates, chlorures, sulfates, silicates, nitrates de Na, K, Ca, Mg, Al, Fe)	7,0
Silice (libre ou en combinaisons organiques)	2,0
	100,0

Browne indique comme composition typique des jus de canne obtenus en Louisiane :

Eau	83,00
Saccharose	15,00
Sucres réducteurs	0,80
Cendres	0,45
Protéines	0,05
Nucléïnes	0,03
Protéoses	0,01
Bases azotées (guanine, etc.)	traces
Amides (asparagine, glutamine, etc.)	0,05
Acides aminés (ac. aspartique, etc.)	0,12
Autres acides organiques	0,10
Gommés et pectines	0,10
Particules de bagasse	0,12
Graisses et cires	0,10
Matières terreuses	0,06
Chlorophylle	0,01

Avant d'examiner les divers constituants des jus nous reproduisons ci-après quelques analyses, qui illustrent les variations de composition du produit sous l'action de différents facteurs.

Honig (1), à Java, reproduit entre autres analyses relatives à la composition du vesou aux différents stades de développement de la plante, les suivantes, faites en 1931 sur des cannes du district de Modjo :

(1) Arch. Suikerind. Ned. Indië XLII, Med. N° 10, 1934.

Date	Brix	Pol.	Sucres réd.	Cen- dres	Matières minérales (en grs par litre)						
					SiO ₂	K ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃
5.4.31	7.24	1.42	3.85	0.46	0.41	1.63	0.12	0.25	0.11	0.07	0.61
12.2.31	8.57	3.40	3.68	0.38	0.30	1.33	0.11	0.23	0.07	0.08	0.47
4.3.31	10.20	5.20	3.50	0.40	0.53	1.49	0.09	0.22	0.09	0.08	0.43
2.4.31	11.90	6.75	3.79	0.32	0.35	1.11	0.10	0.19	0.08	0.07	0.42
5.5.31	14.27	10.12	2.80	0.34	0.54	1.08	0.12	0.18	0.14	0.08	0.56
6.6.31	15.41	12.05	2.46	0.29	0.34	1.07	0.11	0.17	0.06	0.10	0.49
3.7.31	16.43	13.50	2.11	0.30	0.30	1.22	0.11	0.18	0.05	0.10	0.65
6.8.31	18.87	16.05	1.97	0.32	0.26	1.28	0.11	0.16	0.08	0.12	0.58
4.9.31	18.60	16.30	1.65	0.30	0.35	1.07	0.14	0.20	0.07	0.11	0.72

McKaig et Fort (1), en Louisiane, ont trouvé comme composition des jus (jus du défibreux) de cannes saines et de cannes endommagées par le borer (*Diatraea saccharalis* F.) et par le champignon de la morve rouge (*Colletotrichum falcatum* Went) :

Ech.	Variété	Entrenœuds attaqués		Brix	Pol.	Pureté
		par le borer %	par le Colletotrichum %			
1	POJ. 213	0	0	16.96	14.58	85.97
2	—	33.3	0	15.76	13.99	83.69
3	—	51.7	40.8	12.39	9.82	79.26
4	POJ. 36M	0	0	16.66	14.09	84.57
5	—	24.2	0	15.40	12.22	79.30
6	—	47.5	32.5	13.86	10.24	73.88

Le non-sucre des cannes précédentes renfermait % de matière sèche :

	POJ. 213			POJ. 36M		
	1	2	3	4	6	5
N total . . .	0.165	0.192	0.317	0.119	0.154	0.206
N protéique . . .	0.074	0.092	0.131	0.068	0.079	0.100
Gommes . . .	0.133	0.177	0.383	0.177	0.196	0.246
Cendres . . .	2.093	3.078	5.105	2.251	2.672	3.489
K ₂ O . . .	1.075	0.634	3.034	1.019	1.397	1.780
CaO . . .	0.059	0.069	0.092	0.072	0.073	0.101
MgO . . .	0.110	0.110	0.186	0.140	0.128	0.158
Al ₂ O ₃ . . .	0.028	0.044	0.174	0.092	0.107	0.087
Fe ₂ O ₃ . . .	0.020	0.045	0.047	0.03	0.013	0.032
P ₂ O ₅ . . .	0.382	0.334	0.494	0.392	0.454	0.509
SO ₃ . . .	0.271	0.350	0.552	0.315	0.247	0.290
SiO ₂ . . .	0.110	0.116	0.157	0.113	0.127	0.156
Acidité (3) . .	1.35	1.55	2.05	1.50	1.90	2.00

(1) J. Agr. Res. LII, 17, 1936.

(2) En cc. de soude 0.1 N nécessaires pour neutraliser 10 cc. de jus (titrage à la phénolphtaléine).

Densité, sucres.

La densité du jus de canne est sujette à des variations importantes suivant la richesse saccharine de la plante et le taux d'imbibition. Elle oscille en général, pour le jus non dilué (jus du défibreux ou du premier moulin), entre 1060 et 1080. Mais nous avons vu que la densité du jus mélangé peut être abaissée, dans les distilleries agricoles, aux environs de 1040, par l'emploi d'une forte quantité d'eau d'imbibition.

Le Brix du jus non dilué, c'est-à-dire la quantité de matière sèche p. 100 du jus en poids, varie habituellement entre 14 et 20 (16-18 en moyenne). Le poids spécifique des sels dissous dans le vesou étant plus élevé que celui des solutions de saccharose de même concentration, l'extrait sec apparent donné par le saccharomètre Brix est supérieur à l'extrait sec réel obtenu par évaporation du liquide. Suivant Fort et McKaig, on peut calculer cette différence en multipliant le Brix apparent augmenté du pourcentage de cendres carbonatées par le facteur 0.0120.

Le jus de canne ne renferme normalement que 3 sucres : le saccharose, le glucose et le lévulose. Ces deux derniers (sucres réducteurs), qui représentent des corps intermédiaires dans la synthèse du saccharose, diminuent progressivement au fur et à mesure que la plante approche de la maturité. Dans le jus des cannes mûres, leurs proportions oscillent habituellement entre 0,3 et 2 %, pour des taux de saccharose compris entre 12 et 18 % (14-16 en moyenne).

Si la canne est très éloignée du point de maturité, glucose et lévulose existent en quantités à peu près égales. Mais lorsque la maturité avance, le lévulose est utilisé plus rapidement que le glucose et tend par suite à disparaître (Prinsen-Geerligs, Browne et Blouin). Dans certains cas, rares il est vrai, le glucose lui-même peut être à son tour entièrement utilisé, de sorte que la canne ne contient plus que du saccharose, sans sucres réducteurs (Spencer).

Dans les cannes ayant dépassé leur point de maturité, attaquées par les rats ou les insectes, brûlées ou abandonnées à elles-mêmes après avoir été coupées, l'inversion du saccharose se produit plus ou moins rapidement, sous l'influence de certains microorganismes ou de l'invertase, qui existe normalement dans les sommités de la canne et se diffuse, après la coupe, dans toute la tige.

Ces différentes causes expliquent que le coefficient de pureté du jus, c'est-à-dire le pourcentage de saccharose par rapport à la matière sèche totale, est sujet à de grandes variations. Dans les régions situées à la limite de la zone de culture (Louisiane, Argentine), où la canne n'est jamais parfaitement mûre à l'époque de la récolte, et dans les pays équatoriaux (Guyane anglaise), où les touffes de canne renferment des tiges à tous les stades de maturité, la pureté moyenne ne dépasse guère 80 et peut descendre au début de la campagne à 70. Par contre, lorsque les facteurs climatiques permettent une bonne maturation de la plante, la pureté atteint 83-85 et même dans les cas favorables (cannes des régions sèches, cultivées sous irrigation) 90 et plus.

La pureté apparente, obtenue en partant du Brix apparent et du saccharose dosé par polarisation directe, est toujours inférieure (généralement de 4 à 6 %) à la pureté réelle, calculée à partir de la matière sèche réelle et du saccharose déterminé par double polarisation.

Acidité.

Le vesou a une réaction acide. Dans le cas de cannes mûres et saines, cette acidité est faible : elle est généralement comprise entre 0.6 et 1.6 gr. par litre, en acide acétique (1).

La concentration du jus en ions hydrogène est à peu près constante, le vesou ayant un pouvoir tampon élevé. Paine et Bach (2) ont observé à Porto-Rico que le pH du vesou non dilué variait de 4.73 à 5.29 (5.09 en moyenne) ;

(1) Il est plus indiqué d'évaluer l'acidité en acide acétique qu'en acide sulfurique, la moyenne des poids normaux des acides organiques entrant dans la composition du vesou étant approximativement de 60, poids normal de l'acide acétique.

(2) Facts ab. Sugar XXII, 338, 1927.

Gomez (1), aux Philippines, a trouvé une moyenne de 5.39 (5.26 à 5.57) ; Fort et McKaig, en Louisiane, 5.38.

Les cannes brûlées avant la coupe, abandonnées à elles-mêmes un certain temps avant d'être manipulées ou parasitées ont un jus beaucoup plus acide. Le pH du vesou des cannes fortement atteintes par les insectes ou les champignons descend à 4.0 - 3.8 (Iwata).

De même, le jus exprimé s'acidifie rapidement, avant même d'avoir subi un commencement de fermentation alcoolique : au bout de 24 heures, l'acidité peut atteindre 30 grs en SO_2H par litre. Ce « surissement » provient de l'action de bactéries, qui paraissent attaquer directement les sucres et qui donnent naissance à des acides volatils (parmi lesquels prédomine l'acide acétique) et surtout à des acides fixes (Tempamy).

L'acidité du vesou est due à la présence de sels minéraux acides (sulfates et phosphates) et d'acides organiques (acide aconitique, malique, oxalique, etc.).

Yoder (2), en Louisiane, a trouvé par litre de jus de canne : 0.50 gr. d'acide aconitique, 0.0077 gr. d'acide malique et 0.0004 gr. d'acide oxalique. Il n'a pas rencontré les acides tartrique, citrique ni succinique.

Mc Allip (3) a observé que le taux d'acide aconitique, qui est un acide citrique déshydraté et a comme formule $\text{CO}_2\text{H} - (\text{H} = \text{C}(\text{CO}_2\text{H}) - \text{CH}_2 - \text{CO}_2\text{H})$, pouvait varier dans des proportions assez importantes, suivant la variété de canne et la localité. Il a trouvé dans divers sirops, préparés sans défécation à la chaux, des taux oscillant entre 0.880 et 1.330 gr. d'acide aconitique pour 100 gr. de matière sèche.

Balch, Broeg et Ambier (4) ont constaté que la proportion d'acide aconitique dans les jus mélangés des sucreries de Louisiane variait entre 0.15 et 0.31 % de jus. Elle est 3 à 5 fois plus élevée dans les jus provenant des extrémités immatures (bouts blancs) que dans ceux fournis par le corps de la canne. Le taux d'acide aconitique dépend aussi de la variété de canne et de la nature du sol de culture. D'une façon générale, il est à peu près proportionnel à l'acidité totale du jus.

Tanaba a dosé dans les jus de canne de Formose, en gr. par litre de vesou :

Acide aconitique	0.119
» malique	0.0063
» citrique	0.0006
» oxalique	traces

Il n'a pas trouvé trace des acides tartrique, lactique, succinique et fumarique.

Contrairement aux auteurs précédents et à divers autres (Behr (5), Taylor (6), etc.) qui ont observé que l'acide organique dominant des jus de canne était l'acide aconitique, Winter et Prinsen-Geerligs (7) n'ont pu déceler la présence de ce corps dans les jus et les sirops de Java. Les cannes de ce pays seraient par contre plus riches que celles de Louisiane en acide oxalique : Bosz (8) en a trouvé 0.014 % dans la P. O. J. 100.

L'acide acétique ne se rencontre en quantité appréciable dans le vesou que si la canne a été préalablement endommagée par le feu, la gelée, etc..., ou si le jus a subi un commencement de fermentation.

(1) Philippine Agr. XIX, 609, 1931.

(2) Ind. Eng. Chem. III, 640, 1911.

(3) Ind. Eng. Chem. XXXIII, 637, 1941.

(4) Sugar XL, No 10, 32, 1945.

(5) Proc. Amer. Chem. Soc. 1876, 220. Arno Behr est le premier auteur qui ait signalé la présence de l'acide aconitique dans le jus de canne.

(6) J. Chem. Soc. (Trans) CXV, 886, 1919.

(7) Arch. Suikerind. Ned. Indie XXXI, 720, 1923.

(8) Arch. Suikerind. Ned. Indie XXVIII, 969, 1920.

Matières minérales.

Le taux de matières minérales du jus de canne est sujet à de grandes variations Pitcairn (1) a trouvé, aux îles Hawaï, 0.29 à 0.62 de cendres % de jus ; Spencer, à Cuba, 0, 25 à 0.60 ; King (2) aux Philippines, 0.31 à 0.63 % (jus mélangé) ; Fort et McKaig en Louisiane, 0.40 à 0.72 % (jus du défibreux), correspondant à 2.63 - 4.01 % de matière sèche.

Les conditions agrologiques (sol, climat, fumure, etc.) ont évidemment une grande influence sur la richesse en matières minérales. La nature variétale de la plante intervient aussi. Coates, Fieger et Salazar (3) par exemple ont observé que les sortes anciennement cultivées en Louisiane (*Louisiana Purple*, *Louisiana Stopped*, D. 74) renfermaient en moyenne 3.1 de cendres % de matière sèche dans la canne, tandis que les P. O. J. 36, 213 et 234 en contenaient 3.9 %, soit une augmentation de 22 %. La quantité de cendres des jus augmente également avec la pression des moulins (Prinsen-Geerlig, Thieme). Toutefois, suivant Thieme (4), le facteur le plus important serait l'humidité du sol : les régions relativement sèches produisent des cannes à taux de cendres élevé, et ce taux est aussi plus important au cours des années sèches que des années pluvieuses.

Les principaux constituants minéraux du jus de canne sont le silicium, le calcium, le magnésium, le potassium, le sodium, le phosphore, le chlore et le soufre. Comme autres éléments moins importants, on peut signaler le fer, l'aluminium, le manganèse.

De même que celle des cendres totales, la proportion des différents éléments subit des variations importantes.

Spencer donne la composition centésimale suivante des cendres des jus obtenus en 1912, dans différentes usines de Cuba :

	A	B	C	D	E
SiO ₂	11.90	6.82	7.60	6.10	6.46
Fe ₂ O ₃ et Al ₂ O ₃	12.48	4.80	8.20	5.44	3.00
CaO	10.25	10.77	13.02	5.77	4.70
MgO	6.83	7.88	7.54	5.17	5.01
K ₂ O	27.14	32.64	29.30	43.66	46.28
Na ₂ O	2.32	3.20	4.00	1.88	11.36
P ₂ O ₅	7.15	traces	3.90	4.70	4.21
SO ₃	9.84	10.75	17.94	12.15	4.08
CO ₂	9.59	7.47	3.02	8.22	10.53
Cl.	5.10	10.95	8.10	11.00	12.90

Fort et McKaig ont trouvé les minima et maxima moyens ci-après, pour diverses variétés de cannes de Louisiane (P. O. J. 213, 234, 36 - M ; Co 281 ; 290 ; C. P. 807, 28 - 19, 28 - 11), récoltées en 1931 et 1932.

	Minimum	Maximum
K ₂ O	39.6	48.3
Na ₂ O	1.4	2.4
CaO	3.3	6.3
MgO	6.1	8.5
Al ₂ O ₃	1.8	2.5
Fe ₂ O ₃	0.27	0.4
MnO	0.10	0.15
SiO ₂	2.0	3.4
P ₂ O ₅	11.2	18.4
SO ₃	11.9	16.4
Cl.	6.3	7.8

(1) Facts ab. Sugar X, 128, 1920.

(2) Ind. Eng. Chem. XXIII, 954, 1931.

(3) Plant. Sug. Manuf. LXXX, 422, 1928.

(4) Arch. Suikerind. Ned. Indië XXXVIII, 1155, 1930.

Les taux de cendres moyens variaient entre 2.63 et 4.01 % de matière sèche du jus.

Les matières salines se trouvent sous forme de sels minéraux (phosphates, sulfates, chlorures) ou de sels organiques. Les radicaux acides organiques étant plus lourds que les radicaux minéraux (carbonates ou oxydes) dosés dans les cendres, il s'ensuit que le taux des cendres est plus faible que celui des sels réellement présents.

Fort et McKaig ont calculé la teneur des jus de Louisiane en sels minéraux et sels organiques (mgs par 100 cc. de jus du défibreux). Les phosphates et les sulfates ont été évalués en sels acides, les chlorures et sels organiques en sels neutres les radicaux acides organiques étant généralement monobasiques (Shorey).

Variété	Phosphates en PO ₄ MgH	Sulfates en SO ₄ KH	Chlorures en KCl	Silice en ac. silicique	Sels orga- niques	Sels totaux	Cendres dosées
P. O. J. 213	108	117	73	25	387	710	441
— 36-M	113	126	61	25	403	728	422
— 234	105	97	66	25	467	760	462
G. P. 28 19	134	146	67	29	446	822	519
— 807	140	124	78	22	475	839	518
Co. 290.	110	127	88	25	584	934	577
— 281	120	158	73	25	566	942	568
G. P. 28-11	170	237	102	27	693	1.229	753
Moyenne	125	142	76	25	503	871	533

D'après les résultats ci-dessus, le taux de sels totaux est donc supérieur de 58 à 72 % à celui des cendres, tandis que la proportion des sels organiques par rapport aux sels totaux varie de 54.2 à 62.5 %.

La silice ne se trouve qu'en faibles proportions dans le vesou. Elle paraît provenir principalement de la terre adhérente à la canne et des fines particules de bagasse, plutôt que de la sève elle-même. Elle existe sous forme de silicates et surtout de silice colloïdale à l'état libre ou combinée avec d'autres colloïdes. D'après quelques auteurs, elle se trouverait aussi sous forme d'esters, en combinaison avec certains polysaccharides.

L'acide phosphorique, qui se présente sous forme de phosphates organiques et minéraux, passe presque complètement dans le jus au cours du broyage de la canne (Honig, Saint (1)). Certaines variétés sont nettement plus riches que les autres en cet élément.

Les sulfates existent généralement à peu près dans les mêmes proportions que les phosphates, mais ils sont sujets à de plus grandes variations. Celles-ci dépendent surtout de la richesse du sol en sulfates et des engrais chimiques apportés.

Des différents éléments minéraux du vesou, c'est la potasse qui est le plus important : 25 à 50 % des cendres totales. Le taux d'extraction de la potasse de la canne est à peu près le même que celui de l'acide phosphorique et du saccharose (Honig, Saint).

La soude se trouve en quantités beaucoup moins grandes : le rapport soude-potasse est en moyenne de 1/25 dans le jus de canne (Fort et McKaig), alors que dans celui des betteraves il atteint 1/3.

Le taux de l'alumine qui provient, en partie du moins, de la terre adhérente aux cannes, est à peu près le même que celui de la soude et du fer. Quant au manganèse, il n'existe qu'en très faibles proportions.

(1) Proc. 5. Cong. Int. Soc. Sugar cane Techn., 616, 1936.

Matières azotées.

L'azote se rencontre dans le jus de canne sous la forme de matière protéiques (protéines proprement dites et nucléo-protéïdes), coagulables par la chaleur ; de protéoses (albumoses et peptones), produits de dégradation hydrolytique des matières précédentes, non coagulables par la chaleur ; d'acides aminés et d'amides ; enfin de matières minérales (nitrates et sels ammoniacaux). Les protéines et les protéoses se trouvent en solution colloïdale, les autres en solution vraie.

La quantité des composés azotés des jus, évaluée généralement en multipliant l'azote dosé par le coefficient 6.25 est très variable. Fort et McKaig, en Louisiane, ont obtenu, pour les échantillons individuels de vesou (jus du défibreux), des extrêmes de 0.294 et 2.488 (0.590 et 1.057 en moyenne) % de matière sèche. Le taux d'azote protéique par rapport à l'azote total est également variable: 18 à 81 % (50-56 en moyenne) dans les jus de Louisiane, d'après Fort et McKaig ; 75 à 90 % dans ceux des Hawaï, d'après Shorey.

Les conditions écologiques, le stade de maturité de la canne et la nature variétale de celle-ci interviennent dans ces variations. La quantité de matières azotées passant dans le jus pouvant varier de 40 à 60 % suivant Honig, la pression exercée par le moulin et le taux d'imbibition entrent également en ligne de compte. Les cannes récoltées avant maturité, ainsi que celles attaquées par les parasites, les sommités des tiges (« bouts blancs ») donnent un jus plus riche en matières azotées et fermentant plus facilement que celui des cannes normales (Iwata). La richesse en azote du vesou croît aussi avec la pression des moulins : Fort et McKaig, par exemple, ont trouvé dans le jus du défibreux 0.064 d'azote protéique et 0.056 d'azote non-protéique % de matière sèche contre 0.073 et 0.088 % dans le jus mélangé.

La nature des composés organiques azotés du vesou est encore mal connue. Shorey (1) a trouvé comme amino-acide le *glycocolle* ou *glycine* (acide amino-acétique) $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CO}_2\text{H}$. D'après Zerban (?), qui n'a pu identifier le corps précédent, le principal amino-acide serait l'*acide aspartique*, ou *acide aminosuccinique* $\text{CO}_2\text{H} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{CO}_2\text{H}$. Cet acide se trouve surtout sous forme d'amide, l'*asparagine* $\text{NH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{CO}_2\text{H}$, laquelle est particulièrement abondante dans le jus des cannes non mûres. Le même auteur a également isolé la *glutamine*, amide de l'acide aminoglutamique, ayant comme formule $\text{NH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{CO}_2\text{H}$, et un autre amino-acide, la *tyrosine*, ou acide oxyphénylamino-propionique. Mais ces deux derniers corps se trouvent en proportions beaucoup moins importantes que l'asparagine.

Shorey a reconnu la présence dans le vesou de diverses lécithines, phosphatides distéariques dans l'une des fonctions acides de l'acide phosphorique est saturée par une base azotée. Les bases identifiées par l'auteur sont la *choline* $(\text{CH}_3)_3\text{N}(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$ et la *bétaïne* $\text{CH}_3 - \text{N}(\text{CO}_2 \equiv (\text{CH}_3)_2)$, produit d'oxydation de la choline. La *guanine*, amide de la série de la purine, a aussi été identifiée. Dans 6 échantillons de vesou étudiés par l'auteur, le taux d'azote guanique était de 0.0012 % et celui de l'azote total de 0.0350 %.

L'azote minéral n'existe qu'en très faibles proportions dans le jus de canne. Les sels ammoniacaux ne se trouvent qu'à l'état de traces.

Gommes.

On désigne communément sous le terme peu précis de « gommes » les matières organiques du vesou précipitables par l'alcool. Celles-ci comprennent non seulement des gommes vraies, qui sont solubles dans l'eau et donnent par hydrolyse des sucres réducteurs, mais encore diverses héli-celluloses (lignine, etc.).

La quantité de gommes existant dans le jus de canne est très variable. Elle augmente avec la pression des moulins et la température de l'eau d'imbibition (Browne et Blouin). La variété de cannes, le stade de maturité de la plante et le temps qui s'écoule entre la coupe et le broyage influent également. La pro-

(1) J. Amer. Chem. Soc. XIX, 881, 1897 ; X, 133, 1898 ; XXI, 609, 1899.

(2) Proc. 8. Int. Cong. Appl. Chem. 1912.

portion de gommages est plus élevée dans le vesou des cannes jeunes et de celles qui sont abandonnées à elles-mêmes un certain temps avant d'être manipulées (Steuerwald). Certaines affections parasitaires, telle la gommose, provoquée par le *Bacterium vascularum* Cobb, augmentent fortement la quantité de gommages : les jus sont épais et visqueux, très difficiles à travailler en sucrerie.

Les gommages dérivent des héli-celluloses de la canne et sont formées principalement par des pentosanes : xylane et arabane, avec de petites quantités de galactane (cannes non mûres). Toutefois celles d'origine parasitaire sont constituées par de la dextrane (gommose) ou de la lévulane (*Bacillus leviformans*). Une partie des gommages se trouve sous forme de pectines.

Steuerwald et Hazewinkel(1) ont observé que les jus mélangés de Java renfermaient 0.25 à 0.38 de pentosanes % de matière sèche, ceux du premier moulin ne contenant que des traces et ceux des derniers moulins de 0.77 à 1.21 %. Farnell (2) a dosé 0.14 à 0.34 de pentosanes et 0.08 à 0.38 de pectines (pectates de chaux) % de matière sèche dans des jus mélangés du Natal et de Maurice. Le même auteur a constaté que la proportion de pentosanes et de pectines était très faible, (0.036 à 0.049 de pentosanes %) dans les jus provenant du broyage de la canne par les appareils à faible pression (moulins de laboratoire). Browne et Philipps (3), se basant sur les proportions de méthoxyle et d'acide uronique trouvés par eux, pensent que les gommages des jus et des mélasses de canne sont constituées principalement par des pectines.

Cires et matières grasses.

Suivant Honig, 20 à 40 % des matières cireuses qui recouvrent la surface de la canne, passent dans le jus. Celui-ci renferme des quantités de cire très variables suivant le taux d'extraction et surtout la variété de canne considérée, certaines sortes comme la « Uba » ayant jusqu'à 0,05 % de cire et d'autres presque pas.

D'après Wijnberg (4), la cire brute de canne serait constituée, dans la proportion de 70 %, par les glycérides des acides oléique, linolique, palmitique et stéarique, avec des acides résineux, des lecithines, du phytostérol et des matières colorantes et aromatiques. Les 30 % restant sont représentés par de l'alcool myricilique (environ 45 %) et un autre alcool non-primaire.

Un échantillon de cire, extrait des boues de presse d'une sucrerie de Java et examiné par Bosz (5) avait un point de fusion de 60-62° C., un indice d'acide de 47,3 et un indice de saponification de 177. Les acides gras extraits par saponification, addition d'acide chlorhydrique et agitation avec de la benzine, avaient un point de fusion de 54° C et paraissaient constitués par un mélange eutectique d'acides palmitique et stéarique. Dans le liquide obtenu en distillant à la vapeur le produit de la saponification, on a reconnu la présence de l'alcool myricilique et des acides caproïque et formique. Les acides acétique, benzoïque et cinnamique, ni le cholestérol, n'ont pu être décelés.

Matières colorantes.

Les principales matières colorantes du jus de canne sont la chlorophylle, l'anthocyanine, la saccharétine et les tannins.

La chlorophylle des cellules qui passe dans le jus reste en suspension colloïdale et est éliminée au cours de la défécation ; elle est plus abondante dans le jus des cannes non mûres.

L'anthocyanine est un pigment pourpre qui se rencontre dans les cellules épidermiques des variétés de cannes rouges ou violacées. Soluble dans l'eau, elle devient vert sale en milieu alcalin et brun foncé en présence des sels ferriques.

(1) Arch. Suikerind. Ned. — Indië XIX, 313, 1913.

(2) Int. Sug. J. XXVI, 480, 1924 ; XXVII, 254, 1926.

(3) Int. Sug. J. XLI, 430, 1939.

(4) J. Soc. Chem. Ind. 1912, 991.

(5) Arch. Suikerind. Ned. Indië XXVIII, 974, 1920.

Dasa Rao, Walawalkar et Strikanton (1) ont pu isoler la matière colorante de la « Canne violette » de Maurice et ont constaté qu'elle était constituée par un diglucoside de formule $C_{28}H_{38}O_{16}Cl \cdot H_2O$, peut-être l'ampelopsidine.

Steuerwald (2) a donné le nom de *saccharétine* à une matière mal définie qui imprègne les fibres de canne ; incolore en milieu acide, elle prend une teinte jaune foncé en milieu alcalin et brun foncé en présence de sels ferriques. Elle est introduite dans le jus par les fines particules de bagasse en suspension et se dissout au cours du chaulage.

Enfin, on trouve dans les sommités et les yeux de la canne des polyphénols, ou *tannins*, qui passent en partie dans le jus et prennent au contact du fer des moulins une coloration vert foncé. Parmi ces polyphénols, on rencontre, suivant Zerban (3), un tannin vrai dérivé de la pyrocatéchine et apparenté au tannin du chêne.

D'après le même auteur, la couleur vert sale du vesou résulte principalement de l'interaction des polyphénols et des sels ferreux formés par l'action des acides organiques du jus sur le fer des rolls et transformés ensuite en sels ferriques par les oxydases de la canne. La coloration brunâtre peut aussi apparaître en l'absence de sels de fer, mais elle est alors 2 ou 3 fois moins prononcée. Elle est due, en ce cas, à l'action d'une laccase sur les polyphénols et, pour une faible partie, à celle d'une tyrosinase sur les tyrosines du jus.

A côté des substances que nous venons d'indiquer comme entrant dans la composition du vesou, il en est d'autres, non déterminées jusqu'ici, qui peuvent jouer un rôle important dans la constitution du bouquet des eaux-de-vie. Il y a lieu de signaler notamment un principe aromatique qui communique au jus de canne un goût particulier, dit « gout vesouté ». Ce principe se retrouve dans le rhum et ne peut être éliminé que par la défécation et la concentration du jus.

Valeur comme matière première de fermentation.

Le jus de canne, dont la composition se rapproche sensiblement, sauf en ce qui concerne l'acidité qui est moindre, de celle du jus de raisin, constitue un milieu idéal pour la fermentation.

Il renferme d'ailleurs un nombre élevé de microorganismes. Owen en a trouvé en Louisiane 250.000 par cc. de jus cru ; Nakazawa, Takeda et Suematu, à Formose, de 104.000 à 1.000.000 par cc. Ces microorganismes, qui comprennent des levures proprement dites (*Saccharomyces* et *Schizosaccharomyces*), des *Torula*, des *Monilia*, des moisissures, des bactéries acétiques, butyriques, lactiques, putréfiantes, etc, sont apportées par la canne elle-même (à la surface de laquelle ils vivent), par les matières terreuses qui souillent celle-ci ou par l'air. Abandonné à lui-même, le jus entre immédiatement en fermentation.

Browne a cependant signalé que le vesou récemment extrait possède des propriétés germicides et que, pendant les premiers jours suivant l'extraction, le nombre de microorganismes va en décroissant. Il n'en est plus ainsi, lorsque les cannes ont été endommagées par la gelée ou par le feu : en ce cas, la détérioration des jus se poursuit rapidement aussitôt l'extraction faite.

Pour réaliser les conditions optima de la fermentation alcoolique, il convient d'abaisser la concentration du vesou aux environs de 1040-1050 et d'augmenter l'acidité par addition d'un acide minéral. Le jus fournis par les cannes bien mûres se présentent aussi comme insuffisamment riches en azote et parfois en certains sels minéraux (phosphates). La fermentation alcoolique est en conséquence améliorée par l'emploi d'une petite quantité de sulfate d'ammoniaque. Par contre, les jus des cannes non mûres, endommagées par les parasites et ceux provenant des sommités (bouts blancs), n'ont pas besoin d'être additionnés de sels nutritifs, car ils ont une plus forte teneur en azote et en matières minérales (Iwata).

(1) J. Indian Chem. Soc. XV, 27, 1944.

(2) Int. Sug. J. XIV, 153, 1912.

(3) Ind. Eng. Chem. X, 814, 1918 ; XI, 1034, 1919 ; XII, 744, 1920.

Ohtsu a signalé d'autre part la présence dans les sommités de la canne d'une substance cristalloïde qui stimule l'activité de la levure. En ajoutant 0,008 % de cette substance à du jus de canne surmurie, il a obtenu une augmentation de 40 % de l'activité de la fermentation et une forte réduction de la durée de celle-ci. La levure, dans le jus traité, se multipliait activement et possédait des cellules plus grandes.

Mélasses

La mélasse, qui constitue la matière première de beaucoup la plus utilisée dans la fabrication des rhums, est le sirop résiduaire de la fabrication du sucre.

Suivant qu'elle provient du turbinage des sucres de 1^{er}, 2^e ou 3^e jet, elle est dite mélasse première, seconde ou troisième. Plus souvent, en français, le terme de « mélasse » est réservé au produit final, dont il n'est plus possible d'extraire davantage de sucre économiquement ; les sirops intermédiaires sont plutôt désignés sous le nom d'« égouts ». A Cuba et en Louisiane, on donne le nom de « blackstrap » à la mélasse épuisée provenant de la fabrication du sucre roux à 96° de polarisation.

Ce sont surtout les mélasses finales que l'on utilise en distillerie, les mélasses premières ou secondes, quand elles ne rentrent pas dans la fabrication, étant plutôt réservées à l'alimentation directe (Etats-Unis). Cependant, à la Jamaïque, les mélasses de 1^{er} jet sont normalement dirigées sur la distillerie.

A côté du sucre, la mélasse contient les impuretés du jus brut qui n'ont pu être éliminées par le travail d'épuration ; des produits formés par la décomposition de certains éléments du non-sucre primitif, en présence des réactifs employés à l'épuration ; enfin des corps résultant de l'altération du sucre par la chaleur et la chaux. Sa composition est donc très complexe et varie quantitativement avec la nature des cannes mises en œuvre et les conditions du travail dans les diverses phases de la fabrication. Les méthodes d'épuration du jus (défécation à la chaux, sulfitation ou carbonatation) influent particulièrement sur la composition du non-sucre.

Nous donnons ci-après quelques analyses de mélasses finales provenant de différents pays saccharicoles :

Mélasses de Java (Prinsen-Geerligs)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Brix	87.4	87.1	97.4	84.7	87.7	81.8	91.2	81.8	83.2
Mat. sèche %	82.5	82.3	83.6	77.4	80.7	75.9	85.3	77.6	76.7
Polarisation	32.8	27.4	26.0	27.6	26.2	25.6	31.8	28.6	33.8
Saccharose %	36.5	32.5	32.3	33.8	33.1	33.3	37.2	28.1	34.1
Sucres réducteurs %	23.2	29.4	27.0	24.4	22.7	20.0	21.3	25.0	15.4
Non-sucre organique %	10.6	12.7	15.7	9.9	13.5	14.3	16.8	17.0	18.0
Gommes %	1.7	1.1	1.7	2.5	2.1	1.8	2.6	0.6	0.6
Cendres %	8.0	7.7	7.6	9.2	11.4	8.3	10.0	7.4	9.0
Chaux %	0.7	0.5	0.1	0.2	0.3	0.2	0.4	1.2	2.1
Potasse %	3.6	3.6	4.2	4.7	6.0	4.2	3.1	3.3	2.5
Acide sulfurique %	1.3	1.1	0.9	0.8	0.8	0.9	0.3	0.3	0.4
Chlore %	0.4	0.3	0.3	0.7	0.8	0.6	0.3	0.2	0.6
Pureté absolue	44.3	39.5	38.6	43.7	41.2	43.8	43.6	36.1	44.5

Les mélasses 8 et 9 sont des mélasses de carbonatation, les autres des mélasses de défécation.

Mélasses des îles Hawaï (Peck et Deerr)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Brix	86.0	84.4	89.9	86.5	93.9	91.2	93.5	84.9	84.6
Mat. sèche %	81.8	79.6	85.0	83.3	86.0	84.1	84.5	82.7	79.9
Polarisation	27.5	35.1	27.5	28.0	32.5	38.0	32.1	23.5	34.0
Saccharose %	31.7	36.9	31.9	33.3	38.1	49.3	35.9	30.4	31.6
Sucres réducteurs %	21.0	12.2	26.8	24.3	9.1	5.9	12.6	23.7	12.9
Cendres %	10.4	10.9	10.1	10.3	11.8	12.8	15.2	6.7	10.8
Azote %	0.3	0.3	0.3	0.2	0.6	1.0	0.6	0.6	0.5
Chlore %	2.5	2.1	1.9	2.0	2.6	3.0	3.0	0.8	2.5
Pureté A. solve	38.7	46.3	37.5	39.9	44.3	47.9	41.7	36.8	43.3

Mélasses de Louisiane (moyenne, d'après Browne)

Eau		20.00
Cendres : Silice, SiO ₂	0.50	
Potasse, K ₂ O	3.50	
Chaux, CaO	1.50	
Magnésie, MgO	0.10	
Ac. phosphorique P ₂ O ₅	0.20	
Ac. sulfurique SO ₃	1.60	
Chlore, Cl	0.40	
Soude, fer, Na ₂ O, Fe ₂ O ₃ , etc.	0.20	8.00
Sucres : Saccharose	32.00	
Glucose	14.00	
Lévalose	16.00	62.00
Mat. azotées : Albuminoïdes	0.30	
Amides	0.30	
(N total 0.5 %) Amino-acides	1.70	
Bases xanthiques	0.30	
Ac. nitrique	0.15	
Ammoniaque	0.02	
Autres matières azotées	0.23	3.00
Gommes solubles (xylane, arabane, pectines)		2.00
Acides libres (ac. mélassinique, glucinique, etc.)		2.00
» combinés		3.00
		100.00

Ci-après la composition comparative des mélasses de différents jets obtenues en Louisiane (d'après Browne) (1) :

	Mélasse première	Mélasse seconde	Mélasse troisième
Saccharose	53.60	41.70	31.70
Glucose	8.76	12.20	15.00
Lévalose	8.00	12.50	16.50
Albuminoïdes	0.20	0.25	0.38
Amides, etc.	0.94	1.50	2.00
Acides, gommes etc.	4.50	6.10	8.20
Cendres	4.00	5.35	6.30
Matière sèche	80.00	80.00	80.00

(1) Louisiana Exp. Sta. Bull. N° 91, 1907.

Reich (1) donne la composition ci-après pour divers types de mélasse :

	Mélasses de :			
	Cuba	Hawaï	High test	Betterave
Brix	82.70	86.30	84.30	86.80
Baumé	43.77	44.91	44.73	46.24
Densité 20/20	1.4328	1.4492	1.4437	1.465
Saccharose	35.53	27.89	16.93	4.43
Sucres invertis	15.77	15.55	58.33	—
Raffinose	—	—	—	1.38
Sucres totaux	51.30	43.44	75.26	49.71
Non-sucre	34.40	44.66	9.04	21.66
Cendres	9.50	12.91	1.93	10.95
Eau	17.30	14.90	15.70	14.20
<i>Cendres :</i>				
Potasse (K ₂ O)	43.91	29.55	49.20	57.01
Soude (Na ₂ O)	—	2.60	—	7.25
Chaux (CaO)	16.12	19.08	0.10	1.69
Magnésie (MgO)	—	11.35	—	0.59
Oxydes de Fe et d'Al (Fe ₂ O ₃ et Al ₂ O ₃)	1.53	0.45	—	—
Silice (SiO ₂)	3.78	3.08	—	—
Chlore (Cl)	—	1.27	—	2.78
Ac. sulfurique (SO ₃)	15.05	20.70	—	8.95
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	—	2.05	—	3.00

Enfin, Arroyo a trouvé pour des mélasses de Porto-Rico :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Brix	80.40	83.20	90.80	86.60	86.80	89.60	92.00	85.40	90.76
Saccharose	31.96	30.49	32.30	31.02	36.44	32.93	31.53	32.85	27.61
Sucres réduct	21.92	17.92	23.47	24.33	19.61	23.31	22.83	21.92	19.53
Cendres	7.86	7.61	9.68	7.31	7.34	10.57	9.86	7.34	12.90
Gommes	3.41	3.21	2.87	2.67	2.19	3.71	3.21	2.67	4.05
N total	0.94	0.66	0.48	0.62	0.72	0.45	0.54	0.44	0.55
P ₂ O ₅ total	0.15	0.11	0.09	0.10	0.13	0.08	0.11	0.09	0.14
pH	5.54	5.58	6.02	5.87	6.00	6.25	6.15	6.15	5.10

Sucres.

Contrairement aux mélasses de betteraves, qui renferment 45 % de saccharose en moyenne et n'ont pas ou seulement très peu de sucre réducteurs, les mélasses de canne, dont la densité varie habituellement entre 80 et 90° Brix (1.412 à 1.480), contiennent des quantités importantes de réducteurs.

La proportion de ceux-ci est d'ailleurs très variable. Elle dépend principalement de la quantité de sucres réducteurs existant dans la canne. Les méthodes de fabrication du sucre interviennent également : si l'on travaille en milieu acide (fabrication du sucre blanc), il se produit une inversion du saccharose, qui n'a pas lieu en milieu neutre ou légèrement alcalin.

La quantité des sucres réducteurs s'abaisse parfois au-dessous de 10 %, dans le cas des mélasses de cannes bien mûres, à faible coefficient glucosique. Elle

(1) Molasses distillers ; dried yeast. Sugar XL, N° 3, 26-28, 1945.

peut au contraire dépasser 35 %, lorsque les cannes n'ont pas atteint leur maturité ou ont subi un commencement d'altération. Elle est en moyenne de 20 - 25 %.

La proportion de saccharose est d'autant plus élevée que celle des sucres réducteurs est plus faible, du moins dans le cas des mélasses épuisées (1). Elle varie également entre 30 et 40 %.

On admet d'ordinaire qu'une mélasse peut être considérée comme commercialement épuisée, lorsque la pureté apparente, $Pol \times 100 : Brix \text{ apparent}$, est voisine de 30, et la pureté absolue ou réelle, $Sacch. \text{ réel. } \times 100 : Brix \text{ réel}$, voisine de 40. La pureté apparente ne fournit cependant que des indications peu précises car le rapport entre la polarisation et le saccharose % est extrêmement variable, l'activité optique des sucres réducteurs étant très faible ou même nulle dans certaines mélasses (mélasses de carbonatation de Java notamment) et élevée dans d'autres. La pureté des mélasses dépend essentiellement du rapport Réducteurs : Cendres, d'après Prinsen-Geerligs, et est autant plus grande que ce rapport est faible.

Les réducteurs des mélasses de canne sont constitués essentiellement par du glucose et du lévulose, en proportions qui ne sont pas égales comme dans le sucre interverti, mais inégales et variables selon la qualité de la canne mise en œuvre. On y trouve en outre de petites quantités de mannose et de réducteurs non fermentescibles que l'on a désignés sous le nom de *glutose*. Le mannose a été signalé notamment dans les mélasses d'Égypte par Pellet (2). Il atteindrait en moyenne 0,4 %, d'après L. de Bruyn et A. van Eeckeinstein.

Glutose. — Lobry de Bruyn et Alberda van Eeckeinstein (3) ont observé, dès 1897, que le monoses (glucose, lévulose, mannose) subissent, en présence des bases alcalines ou alcalino-terreuses, une transformation par laquelle se forme une petite quantité d'un hexose réducteur non fermentescible, qu'ils appelèrent « *glutose* ».

De nombreux auteurs ont identifié avec ce sucre la matière réductrice non-fermentescible que l'on a trouvée dans les mélasses de canne de diverses origines. Nous donnons ci-après quelques chiffres relatifs aux proportions de ces réducteurs (calculés en glucose % de mélasses) :

Origine	%
Égypte (Pellet et Meunier)	2.4
Queensland (Barker)	2.4
Hawaï	3.2
Demerara (Deerr)	3.0
Maurice (Boname)	3.0 à 8.
Martinique (Pairault)	1.0
Java (Waterman, La Bastide)	2.2 à 9.
Cuba (sirops invertis)	2 à 3.

Signalons que les mélasses de betterave renferment au plus 1 % de réducteurs infermentescibles.

Colthof (4), répétant les expériences de L. de Bruyn et A. van Eeckeinstein, n'a pu obtenir, en traitant les monoses fermentescibles par les bases, de substance réductrice unique et bien définie. Il considère en conséquence que le « *glutose* » est, non un corps chimique déterminé, mais un mélange de matières de constitution inconnue et sans doute très variable, comprenant des hexoses et des bioses, des acides glucique, saccharinique, etc. Ces conclusions ont été confirmées par Reindel et Frey (5), qui ont pu préparer, à partir du résidu in-

(1) Lorsque la fabrication du rhum se présente comme rémunératrice, on a généralement tendance à ne pas épuiser les mélasses, dont la composition est alors intermédiaire entre celle des sirops et des mélasses finales (Jamaïque, Antilles françaises).

(2) Pellet a également signalé la présence du raffinose dans les mélasses d'Égypte. Mais cette assertion n'a pu être confirmée par les autres auteurs.

(3) Rec. Trav. Chim. Pays-Bas XVI, 274, 1897.

(4) Biochem. Z. 191, 1931.

(5) Z. Spiritusind. LVII, 237, 1934.

fermentescible d'une mélasse du Natal, deux osazones différents. Ces auteurs ont aussi montré que l'infermentescibilité pouvait être due en partie à la présence de substances inhibitrices et à un taux de cendres élevé.

Selon Sattler et Zerban (1), le glucose de Lobry de Bruyn et d'Alberda van Eckenstein serait constitué par un mélange d'anhydride de fructopyranose et d'anhydride de difructopyranose, avec de petites quantités d'autres substances réductrices : anhydrides complexes du glucose, comparables au caramel, hydroxyméthylfurfurol, d - allulose (rencontré par les auteurs ci-dessus dans le « glucose » des mélasses de canne), etc.

Benedict, Dakin et West ont observé que le glucose est chimiquement inerte dans l'organisme humain et qu'il est excrété sans avoir subi de transformation. La levure ajoutée à un mélange de glucose et de phosphate de soude ne peut former d'hexosephosphate.

Les réducteurs infermentescibles des mélasses de canne résultent principalement de l'action de la chaux sur le glucose et surtout le lévulose, pendant la défécation du jus. Il se forme une série de produits de décomposition ayant un poids moléculaire élevé et des propriétés chimiques différentes. Certains de ceux-ci peuvent subir la fermentation après hydrolyse avec les acides dilués ; d'autres deviennent optiquement actifs, tandis que d'autres enfin sont transformées en matières humiques insolubles. Ce sont surtout la durée d'action et la concentration de la chaux qui influent sur la quantité de réducteurs infermentescibles (Müller) (2). D'après Waterman et van der Ent (3), ceux-ci, qui existaient déjà dans le jus de canne nouvellement exprimé, augmenteraient pendant la purification des jus, mais non au cours de l'évaporation et de la cuite. Leur formation est facilitée par l'élévation de la température et du pH. Le taux de réducteurs infermentescibles s'accroît aussi au cours de la conservation des mélasses, pendant les premiers mois suivant la fabrication (La Bastide).

Acidité.

Les mélasses ont une réaction légèrement acide, neutre ou légèrement alcaline. Le plus souvent, elles accusent 3-6 gr d'acidité en acide sulfurique par litre. Leur pH varie entre 4.5 et 7.5 (5-6 en moyenne). Les mélasses obtenues dans la fabrication du sucre blanc sont acides, et celles provenant de la fabrication du sucre roux à 96° de polarisation légèrement acides, neutres ou alcalines.

Les acides combinés se trouvent surtout sous forme de sels de potasse, de chaux et de magnésie. Les principaux acides minéraux sont les acides chlorhydrique, sulfurique (4), carbonique, phosphorique et nitrique.

Nelson a trouvé dans une mélasse de Cuba les acides organiques suivants :

Acide formique	0.097 %
» acétique	0.2 —
» aconitique	0.8 —
» lactique	0.5 —
» malique et citrique	petites quantités.

On y rencontre en outre des acides aminés (acide aspartique et acide glutamique) et des acides incristallisables de coloration foncée et de constitution mal connue : acides glucique, glycolique, mélassinique, saccharinique etc.

Balsh, Broeg et Ambler (5) ont relevé dans les mélasses blackstrap de diverses origines (Cuba, Louisiane, etc.) des proportions variables et souvent très élevées d'acide aconitique (0.96 à 6.13 % de matière sèche). Une partie de l'acide se trouve sous la forme d'un composé insoluble : les sédiments qui pro-

(1) The nature of glucose. Sugar XXXIX, N° 12, 28, 1944.

(2) Arch. Suikerind. Ned Indië XXVI, 348, 1918.

(3) Arch. Suikerind. Ned. Indië XXXIV, 942, 1926.

(4) Le soufre se rencontre aussi, dans les mélasses qui ont été épurées par sulfitation, sous forme de sulfites (de Ca, K, Na). Ceux-ci peuvent subir au cours de la fermentation une réduction donnant naissance à H₂S, ou une décomposition avec mise en liberté de SO₂. Ces gaz se combinent à l'alcool pour former des sulfures et sulfites d'éthyle, d'odeur très désagréable et qui déprécient l'eau-de-vie obtenue. L'odeur d'hydrogène sulfuré est parfois très perceptible dans les jus et sirops que l'on a laissés au repos pendant longtemps.

(5) Sugar XI, N° 10, 32, 1945.

viennent de la centrifugation des mélasses diluées contiennent en effet de 16 à 35 % d'acide aconitique. La variabilité du taux de cet élément dans les mélasses dépend sans doute de la teneur primitive de la canne en acide aconitique, qui n'est éliminé qu'en faibles proportions au cours de la fabrication du sucre et passe presque entièrement dans la mélasse.

Takei et Imati ont isolé de l'extrait éthéré des mélasses de Formose les acides acétique, butyrique et benzoïque, ainsi qu'un autre acide volatil non identifié, ayant le parfum caractéristique de la mélasse. Par traitement à la soude diluée, cette dernière matière aromatique était complètement détruite. Dans la portion neutre de l'extrait éthéré, les mêmes auteurs ont trouvé le *stigmastérol* $C_{27}H_{48}O$ et l'acide *syringique* ou *ac. diméthylgallique*, de formule $(CH_3 - O)_2 = C_6H_3(OH)_2 - CO_2H$.

Les acides glucique, glycolique, mélassinique, saccharinique résultent de l'action de la chaux sur le glucose et le lévulose au cours de l'épuration du jus. Ils sont très peu stables. L'acide glucique, par exemple, qui a comme formule, d'après Nelson et Browne (1), $HOCH_2 - CH(OH) - CO_2H$ (acide β -hydroxy erythrique), s'oxyde facilement au contact de l'air, en donnant des acides formique et acétique. Le taux d'acide formique peut atteindre un chiffre important dans certains cas : jusqu'à 0.154 % dans les mélasses de Cuba et 0.791 % dans celles de raffinerie, d'après Zerban (2).

Les acides acétique et lactique proviennent aussi de l'action de la chaux sur les sucres, tandis que les acides aconitique, malique et citrique préexistent dans le jus de canne.

A signaler enfin qu'au cours de la conservation des mélasses, il peut se produire des infections par les bactéries et les moisissures, donnant naissance à des acides variés : acides oxalique, citrique et butyrique notamment.

Matières minérales.

Le taux des matières minérales des mélasses finales est en général de 8-10 % (10 à 12 % de matière sèche). Il peut s'élever, dans les pays à climat sec, à 15 % et s'abaisser, lorsque la mélasse est mal épuisée, à 5 %.

La concentration saline des mélasses est donc en moyenne 3 ou 4 fois plus élevée que celle du vesou (2 à 4 % de matières sèches). L'équilibre des éléments minéraux est aussi sensiblement différent dans ces produits. Au cours de l'épuration des jus, certains éléments sont, en effet, éliminés en majeure partie : tel est le cas pour l'acide phosphorique, la silice, l'alumine, le fer et le manganèse, dont plus de 80 % sont précipités. D'autres ne sont pas atteints et passent entièrement dans les mélasses : potasse, soude, acide chlorhydrique. D'autres enfin augmentent en valeur absolue, par l'apport des réactifs utilisés : chaux et, dans le cas de l'épuration par sulfitation, acide sulfurique. A titre d'exemple, nous reproduisons ci-après les résultats obtenus par Fort, (3), en Louisiane, en clarifiant à pH 7 les jus mélangés par les procédés de la défécation et de la sulfitation :

Matières	Jus brut		Jus clarifié par :			
			défécation à la chaux		sulfitation et chaulage	
	% mat. sèche	% cendres	% mat. sèche	% cendres	% mat. sèche	% cendres
SiO ₂ . . .	0.360	7.95	0.075	1.88	0.066	1.60
P ₂ O ₅ . . .	0.429	9.47	0.056	1.40	0.035	0.85
SO ₂ . . .	0.731	16.14	0.693	17.37	0.750	18.16
CaO . . .	0.219	4.83	0.288	7.22	0.383	9.27
MgO . . .	0.236	5.21	0.175	4.39	0.210	5.08
Fe ₂ O ₃ . . .	0.026	0.57	0.0018	0.045	0.017	0.041

(1) J. Amer. Chem. Soc. LI, 830, 1929.

(2) J. Ass. Off. Agr. Chem. XV, 355, 1932.

(3) Facts ab. Sugar. XXIX sept. 1939, 34.

La composition minérale des mélasses est très variable. Ci-après quelques analyses des cendres de mélasses de divers pays (% de cendre).

Matières	Cuba	Queensland		Maurice	Louisiane (Browne)	
	(Horne)	(Behne)		(de Sornay)	Sulfitation	Carbonatation
SiO ³	3.21	1.86	6.60	5.09	4.12	4.10
Fe ² O ³	0.85	0.50	0.50	1.34	0.35	0.47
Al ₂ O ₃		0.18	0.68	—	0.30	0.30
MnO	—	0.05	0.09	—	—	—
CaO	9.60	10.27	16.58	16.80	6.47	8.53
MgO	0.56	5.45	11.37	10.85	4.29	2.66
K ₂ O	28.34	37.48	41.78	26.66	49.48	50.16
Na ₂ O	2.95	0.60	3.03	1.95	0.89	0.32
Cl	10.32	12.50	16.64	19.55	14.00	4.59
CO ₂	24.18	2.62	13.22	0.60	7.49	15.78
SO ₂	9.86	3.66	9.59	14.64	10.79	11.18
P ₂ O ₅	6.06	1.53	8.50	2.52	3.71	0.91

Prinsen-Geerligs a trouvé pour diverses mélasses de Java (% de mélasse) :

Cendres totales	5.79	6.23	5.00	7.80	8.35	8.97
Carbonate de K	2.20	2.76	1.69	3.45	3.51	2.70
Sulfate —	1.65	0.80	0.47	0.47	0.17	0.46
Chlorure —	0.74	0.10	1.00	0.42	0.38	0.65
— de Na	0.21	0.49	0.19	0.53	0.12	0.19
Carbonate de Ca	0.40	0.71	0.24	0.91	1.08	3.80
Sulfate —	—	0.35	0.11	0.35	0.52	0.12
Carbonate de Mg	0.40	0.23	0.37	0.09	0.25	0.25
Phosphate de Ca	0.05	0.40	0.38	0.37	0.83	0.15
Silice	0.44	0.49	0.55	1.21	1.49	0.45

Matières azotées.

Les matières azotées (N x 6.25) des mélasses varient généralement entre 1.5 et 5 %.

Elles sont constituées surtout par des amino-acides (acides aspartique, glutamique, etc.) résultant de l'hydrolyse des nucléo-protéines du vesou et de la transformation des amides en acides aminés sous l'action de la chaux (l'asparagine est notamment transformée en acide aspartique). Au cours de l'épuration des jus, la plus grande partie des matières albuminoïdes est coagulée et éliminée ; les autres principes azotés sont peu ou pas affectés. Farnell (1) a trouvé dans des mélasses du Natal, 0.054 % de matières azotées colloïdales (albuminoïdes) pour 1.32 à 2.52 % de matières azotées totales, et dans des mélasses de Maurice : 0.048 à 0.198 de matières azotées colloïdales, pour 2.11 à 4.88 % de matières azotées totales. Le rapport entre l'azote albuminoïde et l'azote total variait d'ailleurs dans de très larges limites, suivant les échantillons (1 à 12 %).

Une petite quantité d'azote se trouve aussi sous forme minérale : N ammoniacal (traces) et N nitrique. Pellet et Müller (2) ont dosé dans les mélasses d'Egypte 0.47 % de nitrate de potasse, correspondant à 0.02 % de cannes manipulées.

(1) Int. Sug. J. XXVII, 254, 1925.

(2) Int. Sug. J. XIII, 493, 1911.

Matières colorantes et cires.

La chlorophylle est éliminée au cours de la défécation. Les autres matières colorantes des jus (anthocyanine, saccharétine, tannin) subissent diverses transformations ; le procédé de la sulfitation en élimine une quantité plus grande que la défécation à la chaux. Enfin, il se forme au cours de la fabrication, par l'action de la chaux sur les sucres, des matières de coloration foncée (comparables à celles qui prennent naissance dans la préparation du caramel), lesquelles donnent à la mélasse une couleur brune plus ou moins prononcée.

Le chaulage élimine la plus grande partie des cires et matières grasses du vesou, qui se retrouvent dans les boues de presse. Une certaine quantité passe cependant dans la mélasse, tandis qu'une autre se dépose sous forme de savons calciques dans les tubes des caisses d'évaporation (incrutations). Farnell a trouvé de 0.1. à 0.26 % de cire dans des mélasses de Natal et de Trinidad.

Gommes et divers.

Les pentosanes et les matières pectiques des jus échappent pour la plus grande partie à l'action des agents d'épuration. La sulfitation et la carbonatation en élimineraient une certaine quantité, mais le chaulage très peu. Farnell a trouvé de 0.14 à 0.46 % de pentosanes dans les mélasses de Natal et de Maurice. Dans 3 mélasses de Trinidad, le même auteur a dosé 0.55 - 0.72 de pentosanes et 0.33 - 0.70 de pectines (en pectate de chaux) % Brix. Suivant Browne, les gommes des mélasses seraient constituées en grande partie par des pectines.

Les pentosanes que l'on trouve habituellement dans les mélasses sont l'arabane et la xylane. Comme autres substances susceptibles d'être accidentellement rencontrées, on peut citer la dextrane, la lévulane, la cellulane, la mannane et la galactane.

La *dextrane* apparaît assez souvent dans les cannes gelées ou attaquées par les insectes (Browne), les jus ayant subi la fermentation gommeuse (*Leuconostoc*), etc. Par suite de son pouvoir rotatoire élevé (+200°), elle introduit une importante cause d'erreur dans la polarisation des jus et des mélasses.

La *lévulane* résulte de l'activité de divers bactéries, et notamment du *Bacillus leviformans*. Elle fournit, par hydrolyse avec les acides, du lévulose, tandis que la dextrane donne du glucose.

La *cellulane* a été trouvée par Browne en Louisiane. Elle se forme dans certaines fermentations des jus et des mélasses. Elle se présente sous l'aspect de gros grumeaux membraneux, insolubles dans la soude caustique (ce qui la différencie de la dextrane). Traitée par la soude à chaud, elle donne un produit présentant les réactions de la cellulose, et, hydrolysée par les acides, elle se transforme en glucose.

La *mannane* se rencontre parfois dans les dépôts sédimentaires des jus et mélasses fermentées. Elle donne du mannose par hydrolyse avec les acides.

Une gomme du type *galactane* ou *galacto-xylane* a été trouvée en quantités importantes par Gupta, Sen et Watson (1) dans les mélasses obtenues dans la fabrication du *gur* (sucre brun produit dans l'Inde par les méthodes indigènes). Elle est très résistante à l'hydrolyse par les acides et fournit par oxydation une grande quantité d'acide mucique. Elle possède des propriétés réductrices prononcées et introduit par suite une cause d'erreur dans l'analyse des sucres réducteurs. C'est à cette cause que les auteurs ci-dessus attribuent le rendement alcoolique défectueux des mélasses examinées par eux. La galactane n'existe pas normalement dans les mélasses (Farnell).

Enfin, Browne a rencontré dans les écumes qui se forment à la surface des mélasses de Louisiane conservées en bacs des quantités relativement élevées de *chitine*. Ce corps, qui paraît avoir une origine fongique, donne par hydrolyse avec HCl, de la glucosamine $C_6H_{13}NO_5$.

(1) J. Soc. Chem. Ind. XLIII, 291, 1924.

Ces écumes renferment en outre une proportion importante d'une matière grasse dont la composition se rapproche de celle du beurre de vache. Elle est cependant plus acide que le beurre frais et présente une prédominance d'acides solubles (acide caproïque et caprylique).

Un échantillon d'écumes offrait, après élimination de la mélasse, la composition centésimale suivante : eau 10, chitine 11.30, pectines 31.61, graisses 27.50, cendres 5.58, indéterminés 14. Au cours de la distillation, les graisses se décomposent en donnant de l'acroléine et d'autres produits indésirables qui gâtent l'eau-de-vie obtenue. Il est vraisemblable que la qualité inférieure des rhums fournis par certains types de mélasses est due à la présence dans celles-ci de matières grasses (Owen). L'élimination des écumes qui se forment à la surface des mélasses au cours de leur conservation est en conséquence à conseiller.

On rencontre aussi assez fréquemment dans les mélasses un alcool hexatomique la mannite, $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CH}(\text{H})-\text{CH}_2\text{OH})_4$, qui se forme dans diverses fermentations, et notamment dans celle provoquée par le *Leuconostoc*, par réduction du sucre interverti. La quantité de mannite varie d'ailleurs rapidement, ce produit étant attaqué par de nombreuses bactéries.

Conservation des mélasses.

Le stockage et la manutention des mélasses étaient effectués autrefois d'une façon défectueuse. Pairault écrivait au début du siècle :

« Dans les sucreries qui les produisent, ces mélasses sont conservées le plus souvent dans de grands bassins en maçonnerie creusés dans le sol et non couverts. Ces mélasses sont ainsi exposées à toutes les poussières de l'usine ; de plus, il est fréquent que des rats (sans parler des nombreux insectes) y tombent et y trouvent la mort ; le fait est même arrivé plus d'une fois pour des animaux plus volumineux. Puisée dans ces bassins, la mélasse est introduite dans les boucauts (fûts de 500 litres), qui servent à son transport et dont le nettoyage intérieur est presque toujours insuffisant. A leur arrivée dans les rhumeries des villes, les fûts sont roulés sur le sol poussiéreux et amenés par des hommes spéciaux sur des dépôts formés par des madriers disposés à claire-voie au-dessus d'une fosse semblable à celle de l'usine. La poussière amenée par les fûts et les pieds des hommes tombe dans la mélasse. Du sirop se répand sur les poutres, y forme un enduit visqueux épaissi par la poussière, des moisissures croissent sur le tout, mais personne ne s'en soucie. »

A l'heure actuelle, les mélasses sont généralement conservées dans des « tanks » en tôle, ayant la forme de cylindres verticaux ou horizontaux et dont la capacité peut varier de 100.000 à plus de 1.000.000 de litres.

A Java, certaines usines, en vue de rendre plus faciles le transport et la manutention, font des mélasses solidifiées. La mélasse, diluée avec de l'eau de façon à marquer 70° Brix environ, est introduite, après avoir été chauffée et écumée dans une caisse à vide. Elle est concentrée jusqu'à ce qu'il en reste plus que 6 % d'eau environ. Le contenu de la caisse est alors coulé et reçu dans des paniers de bambou garnis de nattes, où il se prend en une masse dure et cassante. La mélasse ainsi préparée subit souvent des modifications de composition, qui en diminuent la valeur comme matière première de distillerie. Il se produit au cours de la préparation des pertes relativement importantes de matière sèche. Les sucres réducteurs se transforment partiellement en non-sucre organique par polymérisation, et cela d'autant plus que la température est plus élevée.

Même stockée dans d'excellentes conditions, la mélasse subit, au cours de sa conservation, une inversion progressive du saccharose et une diminution des sucres totaux. Faibles si le produit, normalement concentré (50 % de sucres totaux environ), est conservé à une température modérée, voisine de 30°, les pertes peuvent dans certains cas atteindre des proportions élevées.

La Bastide (1), à Java, examinant des mélasses à leur réception et après

(1) Arch. Suikerind. Ned Indië XXXVIII, 701, 1930.

des intervalles de 4-5 mois et de 9-10 mois, a observé : une réduction de la polarisation et du taux de saccharose (en moyenne 0,23 % après 4 mois et 0,80 après 10 mois), une diminution des sucres réducteurs fermentescibles (0,58 % après 4 mois et 1,21 % après 18 mois) et une augmentation des réducteurs non fermentescibles, qui passèrent en moyenne de 3,42 % à 3,99 au bout de 4 mois et à 4,21 % après 10 mois. Les mélasses obtenues par les divers procédés d'épuration (défécation, sulfitation ou carbonatation) se comportaient d'une façon pratiquement semblable.

Koffler (1), à Cuba, a aussi constaté une inversion progressive du saccharose, dont le taux moyen passa de 37,75 à 34,48 % au bout du 7^e mois, une diminution du Brix (1²), un abaissement du pH (passé de 5,92 à 5,23 après 7 mois) et une accentuation très sensible de la coloration. Le taux de glucose n'augmentait pas parallèlement à l'inversion du saccharose, de sorte qu'il y avait finalement une perte en sucres totaux.

Browne a suivi, pendant 21 ans, les variations de composition survenues dans deux échantillons de mélasse de Cuba. Ci-après, les résultats obtenus par l'auteur pour l'une de ces mélasses :

Date de l'analyse	Pol.	Saccharose	Réducteurs	Réducteurs totaux
Avril 1914	+ 24 86	31 30	19.10	52.54
Octobre 1914	+ 23 54	30.73	18.74	51 09
Mai 1915	+ 22 33	30 00	18.19	49.77
Avril 1916.	+ 21.34	29 74	18 84	50.14
Septembre 1917	+ 19.80	28.45	19.93	49.88
Août 1918.	+ 18.26	25.81	20.66	47 83
Août 1921	—	24.93	20.93	47 17
Janvier 1923.	—	25 13	21.07	47 52
Juillet 1927	+ 11.84	20 98	21 00	43.08
Mars 1928.	—	18 94	21 50	41 44
Mars 1935.	+ 6.4	12 61	23.57	36.84

D'autre part, le taux du non-sucré organique de la mélasse ci-dessus atteignait, en 1927, 34,68 % de matière sèche, alors que dans les mélasses ordinaires de Cuba, il est seulement de 12,38 % en moyenne. Les amino-acides avaient disparu et la coloration était devenue progressivement de plus en plus foncée.

A côté de cette diminution lente de la richesse saccharine, on a signalé des cas de détérioration beaucoup plus brutaux, la mélasse subissant une décomposition spontanée, avec élévation de la température et dégagement de gaz.

Prinsen-Geerligs décrit comme suit le phénomène, connu sous le nom de *fermentation écumeuse* :

« Au cours du refroidissement des masses cuites de basse pureté, la surface se gonfle et parfois crève, une écume noirâtre filtrant à travers les crevasses. Cette écume couvre bientôt toute la surface, s'élevant continuellement et parfois débordant du bac. Des gaz à odeur très désagréable et à réaction acide se dégagent. Dans le cas des mélasses finales, qui ne forment pas de croûte superficielle cristallisée, la masse entière se met à écumer à partir du fond, mais le phénomène revêt par ailleurs le même aspect que pour les masses cuites... »

Le phénomène s'accompagne d'un fort dégagement de chaleur, la température pouvant s'élever à 100°. L'émission de gaz, formés par un mélange de CO₂, d'acide formique, d'acide acétique et de fumées âcres de composition inconnue, est parfois assez violente pour donner lieu à des projections de matière. Au bout de quelques jours, la masse peut être transformée, en partie

(1) Int. Sug. J. XL 106, 1938.

ou même entièrement, en une matière charbonneuse, dure et poreuse, ressemblant à du sucre carbonisé.

Des cas de cette nature ont été signalés particulièrement en Egypte, affectant les mélasses stockées dans les sillos creusés dans le sol (Habif, Neuville). Un échantillon de mélasse carbonisée, examiné par Habif (1), avait la composition suivante :

Eau	6.64
Polarisation	1.00
Glucose	0.76
Cendres	19.40
Matières organiques	72.20

Prinsen-Geerligs cite aussi des exemples d'éclatement de caisses à vide, au cours de la préparation de mélasses solidifiée à Java, par suite de décomposition spontanée au cours de la concentration.

Une forme plus atténuée de fermentation écumeuse est caractérisée par une production de CO_2 qui non seulement produit des écumes à la surface, mais encore forme des poches plus ou moins profondes à l'intérieur des réservoirs de mélasse. Il se forme parfois des dépôts granuleux d'une matière charbonneuse analogue à celle indiquée ci-dessus. Dans le cas des sirops et mélasses de table conservés en boîtes fermées, la pression exercée par le gaz carbonique peut être suffisante pour provoquer l'éclatement des récipients (Browne).

Il a été reconnu depuis longtemps que la fermentation écumeuse des masses cuites et des mélasses était due, non à l'activité de microorganismes, mais à des réactions purement chimiques.

Prinsen-Geerligs a émis l'hypothèse qu'elle était provoquée par la décomposition spontanée des produits instables résultant de l'action de la chaux sur les sucres, et plus particulièrement sur les sucres réducteurs, au cours de la clarification des jus. Browne a attribué un rôle tout spécial à l'acide glucique, dont le sel de chaux absorbe facilement l'oxygène de l'air en produisant de l'acide formique et d'autres produits, avec un fort dégagement de chaleur. Sous sa forme cristalline, cet acide peut se sublimer partiellement par l'action de la chaleur, pour donner finalement des composés de coloration foncée, riches en carbone. En présence des impuretés organiques, il se décompose spontanément.

On a suggéré que la réaction entre les amino-acides et les sucres réducteurs, qui donne naissance à des composés très instables (Maillard), pouvait également intervenir dans la décomposition spontanée des mélasses. Ce phénomène serait toutefois secondaire et limité aux débuts de la décomposition, d'après Browne, la transformation continuant à s'opérer après disparition des acides aminés.

La détérioration lente des mélasses au cours de leur conservation est généralement considérée comme une forme ralentie de fermentation écumeuse (Prinsen-Geerligs, Browne).

Les principales causes qui favorisent cette dernière paraissent être la forte concentration des mélasses et les températures élevées au cours de la fabrication et de la conservation. Neuville (2) signale, par exemple, que des mélasses à 93.35 Brix, obtenues dans une sucrerie d'Egypte en 1938, subirent une décomposition particulièrement rapide, tandis que d'autres ayant la même origine, mais dont le Brix atteignait seulement 90°, se conservèrent sans aucune altération. A Java, on considère que la température pendant la fabrication des mélasses solidifiées ne doit pas dépasser 75°, sous peine de risques de décomposition spontanée. D'après Honig (3), si au cours de leur conservation les mélasses stockées à 30-35°C subissent une diminution de 2-3 % des sucres fermentescibles par année, une élévation de température de 10° suffirait à quadrupler les pertes dans certains cas. Il est conseillé en conséquence de refroidir les mélasses avant de les envoyer dans les tanks de conservation et de peindre ceux-ci en blanc pour réduire l'absorption de chaleur.

(1) Bull. Ass. Chim. LIV, 809, 1937.

(2) Proc. 6. Cong. Int. Soc. Sugar Cane Techn. 971, 1939.

(3) Proc. 5 Cong. Int. Soc. Sugar Sane Techn. 228, 1935.

Dans certains cas cependant, la réduction de la richesse saccharine des mélasses, laquelle s'accompagne parfois de modifications diverses de la saveur et de l'odeur (mélasses sures ou aigres, moisies, etc.), est due à l'intervention de ferments. Ashby, à la Jamaïque, a trouvé une levure sauvage (*Torula*) susceptible de faire fermenter des mélasses à 90° Brix. Tempany a constaté l'intervention de bactéries et moisissures dans le surissement des mélasses des Petites Antilles. Owen, Church, Hucker et Pedersen ont rencontré dans les mélasses de nombreuses levures, bactéries et moisissures, dont certaines attaquent les sucres à des concentrations relativement fortes.

Quelques moisissures (surtout *Aspergillus repens*) sont capables de déterminer l'inversion du saccharose dans des solutions de 65 et même 70° Brix (Owen, Van Der Bijl). Par contre, les bactéries n'exerceraient une action appréciable qu'à des concentrations inférieures à 60° Brix. Il en serait de même, suivant Owen (1), de la plupart des *Torula* rencontrées dans les mélasses et dont l'activité se limiterait surtout à la destruction des sucres invertis. Ce dernier auteur donne l'exemple suivant des modifications subies par une mélasse première de Cuba, diluée à 71° Brix etensemencée avec une *Torula* :

	Mélasse primitive	Après 2 semaines
Brix réel	71.30	68.39
Pol. directe	49.60	52.00
Saccharose Clerget	54.65	49.96
Sucres réducteurs	11.49	6.50
Sucres totaux	66.14	56.46
Nombre de <i>Torula</i> par gr.		2.080.00

Dans les conditions normales de conservation, les pertes résultant de l'action des divers ferments sont généralement de peu d'importance. Il peut bien y avoir absorption, à la surface des mélasses, d'une quantité d'humidité assez grande pour permettre le développement des moisissures et la production consécutive d'une certaine quantité d'acides oxalique et citrique, mais la couche de mélasse attaquée reste habituellement très mince et ne représente qu'une partie minime du volume total.

Il en est tout autrement lorsque les réservoirs restent ouverts à l'air libre ou sont constitués par des fosses creusées dans le sol. En ce cas, par suite de l'apport d'eau de pluie, la dilution de la mélasse peut être telle que les bactéries butyriques soient capables de se développer et de donner naissance, si le stockage se prolonge, à des quantités importantes d'acide butyrique.

Pour réduire les pertes de sucre provoquées par les microorganismes et empêcher la production de principes aromatiques désagréables qui peuvent passer ensuite dans le rhum, il importe en conséquence de concentrer suffisamment les mélasses (85-90° Brix) et de les enserrer dans des réservoirs fermés. Les bacs, conduites et tanks à mélasse devront être convenablement désinfectés.

Valeur comme matière de fermentation

La valeur des mélasses comme matière première pour la production du rhum est très variable et, en général, sensiblement inférieure à celle des jus de canne.

Au cours de la fabrication et pendant la conservation ultérieure des mélasses, les sucres subissent en effet des transformations chimiques ou biochimiques, qui les rendent moins facilement fermentescibles (substances caraméliformes, glucose) ou aboutissent à la production de substances (acides formique, butyrique, oxalique, etc.) constituant, à des doses un peu fortes, des poisons pour la levure.

D'autre part, le taux de cendres, souvent très élevé, peut gêner le fonctionnement des levures, ainsi que l'ont constaté divers auteurs (Reindel et Frey (2), Arroyo, etc.). L'équilibre des matières minérales, où dominent les sels de potasse et de chaux et qui dans certains cas (cannes provenant de terrains

(1) Sugar XXXVIII, N° 9, 22, 1943.

(2) Z. Spiritusind. LVII, 237, 1934.

salés) sont très riches en chlorure de Na, laisse parfois beaucoup à désirer. Il est certainement des cas où les moûts de mélasse ne constituent pas une solution physiologiquement équilibrée. (1)

Les mélasses convenant le mieux pour la production du rhum sont celles qui ont un poids spécifique et des taux de sucres, d'azote et d'acide phosphorique élevés, en même temps qu'une faible quantité de cendres et de gommés. L'arôme a aussi une grande importance, la présence d'odeurs et de saveurs désagréables affectant l'eau-de-vie. Les mélasses fraîches produisent toujours un meilleur rhum que celles qui ont été conservées pendant longtemps. Les mélasses anciennes ont une viscosité plus grande et donnent assez souvent une écume noirâtre, qui s'accompagne généralement d'une importante diminution dans le rendement alcoolique.

Arroyo donne les exemples suivants de mélasses présentant des qualités différentes au point de vue de la fermentation rummière.

	Excellente	Bonne	Médiocre
Brix	87.60	85.40	88.20
Saccharose	36.44	31.30	34.61
Sucres réducteurs	19.61	19.96	13.50
Sucres totaux	57.97	52.91	49.93
Cendres	7.31	9.35	11.57
N total	1.10	0.60	0.45
P ₂ O ₅ total	0.19	0.09	0.21
Gommés	2.00	2.55	3.75
pH	5.50	5.70	6.20
Rapport Sucres totaux : Cendres . .	7.93	5.65	4.31
» P ₂ O ₅ : N	0.17	0.15	0.47
» Gommés : Sucres totaux . .	0.03	0.05	0.08
Arôme (par distillation à la vapeur) .	Excellent	Bon	Indifférent

Ces mélasses ont donné, dans 3 essais de fermentation à des concentrations différentes, les résultats ci-après :

	Mélasse 1			Mélasse 2			Mélasse 3		
	a	b	c	a'	b'	c'	a''	b''	c''
Brix initial	15.00	18.00	20.00	17.00	19.80	22.50	18.00	21.00	24.50
Sucres totaux (gr. par 100 cc.)	10.87	12.76	14.78	10.87	12.76	14.78	10.87	12.76	14.78
pH initial	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
Durée de la fermentation (h.)	25.50	30.00	30.00	30.00	36.00	40.50	36.00	42.50	48.00
Brix final	4.30	5.50	6.20	6.80	7.90	9.20	8.90	9.85	11.80
pH final	4.85	4.90	4.97	4.85	4.80	4.90	4.80	4.87	4.85
Sucres résiduels (gr. par 100 cc.)	0.56	0.60	0.67	1.02	1.18	1.37	1.67	2.33	3.00
Atténuation	10.70	12.50	13.80	10.20	11.90	13.30	9.10	11.15	12.70
Alcool en vol. %	6.35	7.50	8.80	6.05	7.20	8.15	5.60	6.30	7.00
Alcool % sucres tot.	46.09	46.45	47.00	43.97	44.51	43.50	40.68	38.99	37.39
Rendement alc.	94.93	95.67	96.80	90.56	91.67	89.59	83.78	80.30	77.01

Selon Arroyo, une mélasse peut être considérée comme excellente, lorsque le quotient sucres totaux : cendres est égal ou supérieur à 6.5/1 ; comme bonne, lorsqu'il est situé entre 6.5/1 et 4.5/1, et comme très médiocre, quand il est inférieur à 4.5/1. Les matières azotées sont en quantité suffisante, si le taux d'N total atteint 1 % de la mélasse en poids ; au-dessous, il importe d'ajouter du sulfate

(1) On désigne ainsi une solution dans laquelle les propriétés toxiques que possèdent les différents sels, s'ils étaient seuls, sont neutralisées par la présence d'autres sels antagonistes. Le type des solutions physiologiquement équilibrées est l'eau de mer.

d'Am. Quant à l'acide phosphorique, sa dose optima est comprise entre 0.2 et 0.25 % (en P_2O_5). Le rapport $P_2O_5 : N$ doit être environ de 1/5 ; un excès d'acide phosphorique par rapport à l'azote gêne considérablement la bonne marche de la fermentation.

La richesse des mélasses en microorganismes est généralement comprise entre 10 et 25 % de celle du jus de canne. Ces microorganismes sont représentés par des bactéries (des groupes *subtilis*, *mesentericus* et *butyricus* principalement), des moisissures et des levures (généralement du type *Torula*).

Suivant Church, la quantité de bactéries existant dans les mélasses à la sortie des centrifuges peut varier entre 10 et 2.000 par gramme, tandis que les spores de champignons-moisissures atteignent au moins 40.000 et dans certains cas jusqu'à 200.000. Owen a constaté que, dans les mélasses finales, le nombre des microorganismes est susceptible d'atteindre un maximum de 100.000 par gramme.

Certaines bactéries des jus de canne peuvent résister à l'état de spores aux températures élevées de la fabrication du sucre et se retrouvent ensuite dans les mélasses, mais la plupart des microorganismes rencontrés proviennent d'infections au cours du turbinage des sucres, de la manipulation et surtout de la conservation des mélasses.

Ces microorganismes ne jouent généralement qu'un rôle peu important dans la fermentation alcoolique des moûts, le taux de dilution de la mélasse étant assez grand pour ramener leur concentration à un faible chiffre d'une part, et l'acidification des moûts contrariant leur développement d'autre part.

Pour réaliser de bonnes conditions pour la fermentation alcoolique, il importe de diluer convenablement les mélasses, d'acidifier et d'ensemencer les moûts. L'addition de sels nutritifs, et notamment de sels ammoniacaux, peut être avantageuse dans certains cas, ainsi que l'élimination d'une partie des cendres et des matières (acides organiques, gommés, etc.) gênant le développement de la levure. Les mélasses présentant de grandes variations de composition, des essais seront nécessaires dans tous les cas pour préciser le meilleur traitement à appliquer.

Sirops.

Les sirops sont des jus de canne concentrés, généralement après défécation à la chaux.

On utilise cette matière première, sur une petite échelle d'ailleurs, pour obtenir des rhums de qualité particulière, dépourvus du goût « vesouté » des eaux-de-vie de jus de canne et possédant un bouquet plus fin que les rhums de mélasse. Il arrive aussi, lorsque les cours du sucre sont faibles, qu'il soit plus avantageux de produire des sirops en vue de l'exportation et comme matière première pour les industries biochimiques. C'est ce qui a eu lieu, au cours de la crise sucrière, à Cuba, où il a été fabriqué, sous le nom de *high test molasses*, des quantités importantes de sirops de canne pour l'expédition sur les Etats-Unis.

Préparation.

Vesou cuit. — Le vesou cuit est du jus de canne que l'on soumet à une ébullition rapide de quelques minutes, de façon à avoir une densité finale de 1100 environ. Pendant l'ébullition, le jus est soigneusement écumé. Ce produit est encore parfois préparé aux Antilles françaises, en vue d'obtenir un rhum spécial destiné uniquement à la consommation de quelques amateurs.

Gros sirop. — On désignait autrefois sous le nom de *gros sirop* le liquide sirupeux, de coloration foncée, provenant de l'égouttage des sucres bruts obtenus par évaporation à feu nu du jus de canne.

Cette évaporation était faite dans une batterie de 5 chaudières, disposées en ligne sur un massif en maçonnerie et chauffées à feu nu. L'ensemble portait le nom d'*équipage* ou de *batterie*. Les dimensions de ces chaudières, générale-

ment en fonte et de forme hémisphérique, diminuaient de la première à la dernière. La première, dite *la grande*, placée à la partie la plus éloignée du foyer, servait à effectuer la défécation du vesou. Le jus, après addition d'une petite quantité de chaux ou de cendres et après enlèvement des écumes, était transvasé au moyen d'un seau muni d'un long manche dans la seconde bassine, appelée *la propre*. Il se produisait encore dans celle-ci une certaine quantité d'écume que l'on rejetait dans la *grande*. Le sirop provenant de la *propre* recevait dans la 3^e chaudière, ou *flambeau*, une quantité supplémentaire de lait de chaux, si sa limpidité laissait à désirer, puis était amené dans la 4^e chaudière ou *sirop* à une concentration déterminée. La cuisson était terminée dans la 5^e chaudière, ou *batterie*. « Le nom batterie, dit le P. Labat, est dû à ce qu'on est obligé d'agiter fortement à grands coups d'écumoire, pour l'empêcher de déborder ».

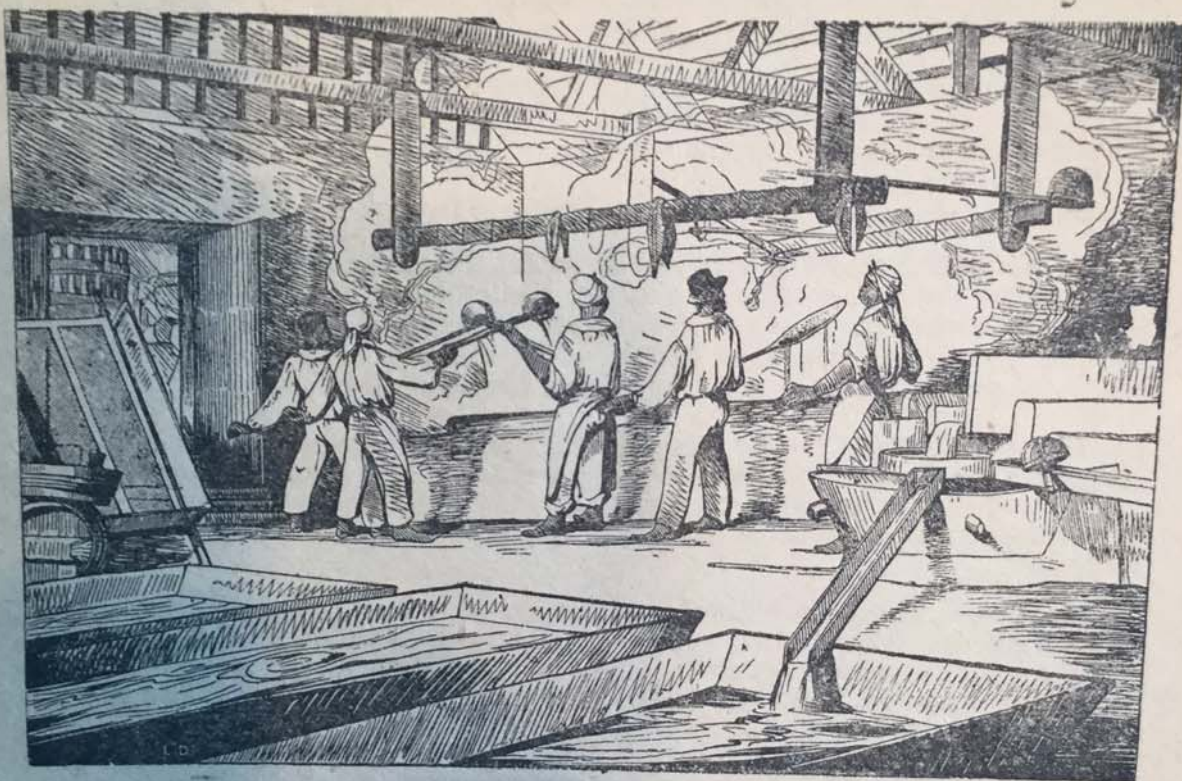


FIG. — Batterie du P. Labat et rafraichissoirs (Martinique XIX^e siècle).

On trouvait d'ailleurs dans les divers pays sucriers diverses modifications du modèle ci-dessus, connu aux Antilles françaises sous le nom de *batterie du P. Labat*, bien qu'il fut antérieur à l'arrivée de ce religieux aux Antilles.

Dans *l'équipage de la Jamaïque*, par exemple, les chaudières hémisphériques, généralement au nombre de 3, étaient précédées par un récipient rectangulaire et peu profond, placé à un niveau plus élevé que les chaudières et qui servait de défécateur.

Le *Concretor*, qui a été utilisé dans certains pays, était constitué par un long plateau (110 m. environ), muni de cloisons partant alternativement de chaque côté opposé. Le plateau était légèrement incliné sur son axe, de manière à ce que le jus, reçu à la partie antérieure, coulât en jet continu sur une faible épaisseur, jusqu'à l'extrémité de l'appareil. Sous le plateau, se trouvait un fourneau, mais contrairement à la disposition des autres batteries, c'était la partie recevant le jus cru qui était disposé au-dessus du foyer. Le sirop arrivant au bas de l'appareil entraînait dans un cylindre tournant, chauffé par la vapeur provenant du vesou. Dans certaines régions, l'appareil était réduit au plateau, sans ses accessoires.

La masse-cuite sortant de la batterie était versée dans des bacs très plats

(*rafraichissoirs*), où on la laissait refroidir, puis dans des tonneaux ouverts par le haut et dont le fond inférieur était percé de trous. Les barriques étaient placées sur un plancher à claire-voie recouvrant une citerne, où s'écoulait le sirop provenant de l'égouttage du sucre brut. La durée du séjour dans la purgerie était de 3-4 semaines.

Lorsqu'on voulait obtenir du *sucré terré*, la masse cuite était introduite dans des *formes*, vases coniques en terre non vernissée, portant à leur extrémité un orifice pour l'écoulement du sirop. Ces formes étaient placées les unes à côté des autres, la pointe en bas. Une fois le sirop égoutté, on procédait au *terrage*, en versant sur le sucre une couche de terre argileuse délayée en une bouillie un peu épaisse. L'eau qui se trouvait dans la glaise s'en échappait lentement et se répandait également dans la masse du sucre, entraînant avec elle le sirop visqueux qui s'y trouvait. La première couche de terre étant entièrement sèche, on la remplaçait par une seconde et souvent par une troisième jusqu'à ce que le sucre fut assez blanc.

La quantité de gros sirop obtenu atteignait environ 50 % du poids des sucres, si ceux-ci étaient simplement soumis au *purgeage*, et jusqu'à 60 % si l'on effectuait le *terrage*. Suivant Itier (1), on obtenait en 1844 à Cayenne, pour 100 Kgs de sucre : 50 Kgs de mélasse dans le cas de cannes vierges, 33 Kgs avec les premiers rejets et 20 Kgs avec les seconds rejets.

La fabrication du sucre brut par le système des équipages a été abandonnée aux Antilles depuis les débuts du siècle. Les quelques batteries qui subsistent produisent seulement du sirop pour la consommation de bouche. On rencontre cependant encore en Amérique du Sud, et notamment dans la campagne brésilienne, de ces installations pour la préparation du sucre roux.

Sirop de batterie. — Le sirop de batterie était obtenu autrefois par les *équipages*. Le jus était traité de la même manière que pour la fabrication du sucre. Toutefois la concentration était poussée seulement aux environs de 65-70° Brix, ce qui permettait de supprimer la dernière bassine servant à la cuisson du sirop.

On trouve encore dans certaines îles des Antilles (Barbade), ainsi qu'aux Etats-Unis (Louisiane, Floride), de nombreuses installations, d'importance variable, qui préparent des sirops par évaporation du jus de canne dans des chaudières ouvertes. Toutefois, le produit obtenu est généralement destiné à la consommation de table. D'autre part, les anciens « équipages », qui exigeaient des dépenses de combustible considérables, ont été modernisés. Les évaporateurs de forme cylindrique ou rectangulaire, construits en cuivre ou en tôle galvanisée sont généralement chauffés au moyen de serpentins de vapeur. Les évaporateurs continus constitués par un long plateau muni de cloisons transversales pour permettre au jus de s'écouler lentement par gravité de l'entrée à la sortie de l'appareil, sont très répandus aux Etats-Unis (Walton, Ventre et McCalip (2)).

Dans les distilleries d'une certaine importance fabriquant du rhum de sirop, comme on en trouve aux Antilles françaises, la concentration du vesou se fait dans des appareils à vide à multiple effet analogues, au nombre et aux dimensions près, à ceux des usines à sucre. La concentration du sirop peut varier de 55 à 75° Brix.

Le jus est habituellement déféqué à la chaux (3), de la façon suivante. On l'additionne d'abord, dans des bacs chauffés munis d'un agitateur vertical à palettes, de la quantité de lait de chaux nécessaire pour atteindre le point de neutralité. On le porte ensuite à la température de 80-90° dans un réchauffeur tubulaire, puis à celle de l'ébullition dans des chaudières de défécation ouvertes, munies d'un serpentín alimenté à la vapeur vive et généralement au nombre de 3 pour permettre un travail continu.

(1) Ann. Marit. Col. 1844, t. 3, 626.

(2) Farm production of sugarcane sirop Farmers Bull. n° 1874, 1941.

(3) La sulfitation du jus, pratiquée parfois en Louisiane pour la préparation du sirop de table, n'est pas utilisée dans la fabrication du sirop pour distillerie.

Les jus clairs provenant des défécateurs sont filtrés au filtre Philippe ou sur des filtres plats à mailles très fines, avant d'être dirigés vers les caisses d'évaporation. Quant aux jus troubles, ils sont passés aux filtres-presses, puis envoyés aux filtres à jus clair, pour être mélangés aux précédents.

Le chaulage des jus n'est pas toujours pratiqué. En ce cas le liquide clair provenant des défécateurs est envoyé tel quel à l'évaporation, sans passage au filtre Philippe ; les jus troubles sont traités au filtre-presses. Dans d'autres cas, en vue d'empêcher la cristallisation du sucre, qui se produit lorsque le sirop atteint une forte concentration, on ajoute une certaine quantité d'acide sulfurique ou d'acide tartrique (1 gr. par kg de sucre), pour déterminer l'inversion d'une partie du saccharose.

Sirop inverti. — Le produit connu sous le nom de *high test molasses* est préparé à Cuba, en invertissant partiellement des sirops d'usine déféqués à la chaux, que l'on neutralise et que l'on concentre ensuite à la densité normale des mélasses (82-84° Brix).

L'inversion est habituellement pratiquée avec l'acide sulfurique (1 à 2.5 l. par 1.000 l. de sirop), à des températures variant entre 75 et 90°. Cette façon de faire présente plusieurs inconvénients. L'élévation de la température détermine la destruction d'une certaine quantité de sucre (lévulose). D'autre part si la neutralisation précède la concentration, il se forme des incrustations abondantes dans les évaporateurs, et, si elle la suit, il est très difficile d'obtenir un mélange convenable de la chaux et du sirop.

L'inversion au moyen de l'invertase évite ces inconvénients. Dans le *procédé Guerrero*, le jus provenant des derniers moulins et qui, en raison de sa richesse en matières azotées, convient bien pour la culture des levures, est pasteurisé, refroidi etensemencé avec une levure spéciale, qui renferme environ 10 fois plus d'invertase que la levure ordinaire de boulangerie. La levure obtenue après passage dans un séparateur centrifuge, sert à ensemençer d'une façon continue le flot de sirop venant des évaporateurs. On emploie 4 volumes de suspension de levure (concentration 12 % du lait de levure primitif) pour 100 volumes de sirop à 53° Brix. Au bout de 10 heures, 65 % du saccharose du sirop se trouvent invertis.

Composition.

La composition des sirops est encore plus variable que celle des mélasses, en raison de la diversité des techniques de préparation.

Les *gros sirops*, ou *mélasses de sucre roux*, qui ne présentent plus guère aujourd'hui qu'un intérêt historique, diffèrent des mélasses de sucrerie actuelles par leur plus grande richesse en sucre cristallisable et leur pauvreté relative en sucres réducteurs et en matières minérales. Ci-après quelques analyses de gros sirops produits à la Martinique et en Louisiane.

	Martinique (Pairault)	Louisiane (Frear)		
		Minimum	Maximum	Moyenne
Brix.	74.	71.31	82.83	76.05
Saccharose	52.47	39.23	59.07	49.97
Sucres réducteurs. ; .	15.07	14.58	28.98	19.91
Cendres	3.00	0.85	3.15	2.11
Non-sucre organique. .	3.46	—	—	—

Ci-après la composition de *sirops de batterie* de diverses origines :

	Martinique				
	Sirops d'équipage (Pairaut) (Zizine)		Sirops d'usine (Lab. agric. Martinique)		
Brix	73.00	78.80	68.50	73.4	41.7
Saccharose	55.65	39.85	52.55	47.71	27.12
Sucres réducteurs	13.10	32.70	9.30	22.73	12.27
Cendres	1.06	1.71	1.98	1.86	1.03
Non-sucré organique	3.19	4.54	4.67	1.10	1.28
Acidité (en SO_4H_2 g ^s par l.)	—	6.32	2.15	1.27	1.56

	Louisiane (Wiley)		Georgie (Wiley)	Paraguay (Denys)
Brix	75.10	70.00	69.32	75.50
Saccharose	52.00	52.74	52.00	63.86
Sucres réducteurs	17.60	12.68	13.85	6.88
Cendres	1.20	2.67	1.30	—
Acidité	—	—	—	1.60

Quant aux *sirops invertis* de Cuba, ils contiennent 18 à 30 % de saccharose (moyenne 23 %) et 30 à 60 % de sucres réducteurs (moyenne 52 %). A signaler, à titre comparatif, que les mélasses « blackstraps » du même pays dosent en moyenne 35 % de saccharose et 20 % de réducteurs

Comme matière première de fermentation, les sirops sont caractérisés par leur pauvreté en azote et en matières minérales. Les moûts préparés à partir de ces produits demandent, pour pouvoir fermenter convenablement, à être additionnés d'azote ammoniacal et de certains sels nutritifs (phosphates), parfois à être acidifiés (sirops déféqués à la chaux). Les sirops, les gros sirops exceptés, sont particulièrement pauvres en ferments, ainsi que le montre le tableau suivant qui indique le nombre de microorganismes existant par cc. ou par gr. de matière aux différentes étapes de la fabrication du sucre (Owen Church, Kopeloff) :

Jus cru	280.000
— sulfité	35.000
— alcalinisé	37.500
— déféqué	750
Sirop	400
Masse cuite	450
Sucres	600
Mélasses	35.000
Eaux de lavage	25.000
Tourteaux de presse	1.500.000

Les moûts de sirop devront en conséquence être montés sur pied de cuve. Si on les abandonne à l'ensemencement spontané, le départ de la fermentation se fera très lentement

Ecumes, lavures, etc...

A côté de la mélasse, on obtient dans les usines à sucre divers sous-produits (écumes de défécation, lavures), que l'on mélange généralement à la précédente, mais qui dans certains cas peuvent être utilisés pour la composition de moûts spéciaux. D'autre part, en vue de fabriquer certains types de rhum, on soumet parfois les jus sucrés à des traitements, qui en modifient profondément la qua-

lité. Il en est ainsi notamment dans la fabrication du rhum grand arôme de la Jamaïque, où l'« acide » et l'« arôme » ajoutés aux moûts influent sur la nature de la fermentation et le bouquet de l'eau-de-vie obtenue.

Ecumes.

On désigne sous ce nom les mousses et les dépôts qui se produisent au cours de la défécation des jus de canne.

Les écumes ont eu autrefois une grande importance comme matière première de rummerie, à l'époque des « habitations sucrières », lorsque l'on fabriquait du sucre roux par le procédé des équipages. Après l'établissement des usines centrales, on a continué dans certains cas (notamment à la Jamaïque et parfois aux Antilles françaises) à diriger vers la distillerie les écumes obtenues dans les chaudières de défécation ouvertes (1). Mais le plus souvent on les soumet à une filtration pour en récupérer le jus sucré, lequel rentre dans la fabrication. A l'heure actuelle, les usines utilisant le procédé d'épuration Petree-Dorr, qui tend à se généraliser aux Antilles, ne produisent plus d'écumes de défécation.

Les écumes, auxquelles on ajoutait les eaux de lavage des chaudières et les résidus divers de la sucrerie, étaient reçues dans un bac spécial, où on les laissait décanter, le liquide clair étant seul utilisé pour la composition des moûts. Le dépôt était jeté, quelquefois après lavage à l'eau, de façon à récupérer le sucre restant.

« Les écumes, au sortir de la sucrerie, écrit Duceurjoly (1802), seront déposées dans une citerne, ou dans un vase suffisamment grand pour contenir toutes celles qu'on retire des chaudières à sucre, en 48 heures de travail consécutif. On ne doit les employer qu'après cet espace de temps, qui est nécessaire pour y établir un commencement de fermentation, qui chasse et rejette à la surface toutes les ordures dont elles sont chargées ; on diminue beaucoup, par ce moyen, les soins journaliers que l'on se donne pour écumer les grappes. Il ne faut pas se presser de se servir des écumes ; il est essentiel d'attendre qu'elles se soient bien dépouillées et bien purifiées, par leur propre fermentation... Les matières qu'on retire, en écumant le vase où sont déposées les écumes du sucre, sont une excellente nourriture pour les chevaux, les bœufs et les mulets, elles les engraisent, mais on ne doit pas les leur donner trop chaudes. »

Wray écrit de son côté : « Les écumes comprenant toutes les matières séparées des jus de canne pendant les opérations de la défécation et de l'évaporation, nous avons ainsi l'épaisse croûte d'écume formée à la surface du liquide dans les clarificateurs, l'écume des précipitateurs et des évaporateurs et les dépôts formés au fond de ces deux séries de vases. Une portion de liqueur sucrée est mêlée aux différentes écumes et aux divers dépôts, plus une grande quantité d'eau qui a servi à nettoyer les différents vases et les conduites. Plus tard, chaque fois que le liquide est retiré des évaporateurs, comme cela a lieu tous les samedis soir, une certaine quantité de ce qu'on nomme « liqueur douce », résultant du lavage des chaudières, etc., va rejoindre les écumes. Tout cela coule ensemble dans la distillerie, se mêle dans le récipient aux écumes, et prend le nom de « résidus ». La partie liquide de ces résidus, lorsqu'elle est clarifiée, est soutirée et prend le nom d'écumes proprement dites... »

« Quand les résidus de la fabrication du sucre coulent vers la distillerie, ils sont reçus dans ce qu'on nomme le récipient aux écumes, qui tient en général 300 et 400 gallons. Ce vase est toujours doublé en plomb laminé ou en cuivre très mince ; il est muni d'un robinet pour en soutirer son contenu. Un récipient étant plein, on laisse au liquide le temps de s'éclaircir. La liqueur éclaircie, alors nommée à proprement parler écumes, est soutirée dans la cuve au mélange, s'il y en a une, ou dans le cas contraire, elle va directement dans la cuve à fermentation.

(1) Lorsque le jus allant à la défécation est porté à une haute température dans les réchauffeurs et additionné de lait de chaux à chaud, ce qui a lieu généralement dans les sucreries modernes, les impuretés tombent pour la plus grande partie au fond des chaudières de défécation, constituant des « boues » plutôt que des « écumes ». Autrefois au contraire, quand le jus n'était pas désaéré par un préchauffage, mais qu'après chaulage à froid il était progressivement porté dans le défécateur aux environs de l'ébullition, la majeure partie des impuretés montait à la surface.

« Toutes les impuretés qui restent dans le récipient sont vidées dans un autre récipient placé immédiatement au-dessous du premier. Là, elles sont mêlées avec 100 ou 200 gallons d'eau (chaude s'il y en a de disponible) et bien brassées assez longtemps pour en séparer tout le sucre. Ce travail doit se continuer jusqu'à ce que le sucre se soit bien lavé; la masse liquide reste alors quelque temps en repos pour s'éclaircir de nouveau. S'il y a lieu de craindre la fermentation ou l'acidité, on ajoute dans le premier cas un peu d'acide sulfureux, en brûlant une ou deux mèches soufrées, et dans le second une certaine quantité de chaux. Le liquide éclairci peut être versé dans la cuve à fermentation, pour contribuer à préparer le liquide à distiller. Je sais que le lavage des dépôts est rarement usité, mais il devrait certainement l'être, sans quoi ce que ces dépôts contiennent de matière sucrée serait jeté au rebut ».

Les écumes entraînent habituellement pour une certaine proportion dans la composition des moûts : Wray indique celle de 2 d'écumes pour 1 de mélasse, comme la meilleure et la plus économique. Rarement, elles étaient utilisées seules. Riches en microorganismes et en matières azotées, renferment une quantité de sucre relativement faible, elles fermentaient en effet très rapidement et subissaient aisément l'acétification. Mélangées à la mélasse, elles facilitaient le départ de la fermentation. Les moûts obtenus à partir des écumes seules donnaient un rhum à goût vesouté prononcé et souvent de qualité inférieure (*goût de brûlé*).

Boname (1) donne la composition suivante pour les écumes brutes (non décantées) :

	Minimum	Maximum	Moyenne
Matière sèche	29.05	46.20	39.15
Cellulose (folle bagasse)	2.29	6.94	3.08
Cendres	2.45	9.65	6.05
Matières azotées	2.26	4.68	3.37
Graisses	2.73	7.73	4.61
Sucre	1.35	8.47	4.85
Indéterminés	..	..	13.19

Les cendres, relativement riches en acide phosphorique, renferment en moyenne, d'après le même auteur :

Ac. phosphorique	17.66
Ac. sulfurique	2.54
Chlore	0.18
Chaux	31.56
Magnésie	2.35
Potasse	0.79
Soude	0.32
Oxyde de fer	7.45
Silice	23.78
Gaz carbonique	13.37

Allan indique comme composition des écumes clarifiées utilisées à la Jamaïque dans la composition des moûts :

Ecumes	Brix %	Sucres totaux %	Acides totaux (gr. par l.)	Acides volatils (gr. par l.)	Alcool %
Fraîches	17.76	3.43	0.98	—	—
Mûres	12.97	1.25	27.4	4.6	—
Pour common clean rum	15.60	3.08	10.3	3.2	—
Pour medium rum	12.80	0.72	17.2	3.0	0.12
Pour german rum	15.30	5.10	21.6	5.4	—
— — — — —	13.20	4.40	24.5	4.5	1.18

(1) Culture de la canne à la Guadeloupe, Paris, 1888.

Les acides, totaux et volatils, sont évalués en acide sulfurique comme dans les analyses du même auteur que nous reproduisons ultérieurement.

A la Jamaïque, on laisse les écumes aigrir pendant quelques jours avant de les utiliser. Pour la fabrication des rhums à grand arôme, on les envoie dans des citernes à demi-remplies de bagasse et de paille de canne, où elles séjournent 4 à 6 jours. L'acidité des écumes mûres est d'autant plus élevée que l'on se propose d'obtenir un rhum plus corsé.

Cette acidité est due principalement à la présence d'acides fixes, parmi lesquels prédomine l'acide lactique et qui représentent 75 à 80 % des acides totaux. Les écumes fraîches ayant une réaction neutre, les acides prennent naissance au cours des fermentations microbiennes qui se développent pendant la conservation des écumes. Ashby a pu isoler de celles-ci de nombreuses bactéries, parmi lesquelles il a trouvé presque toujours une bactérie lactique, qui forme dans le liquide des masses gélatineuses arrondies.

Les écumes obtenues autrefois avaient une richesse saccharine plus élevée que celles indiquées ci-dessus. On considérait habituellement que 60 litres d'écumes possédaient la même teneur en sucre que 10 litres de mélasse. Dans certains cas toutefois, il fallait jusqu'à 1 hl. d'écumes pour donner la même quantité de rhum que 10 litres de mélasse.

Lavures.

On désignait autrefois sous le nom de lavures *stricto sensu*, le produit provenant du lavage des bacs ayant contenu des mélasses. Celles-ci étant mal épuisées, il se déposait au fond des bacs une couche, épaisse de plusieurs centimètres, d'un sucre noirâtre que l'on dissolvait au moyen d'eau chaude. Le liquide obtenu, marquant environ 32° Brix, était souvent utilisé seul dans la préparation des moûts. Il entrait très rapidement en fermentation et donnait un rhum léger, à bouquet plus fin que le rhum de mélasse.

Dans un sens plus large on appelle *lavures* les liquides provenant du lavage des divers récipients ayant contenu des matières sucrées (bacs à jus et à sirop, chaudières de défécation, etc.). Ces liquides sont normalement envoyés à la distillerie, où ils sont réunis aux écumes ou mélangés, lors de la composition des moûts, aux autres matières premières.

Acide et arôme.

Dans la fabrication du rhum Jamaïque à grand arôme (type *german rum*) on utilise du jus de canne qui a été l'objet d'un traitement préliminaire destiné à développer certains principes aromatiques (acides, esters).

L'« acide » (*acid*) est obtenu en soumettant du jus, préalablement déféqué à la chaleur et additionné de vinasse et parfois d'un peu d'écumes, à la fermentation alcoolique. Lorsque celle-ci est presque terminée, le liquide est dirigé dans des citernes à demi-remplies de bagasse et de paille de canne, où on le laisse s'acidifier. On envoie aussi de temps à autre dans ces citernes les dépôts provenant des moûts fermentés. De la première citerne, le liquide est transféré dans une seconde, puis dans une troisième. A la sortie de cette dernière l'« acide » est bon à être employé dans la composition des moûts. Il possède alors l'odeur de la bière aigre.

L'« arôme » (*flavour*) est préparé en faisant fermenter du jus de canne avec de la vinasse de l'année précédente (partie claire), dans des citernes contenant de la bagasse. On y ajoute aussi habituellement une certaine quantité du liquide provenant du *muck hole*, où l'on envoie les dépôts de vinasse et de petites eaux, les eaux de lavage des appareils, de la bagasse et autres résidus de l'usine.

Nous donnons ci-après, suivant Allan, la composition des produits obtenus. Ceux-ci sont particulièrement riches en acides fixes.

	Brix %	Sucres totaux %	Acides totaux gr. par l.	Acides volatils gr. par l.	Alcool %
Acide	5.65	0 30	25.0	4 9	0 46
—	6.65	0 36	45.0	7.5	0.57
— 2 ^e citerne	.06	0.59	26 0	3.6	4.39
— mûr	5.60	0 42	24.5	6.8	—
Arôme	7.18	0 39	22.5	5.1	1.74
—	8 90	0.20	27 0	8.0	0.47

Les fonds de cuve, formés principalement par des cellules de levures mélangées avec de la folle bagasse, paraissent jouer un rôle particulièrement important dans la « maturation » de l'acide et de l'arôme (1). Ceux obtenus dans la fabrication du *german rum* ont, d'après Allan, comme composition :

	A	B
Brix	15.95	10.53
Sucres totaux	0.94	0.23
Acides totaux	33.30	47. 0
Acides volatils	6.80	3.10
Alcool	6.05	8.87

Boname donne l'analyse suivante de 3 fonds de cuve provenant de la fermentation des mélasses à l'île Maurice (gr. par litre) :

Matières organiques	178.3	118.0	291.0
Matières azotées (N x 6,25)	23.0	31.25	68.75
Matières minérales	65.4	22.8	33.6
Silice	6.55	3.05	3.91
Chlore	2.78	1.04	1.95
Acide sulfurique	20.85	1.26	1.56
Acide phosphorique	1.86	3.05	4.70
Chaux	21.81	4.50	4.70
Magnésie	2.30	1.02	1.45
Potasse	6.52	5.99	9.28
Soude	0.61	0.37	1.75
Oxyde de fer	0.63	1.24	4.10

Vinasse.

La vinasse, appelée plus couramment *vidange* aux Antilles françaises et *dunder* dans les pays anglais, est le résidu de la distillation des moûts fermentés.

Autrefois, aux Antilles françaises, la vinasse était reçue à sa sortie des appareils distillatoires dans des bassins en maçonnerie à large surface, afin de faciliter le refroidissement. Dans les distilleries importantes, il y avait à la suite les uns des autres plusieurs bassins, que le liquide parcourait successivement, de façon à sortir du dernier suffisamment refroidi pour l'emploi. Ce refroidissement à l'air libre présente l'inconvénient de permettre l'envahissement de la vinasse par toutes sortes de bactéries et de germes nuisibles. Aussi, aujourd'hui, dans les installations un peu importantes, emploie-t-on d'ordinaire des réfrigérants tubulaires, qui amènent la température du liquide à 30-35°. Lorsque l'eau fait défaut, on utilise aussi fréquemment les réfrigérants à cascade. Ceux-ci sont constitués par plusieurs étages (5 à 10) de fascines ou de lattes, sur lesquelles ruisselle la vinasse, distribuée à la partie supérieure du réfrigérant par des gouttières en bois percées de trous.

(1) D'après Cousins, les esters et les acides à poids moléculaire élevé, qui jouent un rôle important dans la formation du bouquet des rhums Jamaïque à grand arôme, proviendraient de la décomposition bactérienne des cellules de levures mortes que l'on trouve dans les boues de moûts fermentés et de vinasse.

Au point de vue composition et propriétés, il convient de distinguer la vinasse de vesou et la vinasse de mélasse.

La première est un liquide de couleur jaunâtre, peu dense, ayant habituellement entre 1.010 et 1.020 de densité (3 à 5° Brix). Son acidité est assez variable, suivant la pureté des fermentations. Elle est généralement comprise entre 3 et 5 gr. (en SO_4 par litre. Au début du siècle, lorsque les fermentations étaient plus longues et moins pures, l'acidité de la vinasse de vesou atteignait aux Antilles françaises 6 à 7 gr. par litre (Pairault). La matière sèche, habituellement comprise entre 30 et 50 gr. par litre, renferme en moyenne 4 gr. de cendres riches en acide phosphorique et en potasse.

La vinasse de mélasse est de couleur brun foncé et d'une densité beaucoup plus forte que celle du vesou : 1040 à 1075 (10 à 19° Brix environ), mais parfois jusqu'à 1090 quand elle provient des moûts concentrés servant à la fabrication des rhums à grand arôme. Son acidité moyenne, dans le cas de fermentations pures, est de 4 à 6 gr. par litre. Mais elle atteint jusqu'à 30 gr. par litre, pour les vinasses de rhum grand arôme. Entre ces extrêmes, peuvent exister tous les intermédiaires. Pairault, au début du siècle, indiquait comme acidité moyenne des vinasses de mélasse des Antilles françaises 10-11 gr. par litre. L'acidité volatile (formée surtout par de l'acide formique) varie entre 10 et 40 % de l'acidité totale. Les matières sèches (80 à 200 gr. par litre) comprennent 20 à 50 gr. par litre de cendres riches en potasse ; 3 à 9 gr. de matières azotées ; des quantités variables, mais généralement faibles (2 à 4 gr. en moyenne par litre), de sucres ayant échappé à la fermentation et de réducteurs infermentescibles.

Boname (1) donne la composition centésimale suivante pour des vinasses de mélasse de l'île Maurice :

Densité	1034	1068
Matières organiques	6.63	14.18
Matières minérales	1.60	2.77
Matières azotées (N x 6.25)	0.14	0.55

Les matières minérales étaient composées comme suit (en gr. par litre) :

Silice	0.22	1.02
Chlore	2.35	4.28
Acide sulfurique	1.75	2.40
Acide phosphorique	0.13	0.55
Chaux	2.63	5.65
Magnésie	1.33	2.63
Potasse	5.80	6.76
Soude	0.36	0.49
Oxyde de fer	0.16	0.61

D'après Pairault, la proportion de matières azotées est assez variable. Lorsqu'on ajoute du sulfate d'ammoniaque aux moûts, ce sel, s'il est employé en excès, se retrouve en partie dans la vinasse et augmente le taux d'azote total. D'autre part, au cours de la conservation, il se produit un dépôt de matières riches en azote, de telle sorte que les résultats sont sensiblement différents suivant que l'on opère avec la vinasse trouble ou clarifiée. L'auteur ci-dessus a trouvé, pour diverses vinasses de la Martinique, une teneur de 7 à 9 gr. de matières azotées totales par litre. Les matières azotées se répartissaient comme suit dans un échantillon de vinasse limpide et un peu ancienne (en gr. par l.) :

Matières azotées totales	4.03
Matières azotées albuminoïdes	0.47
Matières azotées amidées	2.97
Matières azotées peptones	0.59
Azote ammoniacal	traces

Nelson et Greenleaf ont trouvé comme composition centésimale de la

(1) Ann. Sc. Agron. (2) II 215, 1896.

matière sèche d'une vinasse de mélasse de canne provenant d'une distillerie de Baltimore :

Azote total	2.73
Azote aminé	0.57
Azote ammoniacal	0.11
Pentoses	2.12
Mat. réductrices (en sucre inverti)	8.84
Cendres	24.16
CaO	2.40
MgO	0.90
Fe ₂ O ₃ et Al ₂ O ₃	0.28
Na ₂ O	0.72
K ₂ O	9.55
Mn ₂ O ₄	0.028
SiO ₂	0.19
P ₂ O ₅	0.40
SO ₃	0.70
Cl	4.14

En outre des acides acétique et formique, ils ont identifié les acides fixes suivants :

Acide succinique	0.95 %
Acide lactique	5.75 —
Acide tricarballoylique	1.90 —
Acide aconitique	petites quant.
Acide citrique	traces

L'ac de tricarballoylique, CO₂H - CH₂ - CH(CO₂H) - CH₂ - CO₂H, provient de la réduction de l'acide aconitique au cours de la fermentation. L'acide succinique et la plus grande partie de l'acide lactique constituent également des produits de la fermentation des mélasses.

Allan indique comme composition des vinasses utilisées à la Jamaïque dans la fabrication des rhums de divers types :

Vinasse de	Brix %	Sucres totaux %	Acides totaux gr. par l.	Acides volatils gr. par l.	Alcool %
Common clean rum . . .	15.0	0.30	22.10	4.90	—
—	13.85	—	20.70	3.0	—
—	15.02	1.35	16.20	2.7	—
—	13.20	0.85	16.70	2.2	0.30
Medium rum	13.13	0.36	17.40	1.70	—
—	—	0.78	16.70	1.50	—
—	17.95	0.03	29.40	9.40	0.43
German rum	23.50	1.45	24.0	9.80	—
De l'année précédente . .	23.88	0.19	31.85	2.82	0.42

Dans la fabrication de certains types de rhum, la vinasse est conservée soigneusement d'une campagne à l'autre. Quelques distillateurs, en vue d'empêcher l'altération des cuves quand elles sont vides et sèches, les remplissent aussi avec de la vinasse : celle-ci étant acide ne se putréfie pas et les cuves se conservent bien.

, Au bout de quelque temps, la vinasse se couvre d'un voile épais de moisissures, qui empêche l'accès de l'air, et se clarifie, constituant un liquide jaunâtre, de saveur amère, utilisé souvent dans la préparation des mouls pour rhum grand arôme. Greg a constaté qu'elle contenait un acide très aromatique, dont l'odeur rappelle l'acétate d'éthyle et l'huile essentielle de citron. Ce corps, que l'auteur a dénommé *fruity acid* et qu'il a retrouvé dans le rhum Jamaïque, apparaît seulement après que la vinasse a déjà subi une fermentation acétique

et que l'acide acétique formé a disparu en partie. Il peut être extrait au moyen de l'éther de pétrole.

Signalons enfin que la vinasse, si elle n'est pas utilisée immédiatement, renferme de nombreux microorganismes, notamment des levures du type *Schizosaccharomyces* (Pairault) et des bactéries (Kayser)

La vinasse joue un rôle important dans la fermentation des moûts et la production du bouquet des rhums. Elle apporte des quantités appréciables de matières azotées et minérales, aliments de la levure, et surtout d'acides, qui favorisent l'estérification, protègent la levure contre la concurrence des microbes et assurent la prédominance de certaines races de ferments (1). Le rôle régulateur de la vinasse est connu depuis longtemps. Wray écrivait déjà en 1848 : « Elle augmente la densité du liquide, prévient la trop grande violence de la fermentation, pendant laquelle il se perd tant d'alcool, et tient la liqueur à une température comparativement faible, dans un état de travail intérieur lent et modéré ».

Elle intervient également, à la fois par les principes aromatiques qu'elle apporte et l'influence qu'elle exerce sur la flore fermentaire, dans la formation du bouquet. Les rhums obtenus par l'emploi de fortes proportions de vinasse sont moins fins, mais plus corsés et plus aromatiques que les autres.

Enfin, comme il reste parfois une certaine quantité de sucres fermentescibles à la suite de fermentations défectueuses ou même d'alcool, la rentrée des vinasses dans la fabrication peut entraîner des augmentations de rendement assez appréciables.

Dans les débuts de l'industrie rhummière, on évitait même de pousser trop loin l'épuisement en alcool des vinasses. « Pour qu'elles aient toutes les qualités qu'on leur demande, écrit Duceurjoly (1802), il ne faut pas que la distillation de la petite eau soit trop poussée, de crainte qu'elle ne les dépouille entièrement de toutes leurs parties spiritueuses, et ne les appauvrisse au point de n'être plus propres à être employées ».

La distillation était arrêtée, lorsque le titre alcoolique de la petite eau tombait aux environs de 34° G. L.

Eau de dilution.

La composition chimique et bactériologique de l'eau utilisée dans la préparation des moûts influe sur la marche de la fermentation et la qualité du produit obtenu.

Les matières minérales contenues dans l'eau, particulièrement les sels de soude, de magnésie, de chaux et de fer, élèvent la valeur du rapport *non-sucres* : *sucres*, ce qui, dans le cas des moûts de mélasse principalement peut nuire au développement et à l'activité diastasique de la levure. C'est surtout dans les derniers stades de la fermentation que l'action nuisible de ces sels se fait sentir. L'engrenage typique de la fermentation peut se trouver plus ou moins perturbé, avec formation de produits secondaires, qui modifient le bouquet de l'eau-de-vie. De plus, au cours de la distillation, ils provoquent des dépôts sur les plateaux et dans les conduites d'alimentation des colonnes, diminuant le rendement de celles-ci et obligeant à des arrêts fréquents pour effectuer le nettoyage des appareils.

En principe, les eaux fortement chargées en matières minérales (eaux calcaires, magnésiennes, ferrugineuses) sont à rejeter. Il en est de même de l'eau de mer. Celle-ci est cependant quelquefois utilisée et peut dans certains cas (moûts pauvres en sels minéraux) (2) exercer un effet utile sur la fermentation (Cf. Chap. V.).

(1) Les acides fixes joueraient d'autre part un rôle utile en contribuant à fixer certains produits basiques élaborés par les bactéries et qui, en passant dans le distillat, nuiraient à la qualité du rhum (Allan).

(2) L'emploi de l'eau de mer est signalé par d'anciens auteurs. Duceurjoly notamment le préconise dans le cas des moûts préparés sans vinasse ni écumes, à raison de 25 d'eau de mer pour 100 d'eau ordinaire.

Les eaux chargées en matières organiques, polluées par les infiltrations de fosses à fumier ou de toute autre façon sont particulièrement nuisibles, par suite de la présence de matières de décomposition (combinaisons ammoniacales, nitrites, nitrates, composés du chlore, etc.) toxiques pour la levure et qui peuvent passer en partie dans le distillat.

Les bactéries contenues dans les eaux, surtout dans celles des mares et des nappes polluées par des matières organiques, provoquent des fermentations secondaires et donnent naissance à des produits volatils d'odeur ou de goût désagréables.

Les eaux destinées à la préparation des moûts doivent en conséquence être aussi pures que possible. Malheureusement, les industriels sont souvent obligés de travailler avec des eaux de qualité inférieure et même franchement mauvaises. Aux Antilles françaises notamment, où la campagne rhumière coïncide généralement avec la saison sèche, les distillateurs puisent fréquemment dans les rivières au niveau d'étiage, souillées par les riverains, qui y viennent laver leur linge.

Battinger n'a cependant pas constaté de différences sensibles de rendement alcoolique, en utilisant pour la composition du moût, d'une part de l'eau ordinaire et d'autre part de l'eau savonneuse du ruisseau.

Il est intéressant dans certains cas d'opérer la correction des eaux destinées à la fabrication. Celles qui renferment de fortes proportions de nitrites, de nitrates, de chlorures ou de matières organiques ne sont pas susceptibles d'être efficacement traitées. Par contre, les eaux qui contiennent des carbonates de soude, de potasse, de chaux ou de magnésie sont immédiatement améliorées par l'addition d'une quantité d'acide sulfurique diluée, calculée de manière à neutraliser l'alcalinité de ces carbonates. Les eaux ferrugineuses, qui affaiblissent la levure, peuvent être traitées en les aérant fortement par passage sur des lits de gros graviers : le fer, lequel se trouve surtout sous forme de carbonate ferreux, se précipite à l'état d'oxyde, que l'on sépare ensuite par filtration sur sable. Enfin, la filtration sur sable fin convient pour les eaux troubles.

L'ébullition est une méthode efficace pour assurer la pureté bactériologique des eaux, mais elle est trop coûteuse pour être pratique. Le procédé de traitement réellement applicable dans les industries de fermentation est la stérilisation par les rayons ultra-violets ou, mieux, par l'ozone.