

Technologie et éléments de typicité des rhums des Antilles françaises

Louis Fährasmane, Berthe Ganou-Parfait,
Francius Bazile, Paul Bourgeois

La technologie rhumière fait intervenir plusieurs opérations unitaires [1] : la préparation du moût (plus singulièrement nommée « composition »), la fermentation, la distillation et la maturation. Au XVII^e siècle, la maîtrise de la distillation alcoolique comme outil de production devient un facteur clé de l'émergence de la production rhumière, qui apparaît comme une voie d'utilisation des sous-produits de la sucrerie, notamment ceux provenant de l'égouttage des sucres.

Au milieu du XIX^e, apparaît le rhum agricole, dont la particularité est l'utilisation de moûts à base de jus de canne à sucre. Ce type de rhum deviendra, aux Antilles françaises, un produit d'exportation, une production à part entière, distincte de la sucrerie, gardant, par certains aspects, un caractère artisanal et disposant de marqueurs de reconnaissance de sa typicité liés aux pratiques et aux conditions de production.

En Europe, le rhum est défini, depuis 1989, par le règlement communautaire relatif aux boissons spiritueuses [R. (CEE) n° 1 576/89] : c'est « la boisson spiritueuse obtenue exclusivement par la fermentation alcoolique et la distillation soit des mélasses ou des sirops provenant de la fabrication du sucre de canne, soit du

jus de canne à sucre lui-même, et distillée à moins de 96 % vol., de telle sorte que le produit de la distillation présente d'une manière perceptible les caractères organoleptiques spécifiques du rhum ». Le titre alcoométrique volumique acquis minimal est fixé à 37,5 % (vol).

La réglementation nationale française (décret du 22 avril 1988 relatif aux rhums d'appellation d'origine) distingue le « rhum agricole » provenant du jus de canne, le « rhum traditionnel » provenant de la mélasse et de sirop, et le « rhum grand arôme » qui est une variante du rhum traditionnel, plus chargée en substances aromatiques (tableau 1). Le « rhum léger », autrefois défini par la

réglementation nationale, ne l'est plus aujourd'hui [2]. Les distillats de différents types peuvent être livrés à la consommation soit sous forme d'eau-de-vie blanche, soit après maturation et dilution au degré marchand. Ils peuvent aussi faire l'objet de maturation plus longue ou de vieillissement en fût de bois d'une capacité de 650 litres au maximum et pendant au moins trois ans (décret du 25 juillet 1963). Leur contenu en éléments volatils autres que l'éthanol doit être au minimum de 225 grammes par hectolitre d'alcool pur.

Tableau 1

Caractéristiques de fabrication des principaux types de rhum

Matières premières			
Jus de canne à sucre Fermentation mixte	Mélasse ou sirop Fermentation mixte	Mélasse Fermentation mixte spontanée	Mélasse Fermentation levurienne pure
Saccharomyces/ bactéries	Saccharomyces/ bactéries	Schizosaccharomyces/ bactéries	Saccharomyces
Distillation simple à colonne			Distillation Rectification
TNAmin. 225	TNAmin. 225	TNAmin. 800	TNAmin. 60
-	-	Esters x 500	-
TNA 225-800	TNA 225-600	TNA 800-1 200	-
Rhum agricole	Rhum traditionnel	Rhum grand arôme	Rhum léger

TNA : taux en non-alcool observé sur des produits de stockage, hors commerce (g/hl d'alcool pur).
TNAmin. : minimum légal du TNA.
Esters : g/hl d'alcool pur.

Main manufacturing features of major rum types

L. Fährasmane, B. Ganou-Parfait, F. Bazile : Inra, Station de technologie des produits végétaux, BP 515, 97165 Pointe-à-Pitre cedex, France.

P. Bourgeois : Université des Antilles et de la Guyane, Laboratoire de chimie des substances naturelles, Campus de Fouillole, BP 592, 97159 Pointe-à-Pitre cedex, France.

Tirés à part : L. Fährasmane

Origines de la production rhumière

L'art de la distillation daterait de plus de trois mille ans, et l'on pense que les Perses l'aurait découvert et mis en œuvre pour fabriquer de l'eau de rose. Les premiers véritables appareils à distiller furent conçus par des chrétiens d'Égypte, avant le VII^e siècle de notre ère.

L'apparition des eaux-de-vie semble avoir été précédée par celle de la parfumerie alcoolique, qui débuta avec le médecin, philosophe et alchimiste arabe, Rhases (864 ; 932). Vers 1360 apparut l'eau de Hongrie à base de romarin. La parfumerie se développa plus tard avec Jean-Marie Farina (1685-1766), chimiste italien qui fabriqua l'eau de Cologne créée par son oncle Jean-Paul Feminis en 1690.

L'eau-de-vie de vin apparut en Europe, comme médicament et élixir de vie, avec Arnaud de Villeneuve (1235-1313) et Raymond de Lulle (1233-1315). Sous l'influence des marines d'Europe du Nord (en particulier hollandaise), la distillation à l'alambic des vins blancs de la Charente devint une activité rurale courante, entraînant le développement et la commercialisation du cognac et de l'armagnac en 1630. En 1624, s'organisa en France la corporation des distillateurs, pour la fabrication et la vente des eaux-de-vie. À partir du XVIII^e siècle, la distillation du vin devint en France une activité prospère.

L'apparition de la production rhumière suivit le développement de la production sucrière à base de canne (*Saccharum officinarum* L.), avec des hybrides naturels, sur le continent américain, au XVII^e siècle. La migration de la production sucrière de la zone méditerranéenne vers le Nouveau Monde est liée à la prise de Constantinople par les Turcs en 1453 et à l'expulsion des Maures d'Espagne en 1492. On assista alors au recul de l'influence culturelle d'origine arabe et, avec elle, à celui de la canne, après environ sept siècles de culture et de production sucrière dans les îles et sur le pourtour de la mer Méditerranée [3, 4].

Des détenteurs de capitaux génois et vénitiens, en quête de nouvelles aires propices à la culture de la canne à sucre, suivirent Christophe Colomb aux Amériques. L'extension de la canne à sucre sur le continent américain déclencha la production rhumière en tant qu'annexe de la sucrerie.

L'un des premiers auteurs à parler de l'alcoolisation de la canne est le Père du Tertre qui séjourna aux Antilles entre 1640 et 1657. Le Père Labat, arrivé aux Antilles en 1694, décrit longuement la fabrication de la guildive dans son *Nouveau voyage aux îles de l'Amérique*.

Les principales caractéristiques de la fabrication rhumière des XVII^e et XVIII^e siècles sont :

- l'utilisation de sous-produits, écumes et mélasses, provenant de l'égouttage des sucres (mousses et dépôts produits au cours de la défécation des jus de canne en sucre et résidus sirupeux de sucre non cristallisable issus de la fabrication du sucre), comme sources de sucre fermentescible. La composition des moûts au début du siècle dernier figure dans le *tableau 2* [5] ;

- la fermentation alcoolique spontanée due aux germes microbiens ayant résisté aux diverses opérations de la sucrerie (concentration, cuite des sirops) et à ceux apportés par les bacs en bois utilisés pour la fermentation. Elle durait une à deux semaines en présence d'une abondante flore bactérienne associée aux levures du genre *Schizosaccharomyces*. Ce complexe microbien, de faible productivité et générateur de produits au goût très relevé, était favorisé par l'apport de vinasses (résidus de distillations antérieures) préfermentées au cours du stockage, qui durait plusieurs semaines, et pendant lequel avaient lieu des fermentations bactériennes acidifiantes. Les moûts ainsi obtenus étaient acides, à forte pression osmotique. Seules les levures du genre *Schizosaccharomyces* étaient actives dans de telles conditions de milieu.

Les premiers appareils à distiller mis en place ont été des alambics discontinus opérant par repasse (*figure 1a*). La plupart d'entre eux étaient constitués d'une chaudière en cuivre, surmontée d'un chapiteau également en cuivre ; le temps de séjour des moûts fermentés était important, ce qui favorisait les estérifications. Ces appareils permettaient l'élimination des composés volatils négatifs de « têtes », soufrés et aminés, et une partie des composés très lourds constituant les « queues ». La qualité des produits obtenus était souvent médiocre ou franchement mauvaise, à cause de la qualité inférieure des matières premières employées, au peu de soin apporté aux fermentations, à la non-rectification des distillats qui aurait été nécessaire pour éliminer les substances responsables de mauvais goûts. Le rhum de la meilleure qualité « est celui qui est fait seulement avec les mélasses ; mais celui dans

Tableau 2

Composition des moûts de rhumerie au début du XIX^e siècle, en % (d'après Porter [5])

	Indes occidentales	Jamaïque
Mélasses	10	6
Écumes	30	36
Vinasse	20	50
Eau	40	8

Must components in the early 19th century

la fermentation duquel on laisse les débris de la canne à sucre, les écumes, etc., conserve toujours une pointe acide désagréable et contracte souvent le goût d'empyreume, ce qui fait qu'on le rejette du commerce... [6] ».

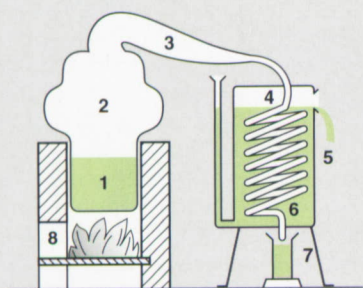
Au cours du XVIII^e siècle, on commença à utiliser des dispositifs permettant d'obtenir une eau-de-vie marchande au premier jet.

La technologie rhumière, des débuts de l'ère industrielle à nos jours

Vers la fin du XIX^e siècle, la canne fera l'objet de sélection pour une meilleure adaptation de la matière première à la technologie sucrière. *Saccharum officinarum* est porteur de nombreux facteurs liés à la richesse en saccharose, au taux de fibre et aux tiges vigoureuses et résistantes mécaniquement.

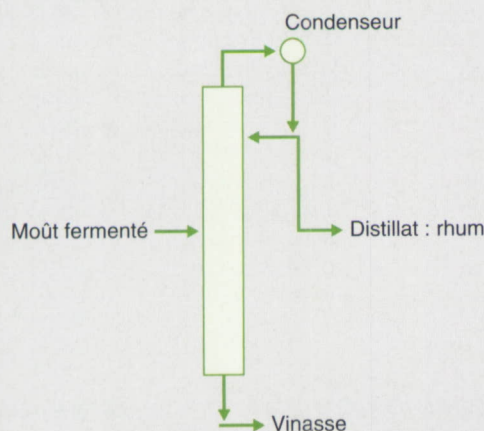
Le premier hybride artificiel avait été produit par Fairchild en 1708. En 1880, la redécouverte de la fertilité de la canne fut à l'origine d'initiatives scientifiques, avec Slotwedel, à Java en 1888, et Harrison et Bovell, à la Barbade en 1889, à travers des croisements intra et inter-spécifiques. Les succès de l'hybridation de canne à Java, Barbade et Demarara, en Guyane, furent à l'origine de la prolifération de stations de création d'hybrides à travers le monde. Les variétés modernes issues presque exclusivement d'hybridations arrivèrent au stade commercial huit à douze ans plus tard, les critères de sélection incluant des caractères agronomiques, la richesse en saccharose, la résis-

Alambic discontinu



- 1 • Cucurbite
- 2 • Chapiteau
- 3 • Allonge
- 4 • Serpentin
- 5 • Réfrigérant
- 6 • Sortie des condensats
- 7 • Éprouvette
- 8 • Foyer

Colonne simple



Dispositif multi-étagé

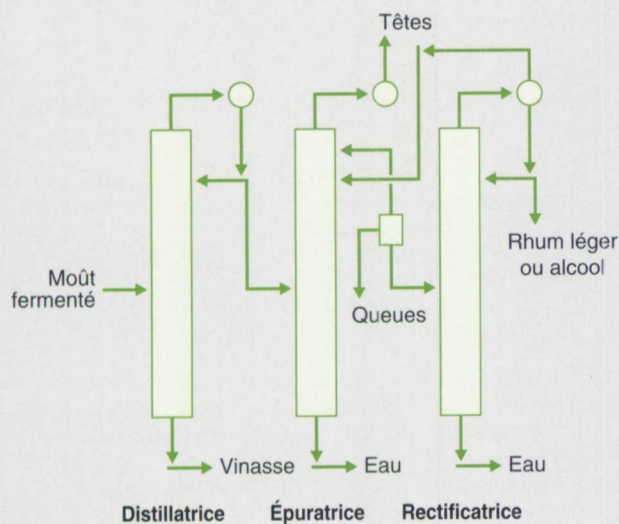


Figure 1. Différents types de dispositif de distillation en rhumerie. A : alambic discontinu ; B : colonne simple (d'après Maldonado *et al.* [24]) ; C : Dispositif multi-étagé (d'après Maldonado *et al.* [24]).

Figure 1. Rum distillation devices. A : pot-still distillation ; B : single column distillation device ; C : multi-stage device.

restée relativement faible jusque vers le début du XIX^e siècle (3 à 4 millions de litres en moyenne par an pour la Martinique, la Guadeloupe et la Guyane réunies), dépassa les 21 millions de litres en 1892. Parallèlement à cet accroissement, des modifications profondes ont affecté la structure de l'industrie rhumière et les techniques de fabrication.

Des centrales sucrières apparurent à partir de 1865 et s'annexèrent des distilleries pour le traitement de la mélasse. Des contraintes de prix et de quantité conduisirent à la mise en place, dès 1818 à Saint-Pierre à la Martinique, outre des alambics sans repasse, des colonnes simples (*figure 1b*), de type créole, pour augmenter la productivité. Les colonnes créoles permettent de distiller des vins, ou moûts fermentés, contenant 4 à 5 % (vol.) d'éthanol. Ordinairement, elles comportent trois à cinq plateaux en concentration, ce qui permet d'obtenir, au coulage, des distillats à 60-70 % (vol.) d'éthanol. Le rhum qui est distillé à trop haut degré perd de ses qualités aromatiques. L'épuisement doit comporter au moins quinze plateaux pour qu'il n'y ait pas de pertes d'alcool dans les vinsasses. Toute la partie épuisement (soubassement, tronçons et plateaux) peut être en acier inoxydable mais il est très important que la partie concentration (plateaux et col de cygne) soit en cuivre. La catalyse oxydative du cuivre à l'égard des produits soufrés a été mise en évidence. Ce type de dispositif de distillation se généralisa aux Antilles françaises vers 1880 ; il ne permit plus l'extraction des têtes et des queues de façon significative. Ainsi, les eaux-de-vie obtenues reflètent la qualité du moût fermenté, sans possibilité de correction des défauts organoleptiques. Les perfectionnements apportés ultérieurement aux appareils, notamment l'optimisation du fractionnement, dispositif à colonne multiple (*figure 1c*), ont permis d'obtenir des produits à caractère léger, exempts de mauvais goûts, mais dépouillés des esters volatils intéressants.

Parallèlement aux centrales sucrières, se développèrent aux Antilles et en Guyane françaises des distilleries dites « agricoles », dont les produits acquièrent une assez grande importance à partir de 1883. Certains propriétaires d'anciennes habitations éloignées des centrales sucrières, plutôt que de leur vendre leurs cannes grevées de frais de transport élevés ou de chercher à obtenir un

tance aux maladies, des caractéristiques spécifiques de localité, etc. En 1921, Jeswiet obtint un clone hybride surnommé « la merveilleuse » (POJ 2878), de loin supérieur aux cannes nobles hybrides naturels par sa résistance aux pathogènes et ses rendements agricole et industriel.

L'accroissement de la consommation d'alcool dans les classes populaires, le libéralisme économique et les crises phylloxériques qui frappèrent les eaux-de-vie de vin catalysèrent, au cours du XIX^e siècle, l'important essor de l'industrie rhumière. La production, qui était

sucré de qualité inférieure, trouvèrent plus avantageux de transformer leurs récoltes en rhum en faisant fermenter les jus soit directement, soit après concentration, ce qui donna naissance au rhum agricole.

La vague hygiéniste post-pasteurienne du début du siècle concerna aussi l'industrie rhumière et provoqua de forts remous. On conclut à la nécessité de remplacer les fermentations spontanées par des fermentations pures [7] et, en 1913, une étude détaillée des levures de rhum [8] amena à prôner la fermentation pure avec des levures sélectionnées. Le souci d'améliorer la productivité était déterminant pour des chercheurs qui pensaient que la flore bactérienne était préjudiciable à la fermentation rhumière, alors que des chimistes attribuaient aux bactéries une part importante dans la formation du bouquet des rhums grand arôme [9, 10].

L'application des fermentations pures entraîna des modifications de conduite. On se contenta d'abord d'améliorer les conditions opératoires des levures spontanées, en abaissant la densité des moûts et en leur ajoutant de l'acide sulfurique, pour abaisser le pH afin de limiter l'activité bactérienne, et du sulfate d'ammonium, pour compléter le milieu en nutriment azoté. Puis, l'emploi des levures acclimatées à certains antiseptiques se répandit. Des améliorations de rendement furent obtenues, mais la qualité aromatique des produits fut sensiblement diminuée car ils devinrent de plus en plus neutres. La plupart des producteurs renoncèrent, par la suite, à l'emploi des levures sélectionnées et conclurent, vers 1920, à la supériorité des fermentations spontanées mixtes qui permettaient d'obtenir des rhums plus corsés, au bouquet plus intense et plus caractéristique.

L'utilisation des écumes et de la vinasse dans la composition des moûts fut peu à peu abandonnée et remplacée par l'eau comme moyen de dilution. Actuellement, la vinasse n'est plus utilisée, sauf dans la préparation des moûts de fabrication des rhums de type grand arôme. Depuis une quinzaine d'années, l'élément nouveau en technologie rhumière est un appoint de la flore de levure de fermentation alcoolique, par apport de levure sèche de boulangerie, bon marché et très disponible. Nous avons sélectionné une souche de levure pour la rhumerie (*encadré 1*).

Éléments de typicité

Les rhums blancs sont présentés sous quatre types, dont trois sont définis dans la réglementation française, par leur taux en non-alcool (ou TNA) et le type de matière première mis en œuvre (*tableau 1*). Si la typicité est ce qui caractérise un produit et permet de le reconnaître, il faut rechercher des éléments de la typicité des rhums dans le non-alcool, ou ensemble des composés autres que l'eau et l'éthanol qui le constituent. Le TNA des rhums aromatiques des Antilles françaises est généralement plus élevé que celui du rhum à caractère léger, dernier-né des quatre types, où la présence et l'activité bactériennes sont faibles, voire inexistantes. Ce paramètre reste cependant moins élevé que celui du rhum grand arôme qui constitue un archétype où l'activité bactérienne atteint un niveau important.

La flore bactérienne est à l'origine de la production d'acidité volatile et de précurseurs de composés aromatiques tels que des esters. Les rhums issus de milieux où l'activité bactérienne dépasse des limites acceptables vis-à-vis de la qualité des produits ont une acidité volatile élevée (> 15 mEq/l) [13] et contiennent des substances indésirables telles que l'acroléine [14] et le butanol-2, marqueurs de problèmes bactériens. Le taux d'acide formique dans les rhums peut aussi être un élément d'appréciation d'éventuels problèmes bactériens et, donc, de la qualité [15].

La chimie des rhums laisse apparaître l'acide propionique comme singularisant le rhum au sein des eaux-de-vie, du fait des teneurs relativement élevées observées [16]. Le niveau de formation d'acide propionique est lié à une activité des levures de fermentation, qui semble spécifique dans les milieux à base de dérivés de la canne à sucre [17]. Des bactéries inven-

Encadré 1

***Saccharomyces cerevisiae* var. *cerevisiae* 493 EDV, une levure spécifique de rhumerie**

Les principales caractéristiques techniques de cette souche sont :

- pH optimal = 4,5 ;
- température optimale = 33 °C ;
- rendement de la fermentation alcoolique = 0,595 litre d'alcool pur/kg d'équivalent glucose (l ap/kg glucose) ;
- productivité d'éthanol = 3,0 g/l/h.

Cette levure améliore la productivité et le rendement fermentaire, comparativement aux fermentations spontanées et à celles menées avec apport de levure d'appoint d'œnologie ou de boulangerie et montre, par rapport à celle-ci, une bonne occupation du milieu et un meilleur taux de cellules vivantes. Possédant le caractère « *killer* », elle inhibe certains types de levures. Elle garde une bonne activité à une température de 36 °C et ne provoque pas l'apparition de mauvais goûts dans les produits.

Les rendements de la transformation sucre-alcool habituellement obtenus en distillerie sont relativement faibles (0,52 l ap/kg glucose sur mélasse et 0,47 l ap/kg glucose sur jus de canne), alors que le rendement optimum est de l'ordre de 0,60 l ap/kg glucose.

Nous travaillons à l'amélioration de l'efficacité fermentaire de la levure, par apport d'extraits stéroliques, de boue de défécation de sucrerie, dans les moûts [11].

Les levures constituent avant tout un facteur d'efficacité technique de la transformation sucre-alcool tout en ayant une part dans la synthèse des composants et des précurseurs d'arômes. C'est, par exemple, le cas dans la formation des acides gras volatils, dont la synthèse est modulée, en fonction de la souche, par la teneur en acide citrique de la matière première [12].

***Saccharomyces cerevisiae* var. *cerevisiae* 493 EDV, a rum yeast**

Summary

Rum technology and typicality factors in the French West Indies

L. Fahrasmane, B. Ganou-Parfait, F. Bazile, P. Bourgeois

Rum has been produced in the French West Indies since the 17th century. The changes in production since then have been influenced by technical, economic and qualitative factors.

Rum must not only have its typical organoleptic qualities but also be competitive on the international market, and this requires technological progress. Through yeast-strain selection, we have contributed towards improving alcoholic fermentation in cane-sugar-based media.

Rum production in the French West Indies is typified by the raw materials (molasses, cane syrup or juice), the microbiology of the fermentation media allowing bacterial activity, and the distillation equipment with its so-called « Creole columns » producing a range of aromatic strengths.

Until the end of the 19th century, slops and froth were used in making the musts. Following Pasteur's work, a new understanding of hygiene led to these substances being replaced by water, with the result that Saccharomyces yeasts replaced the Schizosaccharomyces as alcoholic fermentation agents.

Distillation equipment has also progressed. That used today depends on the type of rum produced (figure 1).

Cahiers Agricultures 1996 ; 5 : 83-8.

torisées dans les milieux de la distillerie contribuent à la formation d'acide propionique. Ce sont des *Propionibacterium*, des *Bacillus* et des *Clostridium*.

Les alkylypyrazines semblent présenter un intérêt certain pour la différenciation analytique entre rhum blanc agricole et rhum blanc industriel. Compte tenu des seuils de perception de ces composés, on peut penser qu'ils participent à l'arôme de certains rhums par des notes olfactives de brûlé, de caramel et de cuir [18].

L'outil de production, à travers l'utilisation de la colonne à distiller de type créole, conditionne le niveau quantitatif du TNA (il diminue quand le degré de coulage s'élève) par le faible nombre de plateaux en concentration (trois à dix) qui, lui-même, agit sur le degré de coulage du distillat en le limitant (60 à 80 % (vol.) d'éthanol) ; la réglementation permet de distiller jusqu'à 96 % (vol.) d'éthanol.

La damascénone est présente dans la mélasse [19]. Il a été montré qu'un isomère de ce composé, au même spectre de masse, a une odeur caractéristique de rhum [20]. Cette cétone et son isomère présumé, identifiés dans d'autres produits d'origine végétale, pourraient, sur la base de considérations quantitatives,

être un facteur de différenciation des rhums au sein des eaux-de-vie.

Les conditions de fabrication des rhums (microbiologie fermentaire et distillation) ainsi que la matière première contribuent donc à l'élaboration de leur typicité analytique. Il y a un travail d'analyse sensorielle à faire pour décrire cette typicité, en caractérisant les composantes auxquelles il faudra veiller pour l'amélioration de la compétitivité des rhums.

Perspectives et conclusion

Aux Antilles françaises, la production rhumière doit, pour rester compétitive, adopter des méthodes de fermentation ne laissant pas place aux aléas des fermentations spontanées. Le souci de produire des rhums aromatiques, que ce soit à partir de la mélasse ou du jus de canne, doit passer par le suivi de protocoles rigoureux tenant compte des aspects suivants : utilisation de levures sélectionnées, contrôle de la flore bactérienne, choix rationnel des paramètres de

distillation, gestion de la qualité des matières premières, des produits et sous-produits (encadré 2).

La conduite raisonnée des fermentations par acidification des moûts (afin de contenir, dans des limites appropriées, la présence et l'activité de la flore bactérienne), le contrôle de la température et l'utilisation de levures sélectionnées pour la rhumerie permettent une fermentation active avec un temps de latence réduit. Cette façon d'opérer laisse la place à une expression bactérienne positive à l'égard de la qualité et de l'authenticité des produits.

L'évolution potentielle des techniques séparatives - augmentation du nombre de plateaux (vingt à trente) dans la partie concentration des colonnes, recours à la distillation sous vide, à la pervaporation et à l'osmose inverse - devrait permettre l'extraction sélective de certains composés volatils qui, présents en trop grande quantité, masquent l'expression des notes de la typicité. On arriverait ainsi à mieux exprimer cette dernière, en dépit de la diminution du TNA, selon des profils préétablis de produits dans lesquels l'éthanol devient de plus en plus un vecteur d'arômes [22, 23].

Il faut, par ailleurs, chercher à tirer le meilleur parti des signes de qualité (AOC, label...) liés à la réglementation.

Si, à l'origine, la rhumerie était une annexe de la sucrerie, il n'en est pas de même avec la distillerie agricole, aux Antilles françaises, qui est une structure de production à part entière dont les besoins qualitatifs en matière première pourraient être envisagés de façon spécifique, en fonction de considérations fermentaires et des propriétés aromatiques des produits. En effet, la production de rhum agricole pourrait bénéficier d'une matière première mieux adaptée à ses particularités que les hybrides utilisés en sucrerie, par sélection de variétés plus riches en non-sucre (azote, phosphore, magnésium...) et en précurseurs aromatiques, afin de mieux répondre aux besoins nutritionnels des agents de la fermentation et de renforcer la typicité liée à la matière première ■

Remerciements

Ils s'adressent à R. Pichy, M.L. Saint-Marc et C. Galas, de l'Inra de Pointe-à-Pitre dont la collaboration technique nous a été précieuse.

Traitement des eaux résiduaires et protection de l'environnement en rhumerie

La production rhumière engendre des résidus (vinasses) à forte charge polluante (250 kg de DCO/m³ d'alcool pur en distillerie agricole ; 1 500 à 1 900 kg de DCO/m³ d'alcool pur en distillerie de mélasse). Ce secteur d'activité est de plus en plus amené à intégrer, en aval de ses schémas de travail, des mesures pour la protection de l'environnement. Pour traiter les eaux résiduaires de rhumerie, on peut avoir recours à divers procédés : l'évaporation-incinération, l'épandage-irrigation, le lagunage anaérobie, la production de biomasse et la digestion anaérobie. Cette dernière voie, tout en réduisant la charge polluante organique, produit du biogaz combustible. Elle permet, dans le cas d'une unité de production de rhum de mélasse, de dépolluer l'effluent à 65 % avec une production de biogaz valorisable, fournissant 60 % de l'énergie nécessaire au fonctionnement de la distillerie. Le traitement des eaux résiduaires de la distillerie agricole, dont la DCO varie de 15 à 25 g/l avec un rapport DBO/DCO de 0,5, est plus aisé que celui des eaux de la distillerie de mélasse dont la DCO varie de 90 à 120 g/l avec un rapport DBO/DCO de 0,2 à 0,4 [21]. En effet, des taux d'épuration de la charge organique de plus de 90 % sont obtenus.

Treatment of wastewater and environmental protection

teurs à micro-organismes fixés. In : *Actes du Colloque sur les rhums traditionnels*. Pointe-à-Pitre : CRITT-BAC, 1994 : 219-42.

22. Escudier JL. La distillation des rhums : typicité et récupération d'arômes. In : *Actes du Colloque sur les rhums traditionnels*. Pointe-à-Pitre : CRITT-BAC, 1994 : 187-205.

23. Cogat P. Technologies applicables à l'atelier de distillation pour éliminer les composés négatifs, pour composer le profil aromatique. In : *Actes du Colloque sur les rhums traditionnels*. 1994 : 163-86.

24. Maldonado O, Espinosa R, Rolz C, Humphrey AE. Technical details of a process to manufacture industrial alcohol from sugar cane. *Ann Technol Agr* 1975 ; 24 : 335-42.

Résumé

De ses débuts, au XVII^e siècle, jusqu'à nos jours, la production rhumière a connu des évolutions technologiques liées à des possibilités techniques et économiques ainsi qu'à des considérations qualitatives. Tout en gardant leur typicité, les rhums à caractère aromatique des Antilles françaises doivent assurer, par des évolutions techniques, leur compétitivité commerciale. Nous y avons contribué en sélectionnant une souche de levure de fermentation alcoolique pour des milieux à base de canne à sucre.

Les itinéraires de fabrication des rhums, aux Antilles françaises, sont caractérisés par la matière première (mélasse ou jus de canne), la microbiologie des milieux de fermentation qui laissent la place à une activité bactérienne et le dispositif de distillation avec des colonnes dites créoles. Les produits qui en sont issus sont aromatiques, intermédiaires entre les rhums corsés du type grand arôme et les rhums légers.

Jusque vers la fin du XIX^e siècle, les vinasses et les écumes étaient utilisées pour la préparation des moûts. Des considérations hygiénistes, liées aux travaux de Pasteur, entraînent le remplacement de ces substances par de l'eau. Il en résulta l'apparition de levures spontanées, du type *Saccharomyces* comme levure de fermentation alcoolique à la place des *Schizosaccharomyces*. Les dispositifs de distillation ont évolué dans le temps. Ceux qui sont actuellement employés sont fonction du type de rhum produit.

Références

1. Fahrasmane L. Rum. In : *Encyclopedia of Food Science Food Technology and Nutrition*. Londres : Academic Press, 1993 : 3941-6.

2. Borghese T. Rhum, rhum agricole, rhum traditionnel. Définitions légales. In : *Actes du Colloque sur les rhums traditionnels*. Pointe-à-Pitre : CRITT-BAC, 1994 : 51-4.

3. Meyer J. *Histoire du sucre*. Paris : éditions Desjonquères, 1989 ; 335 p.

4. Fahrasmane L. Canne à sucre et rhum à travers le temps. In : *Actes du Colloque sur les rhums traditionnels*. Pointe-à-Pitre : CRITT-BAC, 1994 : 330-5.

5. Porter GR. *The nature and properties of the sugar cane*. Londres : Smith, Elder & Co., 1830 : 93-102.

6. Le Normand. *L'art du distillateur des eaux-de-vie*. Paris : éditions Chaignieau, 1817 ; 112 p.

7. Pairault E. A. *Le rhum et sa fabrication*. Paris : C. Naud, 1903 ; 292 p.

8. Kayser E. Contribution à l'étude des ferments et de la fermentation des rhums. *Ann Sci Agric* 1917 ; 34 : 297-322.

9. Allan C. Report on the manufacture of Jamaica. Sugar exp. Stat. Report, for 1905, 119-140. *West Ind Bull* 1906 ; 7 : 141-2.

10. Ashby SF. Studies of fermentation in manufacture of Jamaica rum. *Inst Sug J* 1909 ; 7 : 243-51 et 300-7.

11. Fahrasmane L, Bourgeois P. Apport d'extraits stéroliques de cire de canne à sucre en fermentation alcoolique. In : *Actes du Colloque sur les rhums traditionnels*. Pointe-à-Pitre : CRITT-BAC, 1994 : 128-35.

12. Fahrasmane L, Parfait A, Jouret C, Galzy P. Production of higher alcohols and short chain fatty acids by different yeast used in rum fermentations. *J Food Sc* 1985 ; 50 : 1427-36.

13. Fahrasmane L, Parfait A, Jouret C, Galzy P. Étude de l'acidité volatile des rhums des Antilles françaises. *Indus Alim Agr* 1983 ; 100 : 297-301.

14. Lencrerot P, Parfait A, Jouret C. Rôle des Corynébactéries dans la production d'acroléine (2-propénal) dans les rhums. *Indus Alim Agr* 1984 ; 101 : 763-5.

15. Jouret C, Pace E, Parfait A. L'acide formique composant de l'acidité volatile des rhums. *Indus Alim Agr* 1990 ; 107 : 1239-41.

16. Suomalainen H. Quelques aspects généraux de l'arôme des boissons alcooliques. *Ann Techno Agr* 1975 ; 24 : 453-67.

17. Fahrasmane L. *Contribution à l'étude de la formation des acides gras courts et des alcools supérieurs par des levures de rhumerie*. Thèse de doctorat de troisième cycle. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. 1983 ; 171 p.

18. Jouret C, Pace E, Parfait A. Différenciation analytique des rhums agricoles et industriels par les alkylpyrazines. *Annales des falsifications de l'expertise chimique et toxicologique* 1994 ; 87 : 85-90.

19. Godshall MA. Minor constituents identified in the sugarcane plant and sugarcane products. *SPRI short report* 1984 ; 3 : 9 p.

20. Dubois P, Rigaud J. Étude qualitative et quantitative des constituants volatils du rhum. *Ann Techno Agr* 1975 ; 24 : 307-15.

21. Bories A, Bazile F, Lartigue P. Traitement anaérobie des vinasses de distillerie en diges-