

## **Bilan des recherches à l'INRA sur la technologie rhumière**

B. Ganou, L. Fahrasmane

*INRA, UMR 1270 QUALITROP, F- 97170 Petit-Bourg, France*

### **RESUME**

La prise en compte par la recherche du besoin pour la profession rhumière des Antilles françaises de maîtriser la qualité des rhums traditionnels a déterminé la mise en place par l'INRA, vers 1970, d'un programme de recherche sur la microbiologie et les fermentations.

Des travaux ont été menés pendant près de trente ans, jusqu'en 2005. Ils ont permis de déterminer des moyens de contrôler des défauts qui étaient fréquents dans les produits de la distillerie, par une maîtrise sanitaire de la fermentation. Une levure a été sélectionnée pour la fermentation alcoolique des produits à base de canne à sucre. La compréhension de la chimie des rhums en lien avec la microbiologie des fermentations a été améliorée. Certains composés des rhums, comme les alkylpyrazines, apparaissent comme permettant de différencier les rhums blancs de mélasse des rhums blancs de jus de canne. Des procédés de traitement et de valorisation des effluents ont été mis au point.

Au niveau international, la chimie des rhums est fréquemment considérée comme un champ de recherche en vue de différencier les types de produit. C'est un domaine de recherche très partagé.

**Mots clés** : canne à sucre, rhum, microbiologie, chimie, effluent.

### **INTRODUCTION**

La culture de la canne à sucre remonte à l'antiquité. Sa production et sa transformation en sucre ont migré depuis l'Orient pour arriver en Europe méridionale au Moyen-âge.

La production rhumière est née en aux Amériques, au XVI<sup>e</sup> siècle après que la canne à sucre y ait été introduite par Christophe Colomb. Au XIX<sup>e</sup> siècle la fabrication de rhums, activité annexe de la sucrerie, a évolué, à partir de conditions de productions où on laissait faire la nature dans des moûts à base de sous-produits de la sucrerie, vers une production plus ou moins contrôlée, afin d'en accroître la productivité, en mettant en œuvre des équipements industriels. Puis au XX<sup>e</sup> siècle, on a cherché à développer la conduite des fermentations pour diversifier la qualité des produits. Trente ans de recherche à l'INRA sur la microbiologie et les fermentations en distilleries ont contribué à caractériser et à une maîtrise de la qualité des rhums traditionnels. Le traitement et la valorisation des effluents ont aussi été développés. Certains acquis en technologie rhumière sont des éléments potentiels pour le développement de la diversification des utilisations de la canne à sucre.

### **1. INITIATION DES RECHERCHES A L'INRA SUR LE RHUM**

Le besoin de maîtriser la qualité de cette production à caractère aromatique, de disposer de données objectives sur des descripteurs des produits de la rhumerie, ainsi que sur leur déterminisme, a conduit les groupements professionnels rhumiers, de la Guadeloupe et de la Martinique, à se tourner vers la recherche et le développement. C'est en réponse à l'expression de ce besoin que l'INRA a mis en place un programme de recherche.

P. DUPUY (1970), Directeur de recherches à l'INRA, a effectué une mission de deux semaines en mars 1970, dans la Caraïbe, avec comme but principal de donner une orientation scientifique à un futur laboratoire INRA, travaillant en faveur de l'industrie rhumière. Dans son rapport de mission, il a proposé un programme de recherches pour « une étude sur la fermentation du rhum ». Celui-ci avait pour objets le rhum agricole et le rhum industriel. Les objectifs proposés étaient :

- de « ...mieux connaître la flore responsable de la fermentation et en particulier le rôle des bactéries ».
- de déterminer « les conditions qui permettront d'augmenter le rendement et les esters, et de diminuer les alcools supérieurs et les aldéhydes ».

## 2. TRAVAUX D'APPROCHE

En 1972, A. Parfait a initié des travaux, à l'Unité de Recherche en Technologie des Produits Végétaux du Centre INRA Antilles-Guyane. Ceux-ci avaient pour objet :

1. Les esters, qui sont réputés être des composés de qualité des eaux-de-vie (Parfait et al., 1972). Bien que le mélange de ces composés ne soit pas à l'origine de l'arôme caractéristique des rhums, il participe à leurs qualités aromatiques. Les facteurs présentés comme importants pour l'élaboration de la qualité sont : la distillation à un faible taux de rectification, l'addition de cire au milieu de fermentation, la distillation des moûts troubles et l'emploi de souche de levure sélectionnée.
2. Un problème de goût anormal qui existait sur les produits de l'époque (Dubois et al., 1973). La conclusion a été que, le mauvais goût observé était le fait de la présence d'acroléine dans les moûts fermentés correspondants.
3. La nécessité de dresser un état de l'art (Parfait et Sabin, 1975). Un point a été établi sur :
  - les principaux paramètres opératoires de la technologie des rhums traditionnels aux Antilles.
  - La flore en levure,
  - la composition analytique des principaux types de rhum traditionnel que sont : le rhum agricole, le rhum industriel, le rhum grand arôme et le rhum de sirop. Les auteurs concluaient que « cette production traditionnelle des Antilles françaises donne une place importante à l'art de l'opérateur ». Ces auteurs ajoutaient que la fixation des paramètres de la fermentation (température, flore, appareil à distiller, complémentation...) ne garantissait pas l'obtention d'un produit donné dans des conditions régulières. Il n'y avait donc pas maîtrise du processus.

En 1975, un symposium international sur les rhums a été organisé par l'INRA et l'Association pour la Promotion des Industries Agricoles (INRA, 1975). Il a été l'occasion de faire le point sur les compétences disponibles et les approches développées en divers points du globe. Peu de choses concernaient la microbiologie et la conduite des fermentations. La chimie des rhums et leurs singularités chimiques au sein des eaux-de-vie a fait l'objet de 9 communications sur 22.

Ces premiers jalons posés ont permis d'établir que la production rhumière traditionnelle souffrait de l'apparition, supposée erratique, de défauts de qualité (non-qualité). Il était manifeste qu'il y avait un manque d'appréhension de problèmes sanitaires au niveau, des matières premières, de l'eau de dilution, et des installations industrielles. Au-delà des éléments qui définissent réglementairement le rhum, il fallait établir des données

microbiologiques et opératoires en fermentation, qui permettraient de fabriquer des produits sans mauvais goûts et composés odorants indésirables (off-flavor), tout en laissant de la place à la diversité des produits.

Des voies d'investigation ont alors été développées progressivement en vue d'identifier des moyens de contrôler les sources de défauts de la qualité des rhums traditionnels et la maîtrise de la régularité de la production. Elles ont porté sur :

- la microbiologie des milieux de fermentation, tant en ce qui concerne les levures que les bactéries, la chimie des rhums et les voies métaboliques,
- les conditions opératoires permettant de contrôler l'apparition d'off-flavors : l'état sanitaire des matières premières, des intrants et des installations.
- la chimie des rhums en liaison avec la microbiologie des fermentations, la maturation des distillats.

### 3. LA FERMENTATION ALCOOLIQUE EN RHUMERIE

Les professionnels se sont souciés de l'amélioration du rendement, après que les problèmes de non-qualité aient été réglés. Pour ce faire, une des voies explorées est la recherche de souches de levures sélectionnées, adaptées à la fermentation des produits à base de canne à sucre.

Avant le XX<sup>e</sup> siècle, les milieux de fermentation étaient généralement composés avec de la vinasse, comme moyen de dilution des mélasses et du jus de canne. Des modifications dans la composition des milieux et le contrôle de paramètres de fermentation ont été ça et là entrepris : utilisation d'eau pour la dilution des matières premières, abaissement des densités de chargement, contrôle des pics de température, tout ceci afin d'améliorer la productivité, diminuer les pertes, les débordements, éviter les arrêts de fermentation. Il en a résulté que l'écologie microbienne des milieux de distillerie est devenue favorable aux *Saccharomyces*. Les *Schizosaccharomyces* ont disparu des rhumeries, sauf dans celles où on a su répéter les gestes permettant de préserver l'écosystème intervenant dans l'élaboration du rhum grand arôme.

Des *Schizosaccharomyces* de rhumerie ont été isolées et collectionnées dans notre Unité (Fahrasmane et al., 1988). Leur étude taxonomique a montré qu'il y avait essentiellement des *Schizosaccharomyces pombe* (90 %), quelques *S. malidevorans* (8%), et une *S. japonicus* (2 %). Une étude sur leur utilisation en technologie rhumière a été réalisée (Ganou et Parfait, 1980). Ce genre de levure peut dans certaines conditions technologiques, avoir une productivité en fermentation alcoolique, équivalente à *Saccharomyces cerevisiae*. Le profil aromatique des composés secondaires produits est très différent de celui des *Saccharomyces*.

*Schizosaccharomyces* et le complexe bactérien, riche en *Clostridium*, qui l'accompagne dans la fermentation du rhum grand arôme constituent pour l'instant un écosystème, donnant des produits singulièrement riches en propriétés aromatiques. Les producteurs ne savent au mieux que reproduire cet écosystème sans le contrôler. Il y a là des connaissances à générer, afin de le maîtriser et mieux le valoriser.

La dynamique quantitative et qualitative de la bactériologie des milieux fermentaires a été étudiée (Ganou-Parfait et al., 1987 ; Ganou-Parfait et al., 1988 ; Ganou-Parfait et al., 1989 ; Ganou-Parfait et al., 1991a ; Ganou-Parfait et al., 1991b). Il en est ressorti qu'il fallait favoriser la présence d'une flore lactique, dont l'activité acidifiante contribuait à inhiber les flores bactériennes indésirables et qu'elle participait à l'élaboration de l'arôme des produits traditionnels.

Des composées sensibles ont été considérés en relation avec la microbiologie, dans les milieux de fermentation et dans les rhums :

- Le glycérol (Parfait et Jouret, 1980),
- L'acidité volatile (Fahrasmane et al., 1983),
- L'acroléine (Lencrerot et al., 1984),
- Les alcools supérieurs et les acides gras volatils (Fahrasmane et al., 1985)

Plusieurs opérations unitaires sont nécessaires pour fabriquer les rhums : l'extraction du jus, la préparation et la fermentation des moûts, la distillation des milieux fermentés. Il y a des pertes de rendement à toutes ces étapes. C'est au cours de l'étape de la fermentation que les pertes sont les plus importantes. Des mesures de rendement fermentaire en fermentation alcoolique ont été effectuées sur des productions traditionnelles (Fahrasmane et al., 1996).

Les résultats sont les suivants :

- |                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| • Rendement Gay-Lussac        | 0.67 l AP /kg glucose, |
| • Rendement Pasteur           | 0.61 l AP /kg glucose, |
| • Rendement optimal théorique | 0.59 l AP /kg glucose, |
| • Rendement sur mélasse       | 0.52 l AP /kg glucose, |
| • Rendement sur jus de canne  | 0.47 l AP /kg glucose, |
| • Rendement sur sirop         | 0.40 l AP /kg glucose. |

En distillerie de mélasse de betterave, avec un levurage par cuve-mère, le rendement fermentaire est de 0.58 l AP /kg glucose.

Les travaux de microbiologie des milieux de rhumerie (Fahrasmane et Ganou-Parfait, 1998) ont permis la constitution d'une collection de souches de *Saccharomycetaceae* de rhumerie, et autres levures. A partir de cette collection, une étude a été entreprise en vue de sélectionner des levures pour la rhumerie. Ce travail a abouti en 1997 à la sélection, au plan mondial, de la première souche commerciale de rhumerie : DANSTIL EDV 493 (Vidal et Parfait, 1994), une *Saccharomyces cerevisiae* commercialisée, sous forme de levures sèches actives, par LALLEMAND S.A.. Cette levure sélectionnée permet une amélioration des rendements de fermentation et de la productivité, moyennant un aménagement de l'ensemencement, par rapport aux conditions habituelles de coupage. Une de ses particularités est de ne pas être aussi affectée que les autres souches de levure, utilisées comme levure d'appoint, aux températures avoisinant 35 °C que l'on peut mesurer dans les cuves de rhumerie.

La tige de canne à sucre est enveloppée d'une couche cuticulaire de cire. La cire est concentrée dans les boues de défécation de la sucrerie. Un fractionnement de ces boues a été entrepris. Des stéroïdes, notamment stigmastérol et sitostérol en ont été isolés. Ceux-ci ont été ajoutés à des milieux de fermentation alcoolique afin d'étudier leur action sur le comportement fermentaire des levures. Lorsqu'il s'agit de levures sauvages, l'ajout de ces stéroïdes se traduit par un gain de production d'éthanol, comparativement à un milieu témoin sans apport de stéroïdes. La levure de boulangerie déjà relativement riche en stérols est bien moins sensible à l'apport de stéroïdes (Bourgeois et Fahrasmane, 1988).

La connaissance de la matière première, la canne à sucre, à travers sa composition en sucres et en acides organiques a été étudiée, en mettant en œuvre la méthode HPLC (Célestine-Myrtil-Marlin et Parfait, 1987 ; Célestine-Myrtil-Marlin et Parfait, 1988 ; Célestine-Myrtil-Marlin et Parfait, 1991).

#### 4. TRAITEMENT ET VALORISATION DES EFFLUENTS

La distillation des milieux fermentés de rhumerie génère des rejets, des eaux résiduaires, la vinasse, qui contient une charge polluante. Des programmes menés dans notre Unité ont contribué à caractériser les vinasses et à proposer des processus de dépollution et de valorisation, par digestion méthanique.

Les flux de pollution engendrés par la distillation d'alcool de mélasse de canne sont particulièrement élevés : 950 à 1900 kg DCO/m<sup>3</sup> d'alcool pur (A.P.) produit, soit une charge polluante de 13 à 26 000 équivalents habitant jour/ m<sup>3</sup> A.P. produit. La distillation de rhum agricole représente des flux de pollution six fois moins importants : 250 kg/ DCO/ m<sup>3</sup> A.P., soit 3000 équivalents habitant jour/ m<sup>3</sup> A.P. produit (Bories et al., 1994).

Diverses filières ont été proposées pour l'élimination ou le traitement des vinasses : évaporation-incinération, épandage-irrigation, lagunage anaérobie, production de biomasse microbienne, digestion anaérobie ou digestion méthanique. Cette dernière filière est un processus biologique naturel qui consomme et réduit la pollution organique. Son application dans des stations d'épuration, aux effluents agro-alimentaires, permet en même temps la production de biogaz combustible.

A la Guadeloupe, depuis le début des années 80, dans une importante distillerie, la vinasse de mélasse fait l'objet d'une digestion anaérobie, selon un procédé dimensionné grâce à une étude de l'INRA. Ce procédé permet de faire dans des conditions normales de fonctionnement :

- une dépollution, avec 65 % de la DCO éliminés,
- une production d'énergie : du biogaz représentant 60 % des besoins énergétiques de la distillerie (Bories et al., 1988).

Des essais pilotes ont permis d'atteindre une élimination de plus de 95 % de la DCO de vinasses de jus de canne par digestion anaérobie (Bories et al., 1994). Le biogaz produit présente un intérêt très limité pour la distillerie agricole, car elle dispose de bagasse comme combustible.

Dans les petites unités, traitant le jus de canne à sucre, le traitement par lagunage aérobie est intéressant. Les effluents qui proviennent du jus de canne à sucre sont plus facilement biodégradables que ceux provenant de mélasses très chargées en minéraux et en composés difficilement biodégradables (Bories et al., 1988).

#### 5. CHIMIE DES RHUMS

Les travaux réalisés en chimie des rhums, au-delà des esters, ont porté sur des composés chimiques ou des familles chimiques qui sont majeurs dans le non-alcool (les alcools supérieurs (Fahrasmane et al., 1985), ou qui sont sensibles en terme de qualité des produits.

Le rhum contient une plus grande variété et de plus grandes quantités de composés organo-soufrés que les autres spiritueux (Fahrasmane et al., 1989). L'activité de bactéries sulfatoréductrices dans les milieux de fermentation serait en partie à l'origine de ces composés volatils. La composition en éléments soufrés de la canne à sucre et l'apport, lors de la préparation des moûts, de sulfate d'ammonium et d'acide sulfurique, fournirait un substrat aux bactéries sulfato-réductrices des moûts.

En aval de la distillerie, la méthanisation des effluents pose le problème d'un équilibre précaire entre les flores méthanigènes et sulfato-réductrices. La fraction organo-soufrée des rhums mérite une étude approfondie et systématique, car elle présente un intérêt analytique et organoleptique pour la caractérisation des rhums.

Le dosage de l'acide formique dans les rhums vieillissés ou non, montre que le taux d'acide formique dans des rhums traditionnels est dans la fourchette des chiffres trouvés pour d'autres eaux-de-vie. Aussi l'intervention de bactéries amène une augmentation importante du taux d'acide formique des rhums blancs (Jouret et al., 1990a). Cet acide est quantitativement plus important dans les rhums de mélasse que dans ceux à base de jus de canne à sucre.

Certains alkylypyrazines des rhums apparaissent comme pouvant permettre de différencier les rhums blancs de mélasse des rhums blancs de jus de canne. En effet la 2 méthyl pyrazine, la 2 – 5 méthyl pyrazine et la 2 – 6 diméthyl pyrazine sont absentes de rhums agricoles alors qu'ils sont nettement présents dans ceux à base de mélasse (Jouret et al., 1990b).

Le carbamate d'éthyle ou uréthane est une molécule indésirable que l'on peut trouver dans des rhums. Le marché nord américain a adopté une limite supérieure de présence de ce composé dans les rhums, qui est de 125 µg/l. Les rhums n'ont jamais été reconnus comme des alcools particulièrement riches en carbamate d'éthyle. Sa présence, au-delà du seuil défini, est une préoccupation pour les producteurs qui veulent exporter, en particulier, vers l'Amérique du nord ; certains rhums en sont exempts d'autres pas, sans qu'on puisse actuellement avoir d'explication. Les quantités mesurées vont jusqu'à 2 500 µg/l. Il y a donc sur le carbamate d'éthyle des connaissances à générer sur le déterminisme de son apparition.

## 6. LES RECHERCHES ACTUELLES SUR LES RHUMS

Parallèlement aux travaux de recherche sur les rhums traditionnels, qui ont été menés à l'INRA, il y a d'autres lieux où des travaux de recherche ont été entrepris.

En examinant des publications récentes, relatives à la technologie rhumière, on constate que, le Brésil est le pays où sont entrepris le plus de travaux de recherche dans différents domaines de la technologie rhumière (microbiologie-fermentation (Morais et al., 1997 ; Franchi et al., 2003), chimie des produits (Cardoso et al., 2004 ; De Souza et al., 2006 ; De Souza et al., 2007 ; Pino, 2007), les bois de vieillissement (Faria et al., 2003).

Ailleurs, comme à la Réunion, la connaissance de la matière première et de ses dérivés continue à être explorée (Payet et al., 2005 ; Payet et al., 2006).

L'importance de la ressource canne à sucre fait que la biomasse produite et sa valorisation sont considérées dans la perspective d'un développement durable.

La chimie des rhums, pour leur authentification, est considérée dans de nombreux pays : Finlande, Hollande, Brésil, Cuba, Allemagne, Espagne. Compte tenu des importants volumes commercialisés dans le monde entier, et des risques de fraudes et d'adultération, c'est un domaine de recherche qui est appelé à se développer. Les productions traditionnelles de rhum constituent une niche commerciale qui a tout intérêt à se doter de moyens efficaces d'authentification de ses produits, dans un contexte où la globalisation devient la règle.

Les recherches actuelles et d'avenir sur la transformation de la canne à sucre en rhum ont un contenu qui vise des productions de qualité maîtrisée, exemptes de certains composés indésirables tel que le carbamate d'éthyle. L'étape de la fermentation peut être conduite avec des souches de levure sélectionnées, des bactéricides,... La valorisation de co-produits et sous-produits de la transformation de la canne à sucre est un domaine d'investigation dont les résultats peuvent être aussi valorisables dans une rhumerie, dans une démarche de valorisation-diversification intégrée.

## CONCLUSION

Il y a trente ans, on savait décrire les produits de la rhumerie traditionnelle, sans disposer de moyens pour conduire le processus fermentaire. Les conditions sanitaires, du moment jouaient un rôle déterminant sur son déroulement et la qualité des produits.

Trente ans de recherches sur la fabrication du rhum, à l'INRA, ont permis d'élaborer des connaissances permettant de maîtriser des facteurs agissant sur la qualité des produits de la rhumerie : mauvais état sanitaire de composants des moûts, et de disposer de moyens de conduire la fermentation (levure sélectionnée, techniques d'ensemencement, protocole d'utilisation d'additifs sanitaires,...).

Les acquis en technologie rhumière et en traitement de ses effluents constituent des bases objectives pour développer des itinéraires viables de production rhumière avec une perspective de durabilité. Actuellement se dessinent d'autres perspectives de transformation de la canne à sucre avec l'emballage du développement du bioéthanol.

La technologie rhumière met en œuvre plusieurs opérations unitaires. Elle pourra évoluer avantageusement en tirant parti des progrès qui se dégagent des recherches sur la matière première, ses traitements, et chacune des opérations unitaires qui la constituent. Les volumes importants de rhum produits, à travers le monde le sont à partir de la canne à sucre pour la sucrerie et de ses dérivés (Lariboissière, 2002).

La niche commerciale que constituent les rhums traditionnels a grand intérêt de se donner des moyens d'authentifier ses produits, dans le contexte actuel de globalisation.

## BIBLIOGRAPHIE

Bories, A., Bazile, F., Lartigue, P. (1994). Traitement anaérobie des vinasses de distillerie en digesteurs à micro-organismes fixés. Actes, Colloque sur les rhums traditionnels, 24 pp. ISBN N° 2-9506 860 -2 - 8.

Bories, A., Raynal J., Bazile, F. (1988). Anaerobic digestion of high-strength distillery wastewater (cane molasses stillage) in a fixed-film reactor. *Biological Wastes*, 23 : 17 pp.

Bourgeois, P., Fahrasmane, L. (1988). Effet de stéroïdes de la canne à sucre sur des levures en fermentation alcoolique. *Canadian Institute of Food Science and Technology*. 21, 5, 3pp.

Cardoso, D. R., Andrade-Sobrinho, L. G., Leite-Neto, A. F. Reche, R. V., Isique, W. D., Ferreira, M. M. C., Lima-Neto, B. S. Franco, D. W. (2004). Comparison between cachaça and rum using pattern recognition methods. *J. Agric. Food Chem.* 52, 4 pp.

Célestine-Myrtil-Marlin, D., Parfait, A. (1987). HPLC analysis of sugars in sugarcane stalks. *International Sugar Journal*, 89, 9 pp.

Célestine-Myrtil-Marlin, D., Parfait, A. (1988). HPLC determination of organic acids in sugarcane and its industrial by-products. *International Sugar Journal*, 90, 5 pp.

- Célestine-Myrtil-Marlin, D., Parfait, A. (1991). Valorisation de la chromatographie liquide à haute performance (HPLC) à l'intérieur de la filière canne à sucre : de la sélection variétale au contrôle de la fabrication en usine. Industries alimentaires et Agricoles. 3pp.
- De Souza, M. D. C., Vasquez, P., Del Mastro, N. L., Acree, T. E., Lavin, E. H. (2006). Characterization of cachaça and rum aroma. J. Agric. Food Chem. 54 in, 4 pp.
- De Souza, P. P., Augusti, D. V., Catharino, R. R., Siebald, H. G., Eberlin, M. N., Augusti, R. (2007). Differentiation of rum and brazilian artisan cachaça via electrospray ionization mass spectrometry fingerprinting. Journal of mass spectrometry, 42, 6pp.
- Dubois, P., Parfait, A., Dekimpe, J. (1973). Présence de dérivés de l'acroléine dans un rhum à goût anormal. Annales de Technologie Agricoles, 22, 2, 5 pp.
- Dupuy, P. (1970). Les industries de la canne à sucre aux Antilles. Rapport de mission. Document interne INRA, 19 pp.
- Fahrasmane, L., Parfait, A., Jouret, C., Galzy, P. (1983). Etude de l'acidité volatile des rhums des Antilles françaises. Industries alimentaires et Agricoles, 100, 1, 5 pp.
- Fahrasmane, L., Parfait A., Jouret, C., Galzy, P. (1985). Production of higher alcohols and short chain fatty acids by different yeast used in rum fermentations. Journal of Food Science, 50, 10 pp.
- Fahrasmane, L., Ganou-Parfait, B., Parfait, A. (1988). Yeast flora of Haitian distilleries. Mircen Journal. 4, 3 pp.
- Fahrasmane, L., Ganou-Parfait, B., Bazile, F. (1989). Le métabolisme du soufre dans la rhumerie. Mircen journal, 5 : 7 pp.
- Fahrasmane, L., Ganou-Parfait, B., Bazile, F., Bourgeois P. (1996). Technologie et éléments de typicité des rhums des Antilles françaises. Cahiers Agriculture, 5, 6 pp.
- Fahrasmane, L., Ganou-Parfait, B. (1998). Microbial flora of rum fermentation media. Journal of Applied Microbiology, 84, 8 pp.
- Faria, J.B., Cardello, H. M. A. B., Boscolo, M., Isique, W. D., Odello, L., Franco D. W. (2003); Evaluation of Brazilian woods as an alternative to oak for cachaças aging. Eur. Food Res. Technol. 218, 5 pp.
- Franchi, M. A., Serra, G. E., Christianini, M. (2003). The use of biopreservatives in the control of bacterial contaminants of sugarcane alcohol fermentation. Food Microbiology and Safety, 68, 7, 6 pp.
- Ganou-Parfait, B., Parfait, A. (1980). Problèmes posés par l'utilisation de *Schizosaccharomyces pombe* dans la fabrication des rhums. Industries alimentaires et Agricoles, 104, 6, 6 pp.
- Ganou-Parfait, B., Fahrasmane, L., Parfait, A. (1987). *Bacillus* Spp in sugar cane fermentation media. Belgian Journal of Food Chemistry and Biotechnology. 42, 6, 3 pp.



- Ganou-Parfait, B., Fahrasmane, L., Célestine-Myrtil, D., Parfait, A., Galzy, P. (1988). Les *Micrococcus* en technologie rhumière aux Antilles françaises. *Microbiologie – Aliments – Nutrition*, 6, 5pp.
- Ganou-Parfait, B., Fahrasmane, L., Galzy, P Parfait, A. (1989). Les bactéries aérobies des milieux fermentaires à base de jus de canne à sucre. *Industries alimentaires et Agricoles*, 102, 3 pp.
- Ganou-Parfait, B., Fahrasmane, L., Parfait, A., Galzy, P. (1991a). Les bactéries en technologie rhumière aux Antillesfrançaises. AFCAS : 1<sup>re</sup> Rencontre internationale en langue française sur la canne à sucre. p. 7 pp.
- Ganou-Parfait, B., Valladon, M., Parfait, A. (1991b). Contribution à la bactériologie des eaux de fabrication de distilleries de la Guadeloupe. AFCAS : 1<sup>re</sup> Rencontre internationale en langue française sur la canne à sucre. 7 pp.
- INRA. (1975). Symposium International sur le rhum et alcools dérivés de la canne à sucre. *Annales de Technologie Agricole*, 1975, 24, 3-4. p. 247 pp
- Jouret, C., Pace E., Parfait, A. (1990a). L'acide formique composant de l'acidité volatile des rhums. *Industries alimentaires et Agricoles*. 3 pp.
- Jouret, C., Pace, E., Parfait, A. (1990b). Différenciation analytique des rhums agricoles et industriels par les alkylpyrazines. *Annales des Falsifications des Experts Chimistes*. **87**, 926, 6 pp.
- Lariboissiere, J-L. (2002) Rhum : Le festival international de canne. *Rayon Boissons*, 93, 2 pp.
- Lencrerot, P., Parfait, A., Jouret, C. (1984). Rôle des corynebacteries dans la production d'acroléine (2-propenal) dans les rhums. *Industries alimentaires et Agricoles*, 106, 7 pp.
- Morais, P. B., Rosa, C. A., Linardi, V.R., Pataro, C., Maia, A. B. R. A. (1997). Characterization and succession of yeast populations associated with spontaneous fermentations during the production of Brazilian sugar-cane aguardente. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 13, 3 pp.
- Parfait, A., Namory, M., Dubois, P. (1972). Les esters éthyliques des acides gras supérieurs des rhums. *Annales de Technologie Agricoles*, 21, 2, 12 pp.
- Parfait, A., Sabin, G. (1975). Les fermentations traditionnelles de mélasse et de jus de canne aux Antilles françaises. *Industries Alimentaires et Agricoles*, 92, 8 pp
- Parfait, A., Jouret, C. (1980). Le glycérol dans la fermentation alcoolique des mélasses et des jus de canne à sucre. *Industries alimentaires et Agricoles*. 7 - 8, 4 pp.
- Payet, B. Shum Cheong Sing, A., Smadja, J. (2005). Assessment of antioxydant activity of cane brown sugars by ABTS and DPPH radical scaven ging assays : Determination of their polyphenolic and volatile constituents. *J. Agric. Food Chem.* 53, 6 pp.

Payet, B. Shum Cheong Sing, A., Smadja, J. (2006). Comparison of phenolic constituents in cane sugar manufacturing products with their antioxidant activities. *J. Agric. Food Chem.* 54, 7 pp.

Pino, J. A. (2007). Characterization of rum using solid-phase microextraction with gas chromatography-mass spectrometry. *Food Chemistry* , 104, 8 pp.

Vidal, F., Parfait, A. (1994) Introduction d'une levure à aptitude rhumière en fermentation de dérivés de la canne à sucre. *BIOS Boissons.* 249, 6 pp.