

Gimel (1) a observé que le sous-nitrate de bismuth et le protochlorure d'étain exerçaient, à doses très faibles, une action remarquable sur l'activité des levures. Le sel d'étain surtout, ajouté aux moûts dans la proportion de 1/10.000, produit un accroissement de rendement en alcool de 4 % environ par rapport au témoin. La fermentation est également plus rapide. Cependant Peck et Deerr n'ont pu constater d'augmentation de rendement par l'emploi de chlorure d'étain avec les moûts de mélasse de canne. Le sulfate de Mn, à la dose de 1 gr par litre, leur a donné un accroissement de 1 %, mais seulement en l'absence de fluorure d'ammonium.

Signalons enfin qu'Owen (2) a observé que par une courte exposition des moûts de mélasse de canne aux rayons ultra-violet, la rapidité de la fermentation et aussi le rendement en alcool étaient augmentés. Le pouvoir ferment de la levure étant accru, il serait possible de réduire de 24 % la quantité de levain utilisée.

Emploi des antiseptiques.

En distillerie, on entend par antiseptiques des substances qui favorisent la fermentation alcoolique et gênent les ferments secondaires. Au sens large du mot, l'acide sulfurique et les autres acides, minéraux ou organiques, sont donc des antiseptiques. Toutefois on désigne plus spécialement ainsi des produits qui, ajoutés au moût en petites quantités, paralysent les ferments étrangers tout en permettant le travail de la levure accoutumée.

Les antiseptiques les plus utilisés dans les industries de fermentation sont l'anhydride sulfureux et l'acide fluorhydrique. On a aussi préconisé le formol, le sulfate de cuivre, etc...

L'*anhydride sulfureux*, très employé en vinification, ne peut être utilisé en distillerie. Il donne, en effet, naissance par hydrogénation diatomique à de l'hydrogène sulfuré. Ce gaz, ainsi qu' SO_2 libre, se combinent à l'alcool pendant la distillation, pour former des sulfures et des sulfites d'éthyle, dont le goût et l'odeur désagréables déprécient l'eau-de-vie. Il en est de même du bisulfite de soude, qui donne, par réduction, de l'hydrogène sulfuré.

Le *formol* sert surtout pour le nettoyage du matériel (cuves, conduites, etc.) On a aussi songé à l'ajouter aux moûts. A faible dose (100 cc. du formol du commerce pour 3.000 l. de moût ou 200 l. de levain), il ne nuit pas à la levure et protège la diastase. L'addition de 0.5 cc par litre permet d'obtenir des fermentations très pures et un rendement en alcool plus régulier (Lange). Les levures peuvent s'acclimater facilement au formol : cette acclimatation s'accompagne de la production intensive d'un principe oxydant, qui transforme l'aldéhyde en acide formique et qui joue le rôle d'anticorps (Effront). Suivant Cluss, le formol est toutefois moins avantageux, en ce qui concerne le rendement en alcool, que l'acide fluorhydrique et, selon Krassnikoff, il gênerait le développement de la levure.

Le *sulfate de cuivre* a donné à Pozzi-Escot et à Denys (3) des résultats intéressants dans la fermentation des mélasses de canne. En pratique 100 mg de ce sel par litre suffisent pour obtenir des fermentations pures et actives.

Denys (4) a proposé l'emploi de l'*acide salicylique*, à une dose comprise entre 1/40.000 et 1/50.000 du volume du moût. Ce produit aurait une action antiseptique puissante, particulièrement à l'égard des bactéries acétiques. En même temps, il entraverait l'action des oxydases et augmenterait le pouvoir fermentatif de la levure. L'auteur prétend avoir pu obtenir, par l'emploi de l'acide salicylique, des augmentations de rendement de 35 à 40 % dans les distilleries de mélasse de canne au Paraguay. La fermentation est également accélérée.

L'*hypochlorite de chaux* (eau de Javel) a été préconisé par Alliot et Gimel pour la préparation des levains (50 gr d'hypochlorite par hl de moût). Ce

(1) C. R. CXIII, 1674, 1908.

(2) Food Ind. V, 252, 1934.

(3) Bull. Ass. Chim. XL, 113, 1933.

(4) Bull. Ass. Chim. XLIX, 279, 1932.

produit accélère, à faible dose, la multiplication cellulaire et possède une action bactéricide prononcée. D'autre part, il oxyde l'acide sulfureux et les sulfites, pour les transformer en acide sulfurique et en sulfates. Son utilisation peut en conséquence être très intéressante dans le cas des mélasses obtenues par le procédé de la sulfitation, lesquelles renferment des sulfites de Na, K, Ca, susceptibles d'être réduits par la levure et de fournir des produits à odeur désagréable. L'eau de Javel a été expérimentée par Auffret à la Guadeloupe, dans la fermentation des mélasses de canne. A la dose de 05 mg de Cl par litre, elle a permis d'obtenir un bon rendement en alcool, supérieur à celui d'un moût additionné de 125 gr d'acide sulfurique par hl.

D'après Krassnikoff (1), le traitement des moûts de mélasse au chlore stimule le bourgeonnement des levures, si la dose n'est pas trop forte. Le Cl permet à l'oxygène d'agir activement sur la respiration des cellules et il modifie probablement le milieu dans un sens favorable au développement de la levure.

L'acide fluorhydrique et les fluorures constituent pratiquement les seuls antiseptiques dont l'emploi soit largement répandu en distillerie. HF, dont l'utilisation a été proconisé pour la première fois par Effront, est un antiseptique puissant contre les bactéries, même à dose faible : 5 à 10 gr d'acide fluorhydrique industriel (à 30 %) par hl de moût suffisent à arrêter toute multiplication de ces organismes.

Les levures peuvent être accoutumées facilement à supporter de fortes doses de HF, en les faisant vivre en présence de quantités croissantes de cet acide (jusqu'à 36 gr de HF par hl). Suivant Effront, dans cette accoutumance, la levure s'enrichit de plus en plus en chaux, qui immobilise l'acide fluorhydrique dans le protoplasma à l'état de fluorure de Ca insoluble. Il y a diminution des taux de glycérine et d'acide succinique formés et augmentation de la quantité d'alcool. Le pouvoir ferment de la levure augmente en même temps qu'est réduite l'intensité de la multiplication. D'après McNelly et McLean, le fluor diminue fortement la proportion de glycogène dans les cellules. Les levures acclimatées gardent leur accoutumance après une série de cultures. Elles arrivent par ailleurs à se développer dans des milieux très différents les uns des autres et qui par eux-mêmes leur sont particulièrement antipathiques, mais elles supportent mal les modifications de ces milieux, (Lévy (2) On peut ainsi réaliser des fermentations industrielles pratiquement pures, sans stérilisation, en introduisant dans les moûts une quantité d'antiseptique qui arrête le développement de tous les ferments, sauf celui de la levure acclimatée.

Certains sels de l'acide fluorhydrique, notamment les fluorures de Na, Am, Al, possèdent les mêmes propriétés que l'acide lui-même. Ils sont toutefois moins énergiques : pour obtenir le même résultat qu'avec 5 gr. de HF, il faut 35 à 40 gr. de fluorure de sodium, par exemple, par hectolitre.

La quantité de fluorure employée influe considérablement sur le rendement (Pérard), l'optimum variant avec la qualité du moût et la race de levure. Elle sera d'autant faible que le moût sera plus acide et plus pauvre en matières nutritives. Il importera en conséquence de déterminer expérimentalement la dose optima pour un milieu déterminé et la race de levure employée. Même avec une levure non accoutumée, l'addition de fluorure améliore le rendement, à condition toutefois que la dose soit faible et ne dépasse pas 1 à 2 gr. par hl. Dans la pratique industrielle, on utilise habituellement le fluorure à la dose de 10 gr. par hl, mais celle-ci gagnerait parfois à être augmentée. Dans une expérience effectuée par Pérard (3), le rendement en alcool % de sucre, de 58.90 avec 10 gr. de fluorure à l'hl. était porté à 61.30 avec 20 gr et à 62.60 avec 40 gr. de l'antiseptique.

L'emploi de l'acide fluorhydrique et des fluorures est particulièrement indiqué dans les distilleries fabriquant de l'alcool industriel. En rhummerie, il

(1) Bull. de la Dist. de P. U. R. S. S. N 2, 1937.

(2) Microbes et distillerie. Paris, 1900.

(3) C. R. 5. Cong. Int. des Ind. Agr. 202, 1937.

présente l'inconvénient de réduire fortement le taux des éléments secondaires aromatiques et de donner des produits qui, au point de vue organoleptique, tendent à se rapprocher de l'alcool neutre.

Dans certains pays producteurs de rhum, ces antiseptiques sont cependant utilisés sur une certaine échelle. Il en est ainsi notamment à la Guadeloupe, où le plus souvent on ajoute aux moûts de mélasse et de vesou, une dose de fluorure de Na variant, suivant les établissements, entre 5 à 20 gr. par hectolitre. Les fermentations sont pures et rapides (24 à 48 h.), mais le coefficient d'impuretés du rhum descend dans certains cas au-dessous de 200 et dépasse rarement 350 (Auffret). Le taux des acides volatils est particulièrement faible.

En Guyane anglaise, l'acide sulfurique est aussi remplacé par le fluorure d'Am dans quelques distilleries (N. Deerry).

Il ne semble pas qu'il y ait lieu de préconiser l'emploi des antiseptiques vrais en rhumerie, l'augmentation de rendement qu'ils permettent d'obtenir ne compensant pas la diminution de la qualité du produit.

Addition de produits divers aux moûts

Dans les procédés primitifs de fermentation des jus ou mélasses de canne, en vue de la fabrication du rhum ou de vins destinés à la consommation directe, on ajoute souvent aux moûts des feuilles et des écorces d'arbre, des jus de fruit, etc... D'autre part, au cours de ces derniers temps, divers expérimentateurs ont étudié l'action sur la fermentation des substances inertes (charbon, bagasse, etc) et obtenu dans certains cas des résultats dignes de retenir l'attention.

Feuilles et écorces.

Charpentier de Cossigny écrivait au commencement du XIX^e siècle, au sujet de la fabrication des « eaux-de-vie de sucre » :

« J'ai dit dans mes « Mémoires sur la fabrication des eaux-de-vie de sucre » que les Indiens en fabriquent deux sortes avec le « jagre », qui est une substance saccharine grossière qu'ils extraient du suc du cocotier ou du palmier ; ils la mêlent avec de l'eau, la font fermenter et la distillent. L'une, faite sans soin, est très mauvaise ; elle a une odeur très désagréable, et n'est consommée que par le bas peuple ; la seconde se nomme « araque-pattai » ; elle est plus chère et préférable à l'autre. Elle prend ce nom d'une espèce d'acacia qui fournit une gomme très belle, jaune et transparente... Les Indiens enlèvent les écorces de cet arbre qu'ils nomment « pattai » (1) et l'ajoutent à la liqueur qu'ils distillent. J'en ai essayé sur le vesou fermenté ; cette écorce lui a donné de la qualité...

« Les feuilles de l'arbre nommé « attier » dans les Indes et aux Iles Africaines, et « pommier canelle » (2) à Saint-Domingue, mêlées à la grappe dans l'alambic, donnent aussi bon goût à la liqueur que l'on distille.

« Les Madecasses de Foule-Pointe, situé à la côte de l'Est de Madagascar, font une liqueur enivrante avec le suc des cannes ; ils y ajoutent avant la fermentation des feuilles d'ambrevade (3) ; elles ont un peu d'amertume, mais elles ont la propriété d'augmenter la force de la liqueur... »

Nous avons reproduit cette citation, car les indications qui y figurent ont été maintes fois répétées dans les ouvrages ou les articles relatifs à la fabrication du rhum, et ceci jusqu'à ces dernières années.

Suivant Gibbs, Holmes et Agcaouli, les indigènes des Philippines emploient dans la fabrication du « basi », boisson fermentée à base de jus de canne, des écorces, feuilles et fruits du « samak » (*Macaranga tanaria* Muell-Arg.), et dans

(1) La plante connue de nos jours en Malaisie sous le nom de « pattai » est le *Parkia speciosa* Hassk.

(2) *Annona squamosa* L.

(3) *Cajanus indicus* Spreng.

celle du « tuba », autre boisson fermentée également à base de vesou, des racines broyées de « lankawas » (*Cordyline terminalis* Willd).

Guanzon et Megia (1) ont constaté que les feuilles séchées de « samak » ajoutées au moût, ont une action non seulement sur le bouquet, mais encore sur le rendement en alcool, qui se trouve sensiblement amélioré. Ils ont obtenu les rendements ci-après (% rendement théorique), en ajoutant à un moût de mélasse de canne à 20° Brix, 12 gr. par litre de feuilles (séchées à l'air), de divers végétaux : *Macaranga tanaria*, *Macaranga bicolor*, *Cajanus indicus*, *Areca catechu*. L'échantillon avec sulfate d'Am avait reçu 1 gr. de ce sel par litre.

Durée de la fermentation	Témoin	Sulfate d'Am	Macaranga tanaria	Macaranga bicolor	Cajanus indicus	Areca catechu
24 h.	32.29	71.54	37.30	32.32	34.54	19.77
48 —	80.59	87.02	61.71	64.46	60.33	68.90
72 —	80.50	79.49	79.56	74.73	78.44	85.41
96 —	71.54	74.78	89.46	84.17	84.33	78.97
120 —	69.02	66.52	81.33	75.00	78.46	70.85

Ces chiffres montrent que les végétaux étudiés donnent des résultats comparables au sulfate d'Am en ce qui concerne le rendement alcoolique, mais que la fermentation est moins rapide. Lorsque le sulfate d'Am revient très cher ou qu'il fait même défaut par suite des circonstances spéciales (guerre, etc.), on peut donc envisager son remplacement par des feuilles de plantes locales, de préférence celles de la feuille des Légumineuses, riches en azote. Les auteurs ci-dessus n'ont pu d'ailleurs préciser à quelle matière constitutive était due l'action stimulante des feuilles utilisées.

Jacquemin (2) a étudié le développement des principes aromatiques, par fermentation alcoolique en présence de certaines feuilles. Partant de l'hypothèse que la saveur caractéristique des fruits était due à des glucosides élaborés par les feuilles (même lorsque celles-ci ne possèdent pas de parfum propre, comme dans le cas des pommiers par exemple) et passant par la suite dans le fruit, où ils subissent un dédoublement en glucose et en un principe aromatique, il a ajouté des feuilles de pommier et de poirier à un liquide sucré qu'il fit fermenter au moyen d'une levure ne donnant pas par elle-même de bouquet. Il a pu constater qu'au cours de la fermentation, le liquide dégageait une odeur prononcée de fruit et que l'eau-de-vie obtenue possédait un fin bouquet de pomme ou de poire. La levure, comme la cellule végétale, a donc le pouvoir de dédoubler, au moyen de diastases, les glucosides qui sont mis à sa disposition. Certains produits aromatiques se présentaient comme très volatils et se dégagèrent en grande partie au cours de la fermentation : la distillation avant la fin complète de la fermentation alcoolique permettait d'avoir un bouquet plus net et plus prononcé.

Jacquemin a même observé, en immergeant des feuilles de vigne, de divers cépages, dans des moûts de composition identique, fermentant sous l'influence de la même levure, que les liquides obtenus avaient des bouquets différents. L'introduction des feuilles entières ou hachées dans les moûts de raisin communiquait toutefois à ceux-ci un goût désagréable, rappelant la feuille séchée, qui masquait en partie les principes odorants engendrés. L'auteur a pu parer à cet inconvénient en préparant, par diffusion et concentration, des extraits sirupeux de feuilles. Il conclut d'expériences faites sur une échelle industrielle que l'addition d'extraits de cépages de grand crû, même à la dose minime de 1/1000, permettrait d'améliorer sensiblement la qualité des vins et constituerait un adjuvant précieux pour la vinification par les levures pures.

Dans les études sur la fabrication du rhum, on trouve assez souvent signalé l'addition au moût de jus de fruit : oranges sures (*Citrus aurantium* L.), ci-

(1) Sugar News XIX, 227, 1938.

(2) C. R. CXXV, 114, 1897 ; CXXVIII, 369, 1899.

tron galet (*Citrus aurantifolia* Swingle), ananas (*Ananas comosus* (L.) Merrill) etc. Ces jus sont surtout utilisés par les petits fabricants pour mettre en marche les premières cuves. Ils agissent principalement par la levure et l'acidité qu'ils apportent au moût. Parfois aussi, ils enrichissent l'eau-de-vie de produits aromatiques, surtout lorsqu'on les ajoute au moût déjà fermenté. C'est ainsi qu'à la Jamaïque, par exemple, pour donner au rhum un arôme fruité on introduit parfois des ananas et des goyaves dans la chaudière de l'alambic (Thorpe) (1).

L'addition de morceaux de canne à sucre au moût est aussi mentionnée par les anciens auteurs, dans la fabrication du rhum Jamaïque.

Signalons enfin que dans la préparation du « raji », levain employé pour la fabrication de l'arak de Batavia, entrent diverses plantes aromatiques : ail, galanga, cannelle, gingembre, anis, etc....

Charbon et matières inertes.

L'action des matières inertes sur la fermentation a été signalée depuis un certain nombre d'années. Dès 1913, Söhngen (2) a étudié l'influence du papier filtre, de l'argile et de la terre de jardin, et constaté que ceux-ci stimulaient la fermentation. Neuberg (3), puis Abderhalden (4), ont noté l'action favorable exercée par les colloïdes. Ce dernier auteur a montré qu'en présence de noir animal, il se formait des quantités plus importantes de glycérine et surtout d'aldéhyde acétique, laquelle est absorbée en partie par le charbon. Ivekovic (5) a attribué l'action accélératrice exercée par le noir animal en partie à l'absorption des substances toxiques qui retardent la fermentation et en partie à un dégagement plus important de CO₂.

D'après Owen et Denson (6), l'action stimulante des charbons végétaux sur la fermentation des mélasses de canne, quoique déjà prononcée avec les moûts de sensibilité ordinaire, est plus particulièrement marquée dans les solutions à forte densité. Elle est aussi relativement plus accentuée, lorsque la concentration en ions H est plus faible et plus éloignée de l'optimum convenant à la levure. Le charbon interviendrait à la fois en facilitant le dégagement de gaz carbonique, en accélérant la transformation de l'aldéhyde acétique en alcool et en stimulant la multiplication des cellules de levure. Cette stimulation serait attribuable, d'une part à l'absorption des substances toxiques du milieu et d'autre part probablement à une action catalytique exercée par le charbon.

Le charbon pulvérisé a été utilisé industriellement en distillerie de mélasse. Lamont (7) par exemple signale son emploi à l'usine de Cucau, à Pernambouc (Brésil), et les résultats très satisfaisants obtenus. Le moût, préparé à partir de mélasses de canne et ayant une densité d'environ 14° Brix, est additionné de charbon de raffinerie épuisé (Suma-Carb, Carboraffin, etc.) à la dose de 6 kg par 22.000 litres de liquide. Les fermentations sont rapides et se terminent brutalement : les cuves sont mûres au bout de 26 heures, au lieu de 36-40 heures, lorsque l'on n'utilise pas de charbon. Quant au rendement alcoolique, de 441 % auparavant, il a été porté à 5.35 %, ce qui correspond à une augmentation de 22 %. Il a été constaté en outre que la quantité de charbon nécessaire variait avec la saison, la variété de canne et les conditions climatiques.

Bagasse de canne.

La récupération, par leur transformation en alcool, des matières sucrées contenues dans la bagasse, a retenu depuis longtemps l'attention. Déjà en 1862,

- (1) A Dictionary of applied chemistry V, 716, London 1921-26.
- (2) Zent. Bakt. Parasit. XXXVIII, 621, 1913.
- (3) Biochem. Z. LXXXVIII, 146, 1918; OXXI, 215, 1921.
- (4) Ferment Forschung V, 89, 1921; V, 255, 1922.
- (5) Biochem. Z. CLXXXIII, 451, 1927.
- (6) Zent. Bakt. Parasit. LXXVII, 481, 1929.
- (7) Int. Sugar J. XXIXII, 229, 1931.

Hugoulin (1), pharmacien de la Marine, préconisait de placer la bagasse sortant des moulins dans de grands cylindres fermés, munis à la partie inférieure d'un tuyau d'amenée de vapeur et à la partie supérieure d'un conduit d'évacuation. Une fois la fermentation de bagasse terminée, on fait arriver la vapeur qui entraîne l'alcool formé.

Landes (2) suggérait, en 1899, de faire fermenter la bagasse dans des cuves en bois ouvertes. « L'application de ce procédé à la fermentation de la bagasse serait, écrivait-il, une innovation heureuse. Elle permettrait de récupérer le sucre contenu dans la bagasse sans avoir à faire intervenir, ce qui n'est pas possible pour les rhummeries agricoles, des moulins puissants... La difficulté consiste à avoir une fermentation alcoolique assez rapide pour que la fermentation de la cellulose ait à peine le temps de commencer. Il sera toujours possible d'ailleurs de repasser la bagasse au moulin, pour exprimer la majeure partie du jus fermenté qu'elle contiendra, ce qui la rendra propre à être encore utilisée comme combustible ».

Mais ce n'est qu'à une époque relativement récente que la question de la fermentation de la bagasse a donné lieu à des expériences précises, de la part d'Owen et de ses collaborateurs.

Les premiers essais, effectués par Owen et Bennett (3) en 1925, montrèrent que les sucres fermentescibles contenus dans la bagasse (5 % en moyenne), pouvaient bien être transformés en alcool. D'autre part, l'addition de bagasse à des moûts de mélasse tendait à accélérer la fermentation, mais ne se traduisait pas toujours par une augmentation du rendement.

Les essais entrepris en 1928 par Owen et Denson ont conduit aux conclusions suivantes :

L'addition de bagasse aux moûts de mélasse augmente le rendement en alcool, dans des proportions souvent très appréciables : en employant 100 gr. de bagasse (renfermant 5.12 % de sucres réducteurs) par litre de moût de mélasse à 15° Brix, on a obtenu des accroissements de rendement variant de 0.6 à 9 % (5-6 % en moyenne). Elle accélère aussi la fermentation, qui est réduite d'au moins un tiers dans le cas des moûts ordinaires à 15° Brix, et dans des proportions beaucoup plus grandes si le moût est très concentré. Ainsi, une solution de mélasse à 36° Brix, additionnée de 25 gr. de bagasse par litre, a donné en 48 heures, plus d'alcool que le témoin au bout de 120 heures. Pour produire tout son effet, la bagasse doit être ajoutée au départ de la fermentation. Il n'est nullement nécessaire de la stériliser, ni de la diviser au préalable. Par contre, si on l'ensemence avec du levain avant de la mélanger à la solution de mélasse, la fermentation est plus rapide et le rendement en alcool plus élevé.

La bagasse intervient surtout mécaniquement, en facilitant le dégagement du gaz carbonique, ainsi que la répartition des levures à l'intérieur du moût. Mais son action stimulante tient aussi à d'autres causes inconnues, car la bagasse agit encore quand, placée dans un récipient poreux immergé à l'intérieur du moût, elle n'est pas en contact direct avec le liquide.

La bagasse ne semble pas avoir été utilisée jusqu'ici dans la fabrication du rhum. Les citernes en usage dans les distilleries fabriquant du rhum grand arôme à la Jamaïque sont bien à demi-remplies de bagasse, mais seulement dans le but de faciliter la fermentation acide des produits qu'on y déverse.

CHAPITRE VI

FERMENTATION DES MOUTS

Levures et microbes en rhummerie

L'importance du rôle joué respectivement par les levures et les bactéries dans la fermentation rhummière, et l'intérêt présenté par les cultures pures ont donné lieu à de longues controverses.

Dès 1891, G. Landes, professeur d'histoire naturelle au Lycée de Saint-Pierre de la Martinique, et qui avait étudié dans les laboratoires de France, la technique de la bactériologie, préconisait, l'application à la rhummerie des procédés de fermentations pures qui se répandaient en Europe, et prenait un brevet pour un appareil destiné à la propagation des levures pures.

« L'usage de cet appareil, écrivait-il en 1899 (1), devait permettre de supprimer les irrégularités de la fermentation, d'obtenir un tafia de l'arôme recherché et d'utiliser tout le sucre contenu dans la mélasse fermentescible, dont 15 % en moyenne était absorbé par des fermentations accessoires souvent nuisibles. Je demandais aux industriels de faire l'essai de cet appareil...

« L'essai n'a point été fait. La plupart des personnes ont écouté mes projets d'une oreille distraite, car elles n'étaient point au courant des progrès réalisés dans la voie où je voulais les pousser. D'autres, mieux renseignées m'ont fait les objections suivantes : 1°) Vous chauffez votre appareil pour le stériliser, vous introduisez des frais nouveaux de combustible. Ne vont-ils pas absorber les bénéfiques ? 2°) En travaillant les mélasses comme nous le faisons, nous réalisons des bénéfiques qui nous contentent. 3°) Si l'un de nous se sert de votre appareil, les autres seront obligés de l'imiter, et ce sera un grave inconvénient d'avoir à transformer l'outillage. 4°) Si vous préparez des levures pures, on pourra les porter dans une île voisine, où, dès lors, on fera du rhum aussi bon que le nôtre. Or, nous possédons le monopole de la préparation du bon rhum et nous entendons le garder.

« La première de ces objections avait sa valeur au point de vue industriel, mais je pensais qu'éviter les aléas de la fermentation et obtenir un rhum d'un arôme déterminé devait compenser les dépenses de combustible et l'expérience l'aurait prouvé. Les autres objections étaient surtout valables parce qu'elles étaient formulées dans une île, et ayant compris leur importance, j'ai remis à plus tard mes études sur les levures » (1)

A peu près à la même époque. P. H. Greg, qui avait étudié la chimie des fermentations en Allemagne, conseillait à la Jamaïque l'emploi des levures pures. Au cours de recherches relatives à la nature des principes aromatiques du rhum, il était arrivé à la conclusion que l'arôme de cette eau-de-vie était dû principalement à une huile essentielle spécifique, qui prenait naissance par l'action de certaines levures sur le jus de canne préalablement déféqué à la chaux. Il isola des mouts de rhummerie de nombreuses levures, présentant des qualités très inégales en ce qui concerne la production de l'arôme. La plus intéressante était une levure haute, n° 18, formant à la surface des liquides, un chapeau jaune crémeux (2).

(1) Supplément au Bull. Agr. Martinique, Nov. 1899, 153.

Nous avons reproduit cette citation, un peu digressive, car elle traduit une psychologie « insulaire » toujours florissante dans les Antilles, aussi bien anglaises que françaises.

(2) La levure a été décrite comme espèce nouvelle par Jorgensen, sous le nom de *Schizosaccharomyces mellacei*.

Cette levure faisait fermenter lentement les moûts (10-14 jours), mais provoquait une forte atténuation et donnait un rendement élevé en un rhum très aromatique et d'excellente qualité. Greg pensant en conséquence que l'emploi de cultures pures de certaines levures sélectionnées devait permettre d'obtenir un rhum de qualité plus régulière et meilleure, ainsi qu'un plus fort rendement alcoolique, et probablement de supprimer la *trash cistern* (citerne à bagasse), qui donne lieu à d'importantes pertes de matières sucrées.

Dans les premières années du siècle, Pairault, pharmacien principal des troupes coloniales, après avoir visité les distilleries des principaux pays producteurs de rhum des Indes Occidentales et poursuivi pendant 2 ans dans le laboratoire qu'il installa à Saint-Pierre (Martinique) ses recherches sur la fabrication du rhum, conclut à la nécessité de remplacer les fermentations spontanées par les fermentations pures.

« En résumé, écrit-il dans son ouvrage « Le rhum et sa fabrication » (1903), en me servant de cet appareil (1) pour des fermentations pures, j'ai pu prouver que les bactéries n'intervenaient pas dans la production du bouquet du rhum normal industriel. D'autre part, dans ces fermentations pures, la perte n'a jamais dépassé 6 à 7 % (au lieu de 25 à 30 qui sont habituels à la Martinique), même avec des moûts de composition de 1/3 plus concentrés qu'à l'ordinaire.

« Les bactéries sont donc uniquement nuisibles dans la fermentation du rhum, et il y a tout intérêt à s'en débarrasser ou tout au moins à réduire leur rôle nuisible au minimum. C'est là une nécessité qui s'impose aujourd'hui. Les cuves ne doivent plus être abandonnées aux levures que le hasard y amène ; il faut que la fermentation se produise sous l'influence d'une levure bien connue et pure ».

E. Kayser, directeur au Laboratoire de fermentation à l'Institut Pasteur de Paris, effectua en 1913, une étude détaillée des levures de rhum et des facteurs intervenant dans la fermentation rhummière. Après avoir constaté la complexité de celle-ci, et reconnu l'influence exercée sur la composition du distillat par l'espèce et la race des ferments (y compris les microbes, qui augmentent le taux des impuretés), la composition du milieu, etc., il arrive également à préconiser l'emploi des levures sélectionnées. Le choix des ferments ne devrait pas être limité d'ailleurs aux levures de culture (*Saccharomyces et Shizosaccharomyces*), mais pourrait s'étendre aux levures à voile (*Torula*), aux champignons à forme levure, etc., et comporter l'association de plusieurs levures. Kayser écrit notamment :

« La race de levure (levure basse, schizosaccharomyces, levure à voile), la manière de l'appliquer, la composition du milieu (addition de matières azotées, d'acide, de bisulfite de K, de phosphate de Mn, de fluorure, etc), la durée et la pureté de fermentation, autant de facteurs qui ont de l'influence sur la composition du produit distillé. Il importe donc de faire un choix judicieux de la levure, de connaître ses propriétés, ses exigences en aliments azotés, en acidité et sa température optima, tout en tenant compte du goût de la clientèle...

« Lorsqu'on observera ces diverses précautions, on verra que l'emploi des levures sélectionnées en rhumerie entraînera d'énormes avantages : diminution notable de la durée de la fermentation, rendements meilleurs, produits de composition constante, etc...

« Il est hors de doute que les levures sélectionnées seront de plus en plus appliquées en rhumerie et le jour, peut-être pas trop éloigné, où une grande rhumerie stérilisera ses moûts, les ensemencera avec des levures sélectionnées, judicieusement choisies dans un but déterminé, la composition du rhum pourra changer selon le désir de l'industriel ».

Bettinger, après avoir étudié l'emploi des levures sélectionnées à la Martinique dans les conditions de la pratique industrielle, conseille également l'application des méthodes de fermentation pure, mais en s'adressant de préférence à un mélange de races de levure isolées à partir des cannes de la région.

(1) Récipient cylindrique fermé, d'une capacité utilisable de 500 litres, construit par l'auteur pour obtenir des fermentations aseptiques.

Il conclut de ses expériences :

« Ceci montre que l'allure de la fermentation a été très rapide, et le travail ainsi commencé nous a donné des rendements remarquables, puisque l'augmentation résultant du remplacement du travail par levure spontanée, par le travail en levures pures, a dépassé largement les 20 % qui avaient été annoncés, tout en ayant une régularité absolue dans les fermentations. Quant à la question arôme, nous avons pu faire varier le taux d'impuretés suivant la proportion des différentes levures et la qualité (acidité plus ou moins grande) de la vinasse... On se rend compte combien il est facile de faire varier le taux d'impuretés et d'obtenir un bon rhum tout en augmentant le rendement, ceci en travaillant uniquement à l'aide de cultures pures, sans rien changer aux autres conditions du travail ».

En opposition avec les auteurs précédents, les chimistes qui ont eu à étudier la fabrication du rhum à la Jamaïque sont généralement d'accord pour attribuer aux bactéries une part importante, sinon prépondérante, dans la formation du bouquet des rhums grand arôme.

Allan (1905), spécialiste des fermentations à la station expérimentale sucrière de la Jamaïque, considère que ce bouquet est dû principalement à des esters (acétique, butyrique, etc.), dont la production est surtout l'œuvre de bactéries. La variété des microorganismes et la complexité des réactions qui interviennent dans la fabrication des rhums du type Jamaïque rendraient impossible l'application des méthodes de fermentation pure.

« Les propriétés caractéristiques du rhum Jamaïque, écrit-il, proviennent des liquides sucrés riches en matières albuminoïdes et dont la fermentation est assurée par des levures et des bactéries. Si l'on admet que la différence essentielle entre rhum grand arôme et rhum ordinaire réside dans le taux d'esters, on doit conclure que cette différence est due à la méthode de fabrication, qui favorise fortement le développement et l'action des bactéries productrices d'acides, lesquels, en se combinant à l'alcool, donnent naissance à des esters aromatiques... »

« Les organismes cultivés en mélange fournissent souvent des produits très différents de ceux qu'ils produisent en culture pure. Il peut y avoir interaction entre les produits de la fermentation et des substances complètement nouvelles sont susceptibles d'apparaître. On ne doit pas perdre de vue cette fonction des cultures mixtes, lorsque l'on veut obtenir un bouquet particulier au moyen de cultures pures. Il est presque certain en fait que l'on ne peut se rapprocher qu'approximativement, à l'aide des cultures pures, du rhum à bouquet spécial que nous produisons actuellement... Un contrôle scientifique complet, avec l'emploi des méthodes de culture pure, ne peut être envisagé, mais un contrôle empirique, basé sur les données scientifiques et inspiré de celui en usage dans les distilleries anglaises, devrait être appliqué dans la fabrication du rhum, en vue d'uniformiser la qualité et de réduire les pertes au minimum ».

Ashby, qui succéda à Allan en 1907, admet également que le parfum caractéristique du rhum Jamaïque est dû à des esters d'acides gras à poids moléculaire élevé (acides caprylique, caprique, laurique). S'il a tendance à donner plus d'importance aux levures, principalement aux *Schizosaccharomyces*, comme producteurs d'arôme, il reconnaît cependant le rôle important joué par les microbes, surtout au cours des fermentations préliminaires affectant les écumes, l'« acide » et l'« arôme » dans les citernes à bagasse.

Cousins, chimiste au Service de l'Agriculture, écrivait à la même époque, au sujet des rhums moyennement corsés destinés à l'exportation sur l'Angleterre :

« Ces rhums se distinguent par leur caractère corsé, dû principalement aux esters d'acides à poids moléculaire élevé. Ces acides ne se forment pas à partir des sucres ; ils manquent presque totalement dans les rhums autres que ceux de la Jamaïque et qui sont fournis par des mélasses diluées avec de l'eau, sans vinasse ni écumes acides, et distillés dans des colonnes à haut degré. Nos recherches ont montré que ces acides provenaient de la décomposition bactérienne des levures mortes, que l'on trouve dans les liquides de distillerie à la Jamaïque. Je suis arrivé à la conclusion que les levures qui demeurent dans

les vieilles citernes creusées dans le sol sont pour beaucoup dans la formation de l'arôme délicat que possèdent beaucoup de rhums destinés au commerce métropolitain ».

J. Guillaume, chef de fabrication à l'usine du Galion (Martinique) conclut également, de l'expérience qu'il possède de la fabrication du rhum grand arôme, au rôle essentiel des bactéries. « Nous ne sommes, dit-il, ni de l'avis de Pairault, qui nie l'intervention des bactéries dans la production du bouquet des rhums, ni de l'avis de Kayser et Bettinger, qui conseillent l'emploi de levures pures pour la fabrication des rhums. Nous croyons bien au contraire, que les bactéries jouent un rôle de premier plan dans la production des ethers caractéristiques du rhum ».

Ficker et Szügs, qui ont étudié au Brésil la fermentation des mélasses de canne ont constaté la présence dans les moûts livrés à la fermentation spontanée de diverses bactéries acétiques, butyriques et lactiques. D'autre part, en ensemençant du moût de mélasse stérilisé avec des levures à bourgeonnement et à scissiparité, seules ou associées avec des ferments acétiques et butyriques, ils ont observé que les levures seules donnaient une eau-de-vie neutre, sans arôme caractéristique. L'association levures - bactéries acétiques permettait d'avoir un produit plus aromatique, à parfum agréable d'acétate d'éthyle. Par l'emploi des ferments butyriques, l'on obtenait un rhum d'arôme agréable, fruité. Mais ce n'est qu'en associant à la fois les bactéries acétiques et butyriques aux levures, que l'on avait une eau-de-vie à bouquet de rhum bien caractéristique, intense et persistant. Les levures à bourgeonnement, bien qu'isolées de la canne, se montraient moins intéressantes que celles à scissiparité (levure Pombé et une levure à scissiparité isolée des cabosses de cacao). Ces dernières contribuaient à donner au rhum un arôme plus franc et plus intense. En ajoutant au moût, à la place des bactéries, de l'acide acétique et de l'acide butyrique, on obtenait un produit médiocre, à odeur butyrique prononcée.

Les auteurs concluent en conséquence : « L'arôme du rhum ne résulte pas de l'action des levures, mais provient, pour la plus grande partie, de l'intervention des bactéries acétiques, butyriques et peut-être lactiques, associées aux levures, particulièrement aux levures à scissiparité ».

Signalons enfin qu'à partir de 1918, les distillateurs des Antilles françaises, désireux d'augmenter le rendement alcoolique, voulurent mettre en application les recommandations de Pairault et de Kayser relatives aux fermentations pures. Les moûts furent, sinon stérilisés, du moins additionnés d'acide sulfurique et dans certains cas de fluorures. Des appareils à levain furent utilisés et des levures pures importées de la Métropole.

Les résultats obtenus ont été beaucoup moins satisfaisants qu'on ne l'escomptait. Si les rendements se trouvèrent améliorés, par contre la qualité du produit fut sensiblement diminuée. Recevant des rhums de plus en plus neutres, ne correspondant plus au goût de la clientèle, les négociants de la Métropole, jetèrent un cri d'alarme. X. Rocques, chargé par le Ministère de l'Agriculture de faire une enquête sur les caractères spécifiques des rhums aux colonies françaises, concluait comme suit des nombreuses analyses qu'il effectua en 1925-26 :

« Les rhums produits actuellement se caractérisent en général par leur faiblesse en acides et en ethers et par leur teneur relativement élevée en alcools supérieurs. Leur coefficient non alcool est, en général, faible. Ces caractères sont à l'opposé de ceux qu'on rencontrait dans la composition des rhums de jadis, qui étaient riches en acides, en ethers, faibles en alcools supérieurs et à teneur non-alcool élevée. Ces différences proviennent, à mon avis, uniquement des fermentations, de leur rapidité et de leur pureté ».

Dans un autre article, le même auteur écrivait : « Les producteurs de rhum, en améliorant leur fabrication et en y introduisant les méthodes scientifiques, obtiennent des eaux-de-vie beaucoup plus pures que celles produites antérieurement, mais on peut se demander s'ils n'ont pas dépassé le but qu'il était désirable d'atteindre, en conservant à l'eau-de-vie obtenue les caractères organoleptiques qu'apprécient les consommateurs ».

Depuis lors, les producteurs de rhum de la Martinique ont, pour la plupart, renoncé à l'emploi des levures sélectionnées. Les appareils à levain ont été mis